

Sesiones Murales y Simultáneas

SESIÓN SIMULTÁNEA (08:30-20:00), Lunes 7 2

Astrofísica	2
Física Nuclear	2
Dinámica de Fluidos	2
Gravitación y Física Matemática	2

SESIÓN SIMULTÁNEA (08:30–20:00), Martes 8 3

Astrofísica	3
Dinámica de Fluidos	6
Estado Sólido	7
Física Nuclear	8
Física Nuclear	10
Física de Radiaciones	12
Física de Radiaciones	16
Óptica	16
Física de Plasmas	18
Física de Plasmas	18
Gravitación y Física Matemática	19
Nanociencias y Nanotecnología	21
Física Atómica y Molecular	22

SESIÓN SIMULTÁNEA (08:30–18:00), Miercoles 9 23

Astrofísica	23
Estado Sólido	24
Física Atómica y Molecular	26
Física Atómica y Molecular	27
Física Médica	29
Física Médica	30

Física de Radiaciones	31
Física de Radiaciones	33
Óptica	35
Nanociencias y Nanotecnología	36
Nanociencias y Nanotecnología	37
Física Estadística y Termodinámica	38
Gravitación y Física Matemática	40
Rayos Cósmicos	41
SESIÓN SIMULTÁNEA (08:30–14:00), Jueves 10	43
Astrofísica	43
Estado Sólido	44
Física Estadística y Termodinámica	45
Física Médica	47
Física de Radiaciones	49
Óptica	51
Óptica	52
Rayos Cósmicos	52
Información Cuántica	53
SESIÓN SIMULTÁNEA (08:30–13:00), Viernes 11	54
Estado Sólido	54
Estado Sólido	55
Física Estadística y Termodinámica	55
Física Estadística y Termodinámica	57
Información Cuántica	57
Partículas y Campos	58
Óptica	60
Sesiones Murales 1 (16:00–18:00), Lunes 7	62

M7 Ciencias de la Tierra	62
M7 Enseñanza	69
M7 Física de Radiaciones	87
M7 Gravitación y Física Matemática	92
M7 Historia y Filosofía de la Física	92
M7 Instrumentación	98
M7 Otro	109
Sesiones Murales (16:00–18:00), Martes 8	126
M8 Dinámica de Fluidos	126
M8 Física Atómica y Molecular	132
M8 Física Nuclear	139
M8 Gravitación y Física Matemática	139
M8 Óptica	152
Sesiones Murales (16:00–18:00), Miércoles 9	182
M9 Astrofísica	182
M9 Física Estadística y Termodinámica	197
M9 Física Médica	210
M9 Física de Plasmas	228
M9 Partículas y Campos	230
M9 Rayos Cósmicos	244
Sesiones Murales (16:00–18:00), Jueves 10	248
M10 Estado Sólido	248
M10 Información Cuántica	282
M10 Nanociencias y Nanotecnología	289

Astrofísica
Teatro Universitario

12:00 - 13:00 **Cazando a los agujeros negros súper masivos con el Telescopio del Horizonte de Eventos** *David H. Hughes** (*dhughes@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.* Hace cien años, la teoría de la relatividad general de Einstein predijo la existencia de singularidades en el espacio-tiempo, que son objetos con un horizonte de eventos. La manifestación física de un horizonte de eventos es la creación de una región oscura, una superficie de la cual la luz no puede escapar – un agujero negro. En el caso de los agujeros negros súper masivos que residen en el núcleo de las galaxias, la dimensión física del horizonte de eventos es suficientemente grande para producir una sombra del agujero negro, rodeada por plasma caliente, que es observable en longitudes de onda milimétricas con un telescopio tan grande como el diámetro de la tierra. El 10 de abril de 2019, el Telescopio del Horizonte de Eventos, incluido el GTM, publicó la primera foto de un agujero negro súper masivo en el núcleo de la galaxia elíptica masiva M87, en el cúmulo de Virgo. Describiré cómo capturamos la primera imagen de la sombra del agujero negro y explicaré el papel de México en ello

Física Nuclear
Teatro Universitario

13:00 - 14:00 **Desentrañando las propiedades de los núcleos** *Luis Armando Acosta Sánchez** (*acosta@fisica.unam.mx*), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los avances tecnológicos desde principios de siglo, tanto en la creación de haces exóticos de partículas en aceleradores, como en el desarrollo de nuevos sistemas de detección, han permitido un avance sin precedentes en el estudio de la estructura y la dinámica nuclear. Ahora es posible crear isótopos de vidas muy cortas, acelerarlos y hacerlos interactuar con otros núcleos. Al mismo tiempo, los núcleos estables se pueden producir a muy altas corrientes, consiguiendo con ello alcanzar medidas de secciones eficaces antes invisibles. Con tales desarrollos ha sido posible obtener nueva información acerca del comportamiento de muchos y diversos núcleos, aportando de esta manera información valiosa para completar o complementar modelos nucleares, de interés tanto en la física nuclear básica, como en astrofísica. El entendimiento del comportamiento de los núcleos, es por ejemplo de sumo in-

terés para entender la formación primigenia del Universo, la evolución estelar y la composición de diversos cuerpos celestes. En esta ponencia plenaria, mostraremos una serie de ejemplos de importantes mediciones de reacciones nucleares en aceleradores de partículas y reactores nucleares, además de interesantes sistemas de detección de frontera utilizados para tales fines.

Dinámica de Fluidos
Teatro Universitario

18:00 - 19:00 **Fluid Dynamics and Maxwell Equations. A critical analysis of fluid models to describe the dynamics of plasmas.** *Francesco Giammanco** (*francescogiammanco007@gmail.com*), *Dpt. of Physics-University of Pisa (Italia) y Instituto de Energías Renovables, UNAM, Temixco; *Expositor.*

Fluid equations coupled with Maxwell equations are widely used to describe the behavior of a plasma especially in nuclear fusion oriented researches. Owing to the unpassable complexity of a general multi fluid approach, the most popular reduction, namely the magneto hydrodynamic (MHD) one, implies a local charge neutrality hence leading the electric field, due to the relative motion of charges, to disappear. We show the experimental evidence of the role of the self-generated electric field (SEF) in affecting the plasma dynamics which leads to significant departures from the MHD predictions. As a matter of fact, none of the envisaged phenomena can be explained in the framework of MHD. Therefore, we discuss the problems related to a two-fluid modelling of the plasma dynamics including SEF.

Gravitación y Física Matemática
Teatro Universitario

19:00 - 20:00 **Agujeros negros con campos electromagnéticos intensos** *Nora Eva Bretón Báez** (*prueba@prueba.com*), *Departamento de Física- Cinvestav, CDMX; *Expositor.*

Recientemente ha sido posible observar la sombra de un agujero negro supermasivo en el centro de la galaxia M87. En esta charla veremos cómo se calcula la sombra de un agujero negro y su relación con el horizonte. También revisaremos como en soluciones a las ecuaciones de Einstein (EE) pueden existir agujeros negros caracterizados por varios parámetros además de su masa y su rotación, en particular veremos que las EE admiten agujeros negros que producen campos electromagnéticos muy intensos.

Astrofísica
Aula Magna

Modera: Gustavo Bruzual

8:30 - 9:00 **The inventory of the stellar sources of dust in the Universe** *Sundar Srinivasan** (*s.srinivasan@irya.unam.mx*), *Instituto Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia; *Expositor.*

Dust is a key ingredient in the formation of H₂, and in star formation. Information about the processes responsible for its growth/formation is imprinted in the mineralogy of the dust. Dust is formed in the outflows of low-mass (1-8 M_⊙) evolved stars and also in the explosions of massive (> 8 M_⊙) evolved stars. However, supernovae (SNe) reverse shocks also destroy significant amounts of dust. While the net contribution of dust from SNe is therefore highly uncertain, it is relatively easy to determine the total input from asymptotic giant branch (AGB) stars, which are numerous in present-day star-forming galaxies.

Our group has used a grid of radiative transfer models to fit the spectral energy distributions of AGB stars in nearby galaxies in order to derive their total dust input to the interstellar medium (ISM). I will summarise ongoing modelling and observational efforts related to dust in various environments as well as in AGB stars in the Solar Neighbourhood.

9:00 - 9:15 **Detección indirecta de materia oscura en cúmulos de galaxias con el observatorio CTA** *José Erandi Serna Franco** (*j_serna@ciencias.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México; Sergio Hernández Cadena* (*skerzot@gmail.com*), *Universidad Nacional Autónoma de México; José Rubén Alfaro Molina* (*ruben@fisica.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México; Andrés Sandoval Espinoza* (*asandoval@fisica.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México; Ernesto José María De La Saleta Belmont Moreno* (*belmont@fisica.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México; Hermes León Vargas* (*hleonvar@fisica.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El observatorio CTA es un arreglo de telescopios atmosféricos por imagen Cherenkov el cual se encuentra en proceso de construcción. Su rango de energía está estimado de 10 GeV hasta 300 TeV. Un área de interés para investigación a partir de este observatorio es la búsqueda indirecta de materia oscura, considerando al WIMP (Partícula Masiva de Interacción Débil) como el candidato a partícula de materia oscura en altas energías. Diferentes objetos han sido propuestos como posibles blancos para

observar y realizar dicha búsqueda, entre los cuales destacan las galaxias enanas esferoidales (dSph) y los cúmulos galácticos. En este trabajo se presentan los límites de exclusión para la sección eficaz de aniquilación y el tiempo de vida del WIMP a partir de simulaciones de observación de algunos de estos objetos (en particular cúmulos de galaxias) con el observatorio CTA. Investigación realizada gracias al programa PAPIIT AG100317.

9:15 - 9:30 **Retroalimentación estelar y la hidrodinámica en el núcleo de galaxias activas** *Filiberto Hueyotl Zahuantilla** (*filihz@gmail.com*), *Cátedra Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología- Universidad Autónoma de Chiapas; Alan De Jesús Avendaño Roque* (*alan_8397@hotmail.com*), *Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas- Universidad Autónoma de Chiapas; César Álvarez Ochoa* (*crabpulsar@hotmail.com*), *Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas- Universidad Autónoma de Chiapas; Roberto Arceo Reyes* (*ramaranta@gmail.com*), *Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas- Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*

Las galaxias con núcleo activo son galaxias cuya luminosidad no se puede explicar con la luminosidad integrada de todas las estrellas que la componen. En general estas galaxias emiten radiación de prácticamente todas las longitudes de onda: desde el radio hasta los rayos gamma, y en varios casos muestran chorros de plasma colimados que viajan a velocidades relativistas. Esa emisión no puede explicarse solo con procesos estelares, la idea más aceptada es que se debe a la acreción de masa hacia un agujero negro. Por otro lado se ha descubierto la presencia de cúmulos estelares en las regiones centrales en galaxias de varios tipos. Se mostrarán los resultados de simulaciones hidrodinámicas del gas en un modelo de núcleo activo compuesto por un cúmulo estelar joven con un agujero negro súper masivo en el centro. En el modelo se consideran diferentes perfiles de densidad estelar y masas del agujero negro, así como el efecto del enfriamiento radiativo.

10:00 - 10:30 **Class I methanol masers: polarization properties and molecular environment** *Arturo Gómez-Ruiz** (*aigomez@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Class I methanol masers are tracers of shocks in a variety of environments: protostellar outflows, cloud-cloud collisions, expanding HII regions, the Galactic Center, among others. In this talk I will present one of the first high angular resolution full polarization observations of class I methanol masers towards massive protostellar outflows, made with the Very Large Array. These observations have unveiled the polarization structure of the bow shocks traced by

the masers, providing evidence of a change of polarization angle as a function of velocity along the bow shock. I will also present a molecular line survey performed with the Large Millimeter Telescope, in the 3 mm spectral window, towards a sample of class I methanol masers. The shocked regions are found to be rich in molecular transitions. We have found trends of the molecular activity with respect to the line flux of the 44 GHz methanol masers.

10:30 - 10:45 Polarimetría Infrarroja de Fenómenos Astronómicos *Abraham Luna Castellanos** (aluna@inaoep.mx), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*; **Expositor*.

La polarimetría astronómica es una poderosa herramienta complementaria a la fotometría y a la espectroscopia. Con el uso de POLICAN, el nuevo polarímetro de imagen astronómica del Observatorio Astrofísico Guillermo Haro de Cananea Sonora, hemos empezado a explorar la radiación polarizada en bandas infrarrojas asociadas a diferentes fenómenos astronómicos. En esta charla mostraremos los primeros resultados científicos obtenidos por nuestro grupo hacia nebulosas planetarias, nubes moleculares, remanentes de supernova y estrellas. La potencial sinergia con futuros polarímetros en otras bandas del espectro electromagnético, actualmente en desarrollo para el caso óptico y submilimétrico, permitirá abordar entre otros temas de relevancia, la caracterización química y estructural del polvo en el medio interestelar y cometas.

10:45 - 11:00 Búsqueda de fotones de muy alta energía procedente de los destellos de rayos gamma con el Observatorio HAWC *Nissim Ilich Fraija Cabrera** (nifraija@astro.unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Astronomía)*; *Magdalena Gonzalez* (magda@astro.unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Astronomía)*; *Antonio Edwin Galván Gámez* (agalvan@astro.unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Astronomía)*; **Expositor*.

Las detecciones de fotones de muy alta energía procedente de los destellos de rayos gamma pueden proporcionar información fundamental sobre los procesos radiativos, la composición física del material eyectado y los procesos de aceleración. El observatorio de rayos gamma HAWC (High-altitude Water Cherenkov) es uno de los mejores instrumentos de rayos gamma diseñado para estudiar fenómenos transitorios durante un largo período de tiempo y rango de energía (100 GeV a 100 TeV). Su gran campo de visión y su ciclo de trabajo (> 95%) permiten buscar fuentes como estos destellos a ciegas. En esta charla, se presenta los resultados de nuestro programa de monitoreo de estos destellos así como la interpretación teórica de los límites superiores derivados. En particular, se reportan los resultados del análisis de datos de HAWC para los destellos más relevantes. Proyecto financiado por Laboratorio Nacional HAWC de rayos gamma, DGAPA-UNAM AG100317, IN111419 y IA102019.

Modera: Ricardo González

16:00 - 16:15 Comparando el modelo pseudo-compleja de la Relatividad General con las nuevas observaciones del EHT *Peter Otto Hess Bechstedt** (hess@nucleares.unam.mx), *Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*; **Expositor*.

Se compara el modelo pseudo-sympléctico de la Relatividad General con las observaciones del EHT. También se investiga el efecto de fluctuaciones cuánticas, aún pequeñas, a la existencia o no de un horizonte de evento

16:15 - 16:30 Análisis y modelado de las observaciones de longitud de onda múltiple del GRB 190114C luminoso *Augusto César Caligula Do Espírito Santo Pedreira** (doaugusto@astro.unam.mx), *Universidade Federal do Rio Grande*; *Nissim Ilich Fraija Cabrera* (nifraija@astro.unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Simone Dichiara* (sdichiara@astro.unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Antonio Edwin Galván Gámez* (agalvan@astro.unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Rosa Leticia Becerra Godínez* (rbecerra@astro.unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Rodolfo Barniol Duran* (barniolduran@csus.edu), *University of Texas*; *Binbin Zhang* (bbzhang@nju.edu.cn), *University of Nevada*; **Expositor*.

Se esperan fotones de muy alta energía (VHE; 10 GeV) de las ráfagas de rayos Gamma (GRB) más cercanas y más brillantes. Estos fotones energéticos podrían proporcionar evidencia convincente sobre los procesos radiativos, la composición de la eyección y las regiones emisoras. Los fotones VHE fueron informados recientemente por la colaboración MAGIC para GRB 190114C. Inmediatamente, el GRB 190114C fue seguido por una campaña de observación masiva que cubrió una gran parte del espectro electromagnético. En este trabajo, obtenemos la curva de luz LAT alrededor de la posición reportada de GRB 190114C y mostramos que exhibe características similares a otras ráfagas brillantes detectadas por LAT; Al analizar las observaciones de longitud de onda múltiple, mostramos que los picos de corta duración son consistentes con el modelo de choque inverso de sincrotrón Self-Compton y las emisiones de larga duración con el modelo estándar de choque directo de sincrotrón.

16:30 - 16:45 Modelling of prompt photometry of first evidence of a multi-wavelength evolution for a flare: GRB 180325A *Rosa Leticia Becerra Godínez** (rbecerra@astro.unam.mx), *Instituto de Astronomía, UNAM*; *Alan Watson* (alan@astro.unam.mx), *Instituto de Astronomía, UNAM*; *Fabio De Colle* (fabio@nucleares.unam.mx), *Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*; *Nissim Ilich Fraija Cabrera* (nifraija@astro.unam.mx), *Instituto de Astronomía, UNAM*; *William H. Lee Alardín* (wlee@astro.unam.mx), *Instituto de Astronomía, UNAM*; **Expositor*.

We present the evidence of the first multi-wavelength evolution GRB from gamma-rays to optical for the flare observed in GRB 180325A using TAROT and RATIR instruments for optical data in the conjunction with the X-ray from *Swift*/XRT and gamma-rays light curve from *Swift*/BAT.

Earlier-times photometry show the signature of late central activity emission. We investigate the evolution of the jet through the different patterns observed in these three frequencies using a semi-analytic model of the dynamic of internal shocks for a relativistic jet with an injection velocity variation.

The late-time light curves and spectra are consistent with the standard forward-shock scenario.

16:45 - 17:00 **Plasma en equilibrio cuasi-térmico en TXS 05056+056 y el destello de neutrinos de 2014-2015** Edilberto Aguilar Ruiz* (*eaguilar@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, UNAM.; Nissim Illich Fraija Cabrera (*nifraija@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, UNAM.; Antonio Marinelli (*antonio.marinelli@pi.infn.it*), Istituto Nazionale di Fisica Nucleare; Antonio Edwin Galván Gámez (*agalvan@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, UNAM.; *Expositor.

En este trabajo se propone que una bola de fuego en equilibrio cuasi-térmico, conocido como bola de fuego de Wien, puede ser capaz de proveer una enorme cantidad de fotones con energías de MeVs que incrementan la eficiencia en la producción de neutrinos mediante interacciones fotohadrónicas. El rango de energía de los neutrinos esperados son 10-20 TeV como los observados en el destello de neutrinos detectado durante el periodo 2014-2015 en TXS 0506+056 pero sin contraparte electromagnética. Nosotros encontramos que este modelo puede explicar exitosamente dicho destello de neutrinos y la no observación de contraparte electromagnética es debido a la falta de datos por la ausencia de observatorios en la banda de algunos MeVs donde el estallido deja su rastro.

17:00 - 17:15 **Seguimiento de galaxias activas con el observatorio de rayos gamma HAWC** Alberto Carramiñana Alonso* (*alberto@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; Sara Coutiño De León (*sara@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Las galaxias activas tienen un papel preponderante como aceleradores extragalácticos de rayos cósmicos, como lo evidencian la emisión de rayos gamma en el rango de GeV de más de mil galaxias activas y la coincidencia de un evento de neutrinos con un objeto BL Lac activo en rayos gamma. Desafortunadamente las observaciones están limitadas en distancia y rango espectral por el proceso de

atenuación de rayos gamma por producción de pares con los fondos cósmicos de luz. Presentamos un seguimiento realizado con datos del observatorio HAWC, instalado en Sierra Negra, Puebla, a una muestra de galaxias activas cercanas ($z < 0.3$) extraída del catálogo 3FHL del satélite espacial de rayos gamma Fermi.

17:15 - 17:30 **Monitoreo de 3 años de HAWC / Swift del flujo de rayos gamma/rayos-X y correlaciones en el BL Lac Mrk 421** José Andrés García González (*cadcamp@hotmail.com*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; María Magdalena González Sánchez (*magda@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Nissim Illich Fraija Cabrera* (*nifraija@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El observatorio de HAWC consta de un amplio campo de visión con 300 detectores de agua de luz Cherenkov que están inspeccionando continuamente 2sr del cielo y opera desde marzo de 2015. La gran muestra de datos recopilada durante más de 3 años hace de HAWC un instrumento ideal para monitorizar, a largo plazo, blazares en la banda de energías muy altas (VHE) dado que no está sesgado hacia ningún estado de flujo o actividad particular de las fuentes. Esto es particularmente relevante para Mrk 421, que es uno de los blazars más cercanos y brillantes en las bandas de rayos gamma/rayos-X y que se clasifica como un objeto BL Lac con pico de sincrotrón alto. Se usaran los datos de HAWC para la emisión de rayos gamma de energías muy altas, en el rango de 300GeV a 100TeV junto con los datos de Swift-XRT para la emisión de rayos X de 0.2 a 10 keV para estimar correlación entre ellas. Proyecto financiado por Laboratorio Nacional HAWC de rayos gamma, DGAPA-UNAM AG100317, IN111419 y IA102019.

17:30 - 17:45 **Estudio del Fondo Difuso de Rayos Gamma con el Observatorio HAWC** Daniel Omar Avila Rojas* (*daniel_avila5@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; José Rubén Alfaro Molina (*ruben@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Nissim Illich Fraija Cabrera (*nifraija@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; María Magdalena González Sánchez (*magda@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El fondo difuso de rayos gamma es interpretado como la emisión de Núcleos Galácticos Activos (AGNs), galaxias de formación estelar, púlsares de milisegundos, GRBs, Supernovas de tipo Ia y otras fuentes que no son lo suficientemente brillantes o son demasiado difusas para ser resueltas individualmente. Sin embargo su composición exacta sigue siendo un problema abierto. Hasta ahora Fermi LAT es el único instrumento que lo ha podido medir hasta energías de 1 TeV. Con un campo de visión instantáneo de 2 sr y un ciclo de trabajo >95%, el Observatorio de Rayos

Gamma HAWC es el instrumento perfecto para estudiar esta emisión a energías de hasta 100 TeV. En este trabajo se expone la motivación para realizar dicho estudio y el análisis que se llevará a cabo con HAWC. Proyecto financiado por Laboratorio Nacional HAWC de rayos gamma, DGAPA-UNAM AG100317, IN111419 y IA102019.

17:45 - 18:00 RESULTADOS DE BÚSQUEDAS DE MATERIA OSCURA CON EL OBSERVATORIO HAWC Sergio Hernandez Cadena* (*skerzot@gmail.com*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; José Erandi Serna Franco (*j_serna@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; José Rubén Alfaro Molina (*ruben@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Búsquedas indirectas de materia oscura a altas energías han ganado mayor relevancia debido al creciente interés en candidatos con masas a la escala de TeV. A diferencia de Telescopios de Imagen Cherenkov, el Observatorio HAWC puede realizar búsquedas en diferentes poblaciones y objetos de estudio, debido a su operación continua (duty cycle > 95%) y amplio campo de visión (8 sr por día). Además, es el experimento con mayor sensibilidad a energías mayores a 10 TeV, por lo que los límites de exclusión en sección eficaz y tiempo de vida de candidatos a materia oscura, son los más restrictivos. Aquí presentamos los resultados de las diferentes búsquedas de señales de aniquilación o decaimiento de materia oscura al cabo de 4 años de operación del Observatorio HAWC. Proyecto financiado por Laboratorio Nacional HAWC de rayos gamma, DGAPA-UNAM AG100317, IN111419 y IA102019

Dinámica de Fluidos Sala de Ex directores DACEA

Moderada: Rosanna Bonasia

8:30 - 9:00 Simulación eficiente de flujos tridimensionales usando volúmenes finitos en dominios irregulares Miguel Ángel Uh Zapata* (*muhzapata@gmail.com*), CONACYT - Centro de Investigación en Matemáticas, CIMAT Mérida; *Expositor.
PENDIENTE

9:00 - 9:15 Modelado de Polímeros Elásticos con un Enfoque de Grano Grueso: Dinámica de Partículas Disipativas José Elías Pérez López (*jelias.perezl@gmail.com*), Instituto de Física Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Gabriela Hilario Acuapan* (*gabriela189816@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla; Rodrigo Guerrero Guerrero (*omegaom713@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla; Erwin García Hernández (*erwin.garcia@live.itsz.edu.mx*), Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla; Armando Gama Goicochea (*agamagoic@gmail.com*), Tecnológico de Estudios Superiores de Eca-

tepec; Rafael Catarino Centeno (*rcatarino@live.itsz.edu.mx*), Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla; *Expositor.

Dinámica de Partículas Disipativas (DPD) es una importante técnica de simulación a escala mesoscópica, con un enfoque de grano grueso (CG) que permite modelar sistemas poliméricos constituidos por partículas de gran tamaño (bead). Una de las aplicaciones de este método es determinar las propiedades tribológicas de sistemas en condiciones de no equilibrio. En el presente trabajo se modelan las propiedades tribológicas de un sistema polimérico elástico (elastómeros) bajo la influencia de un flujo estacionario del tipo Couette. Esto representaría un impacto significativo en el ámbito tecnológico ya que los elastómeros son de gran interés debido a su amplia variedad de aplicaciones. El poliisopreno es un polímero elastómero, siendo uno de los más utilizados en la ingeniería de materiales, y el estudio de sus propiedades reológicas puede facilitar el uso de éste para la fabricación de nuevos productos reduciendo costos de fabricación.

9:15 - 9:30 Numerical Simulation of a Soft Mixer Aldo Figueroa Lara* (*alfil@uaem.mx*), Conacyt-Centro de Investigación en Ciencias; Patrice Meunier (*meunier@irphe.univ-mrs.fr*), Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Équilibre; *Expositor.

The mixing process for high Péclet number is studied experimentally and theoretically in a rotating cylindrical container. When the rotation axis is aligned with the gravity vector, the mixing is poor. However, when there exist a small angle between them, the mixing is greatly increased. A full three-dimensional numerical model coupled with the Diffusive Sheet Method reproduces the main characteristic of the mixing.

10:00 - 10:30 El Centro Regional de Seguridad Hídrica bajo los auspicios de la UNESCO Fernando Jorge González Villareal* (*fjv@pumas.iingen.unam.mx*), Director del Centro Regional de Seguridad Hídrica; *Expositor.
PENDIENTE

10:30 - 10:45 Formación de micro-burbujas de CO2 en agua Itzayana Izquierdo Guzmán* (*itzaizquierdo@ifm.umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Francisco S. Guzmán Murillo (*guzman@ifm.umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Una de las posibles soluciones al problema de la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, como el Dióxido de Carbono (CO₂), es el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan atrapar el gas en reservorios de agua. Una posible forma de lograrlo es almacenando el CO₂ como micro-burbujas en agua. Para crear las micro-burbujas se utiliza un medio poroso que juega el papel de una interfaz porosa que divide un depósito de agua y otro con CO₂. Entonces se permite que el CO₂ atraviese la inter-

faz porosa, lo que fragmenta el espacio ocupado por el gas, después el gas pasa al contenedor de agua en forma de burbujas. El tamaño de la burbuja depende del tamaño de los poros de la interfaz, y de la tensión superficial de las burbujas. En este trabajo se presenta la simulación del proceso de formación de burbujas usando el Método de Lattice Boltzmann para multi-fluidos, se establecen los parámetros del medio poroso para que el tamaño de las burbujas que se pueden formar sea micro.

10:45 - 11:00 Particle Shadow Tracking Velocimetry (PSTV) applied to a compressible gas-particle flow

Carlos Echeverría Arjonilla (carlosea1982@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; David Porta Zepeda (davidporta@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; Catalina E Stern Forgach (catalina@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; José Enrique Guzmán Vázquez (JGuzmanV@ingen.unam.mx), Instituto de Ingeniería; *Expositor.*

In this work we propose a novel particle tracking technique (Particle Shadow Tracking Velocimetry, PSTV) based on the shadow cast by the particles of interest. A detection software complemented by two digital filters was implemented to identify the particles. A distance, Ultra Depth of Field, analogous to the Depth of Field was defined. This distance determines the experimental volume. The technique is applied to a solid-gas compressible flow composed by air and polydispersed glass particles. We have found that the dynamics of the seeds is not affected by the compressibility of the flow. We have measured a drag coefficient and a relative Reynolds number.

Estado Sólido
Auditorio Juchimán

Moderador: Fernando Salazar Posadas

8:30 - 9:00 Teoría cuántica de sólidos: Espacio recíproco vs espacio real

Chumin Wang Chen (chumin@unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM; *Expositor.*

La física del estado sólido se formula tradicionalmente en el espacio recíproco utilizando conceptos como la celda unitaria y la primera zona de Brillouin, así como el teorema de Bloch. Sin embargo, la presencia de interfaces estructurales en los dispositivos electrónicos -tales como diodos y transistores- provoca el rompimiento de la simetría traslacional y en consecuencia inhibe el uso del espacio recíproco. Una alternativa consiste en realizar el modelaje cuántico de estas heteroestructuras en el espacio real, basándose en modelos como el de amarre fuerte. Ahora, el reto es desarrollar métodos eficientes y precisos para abordar un número macroscópico de átomos. En esta charla presentamos un nuevo método de renormalización más convolución capaz de abordar en forma explícita 10^{24} átomos aperiódicamente estructurados. Como ejemplo, aplicaremos dicho método al cálculo de la conductividad eléctrica

en heteroestructuras dentro del formalismo de Kubo, así como al transporte electrónico y fonónico en dispositivos termoelectrónicos. Finalmente, el modelaje cuántico en espacio real de los vórtices en superconductores tipo II y la superconductividad en nanoalambres también serán discutidos.

9:00 - 9:15 Pares de Cooper de huecos en superconductividad

Israel Chávez Villalpando (israelito@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Abraham García Hernández (fisfeynmanl@ciencias.unam.mx), Instituto de Investigación de Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México; Marcela Dolores Grether González (mdgg@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Manuel De Llano De La Garza (dellano@unam.mx), Instituto de Investigación de Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La teoría de la generalización del condensado de Bose-Einstein (GBEC) parte de un gas ideal boson-fermion ternario con electrones desligados como fermiones, pares de Cooper de electrones (2eCPs) y explícitamente pares de Cooper de huecos (2hCPs), ambos como bosones. Se incluyen interacciones que causan formación/desintegración de los pares. En GBEC se tienen como casos especiales la teoría de BCS cuando se tienen igual número de 2eCPs y 2hCPs y también la teoría original BEC. La teoría del crossover BCS-Bose, ampliado con 2hCPs también está contenida en GBEC. La presencia de 2hCPs incrementa notablemente la temperatura crítica T_c comparada con BCS. Se predicen correctamente los valores de T_c/T_F , de varios superconductores elementales, así como $2\Delta(T=0)/kBT_c$, la razón de la brecha (gap) de energía con la temperatura crítica. Al ignorar los 2hCPs se reducen sustantivamente: $\Delta(T=0)/EF$; el calor específico $CV(T, n)$, la entropía $S(T, n)$ y $ns(T)$ la densidad de superfluidez de un SC

9:15 - 9:30 Redes de grafeno no convencionales como filtro pass-band

Arsenio Sánchez Arellano (arsenio.sanchez@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física UAZ; Jesús Madrigal Melchor (jmadrigal.melchor@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física UAZ; Isaac Rodríguez Vargas (isaac@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física UAZ; *Expositor.*

La transmisión de electrones a través de diferentes barreras con altura no uniformes (no convencionales) en grafeno gated y gapped (GSLs) se estudian. Se han evaluado los perfiles de superredes de potencial lineal, gaussiano, lorentziano y Pöschl-Teller. Se ha utilizado una descripción relativista de los electrones en el grafeno, así como el método de la matriz de transferencia, para obtener las propiedades de transmisión. Encontramos que no es posible tener pass-band perfectas o casi perfectas en GSLs con potencial electrostático, independientemente del per-

fil potencial y el número de barreras, existen oscilaciones remanentes en las bandas de transmisión. Por el contrario, se obtienen pass-band casi perfectos para las GSL con huecos. El perfil gaussiano es la mejor opción cuando el número de barreras es reducido, y prácticamente no hay diferencia entre los perfiles para un gran número de barreras.

10:00 - 10:30 Control del flujo de corriente en grafeno Thomas Stegman* (*stegmann@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM; *Expositor.

Discutimos cómo controlar y manipular el flujo de corriente en nanocintas de grafeno por medio de deformaciones mecánicas o por compuertas electrostáticas. Las deformaciones mecánicas dan lugar a una curvatura finita y un campo pseudo-magnético, que se puede utilizar para desviar, dividir o enfocar el flujo de corriente [1]. Además, como el campo pseudo-magnético actúa con el signo opuesto en los electrones en los diferentes valles, mostramos que estas deformaciones pueden usarse para construir un polarizador eficiente para el espín de valle de los electrones [2]. Las heterouniones de grafeno que están constituidas por compuertas electrostáticas también se pueden usar para manipular el flujo de corriente, ya que los electrones siguen un análogo a la ley de Snell de la óptica con un índice de refracción negativo. Además, mostramos que la naturaleza ondulatoria de los electrones da lugar a efectos de interferencia cuántica, que podrían utilizarse para nuevos dispositivos electrónicos [3].

Referencias: [1] T. Stegmann, N. Szpak: New J. Phys. 18:053016 (2016) [2] T. Stegmann, N. Szpak: 2D Mater. 6:015024 (2019) [3] J. E. Paredes-Rocha, E. Mendoza-Sandoval, Y. Betancur-Ocampo, T. Stegmann (en preparación)

10:30 - 10:45 Estudio de las propiedades mecánicas de $In_xGa_{1-x}N$ en fase cúbica. Sergio Agustín García Hernández* (*sergioagustin.ghdz@gmail.com*), Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología; Miguel Ángel Vidal Borbolla (*mavidalborbolla@yahoo.com.mx*), Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología; Vicente Damián Compeán García (*damiancompean@gmail.com*), Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología; Edgar López Luna (*edgar.luna@uaslp.mx*), Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología; *Expositor.

En este trabajo se crecieron una serie de películas delgadas de InGaN con concentraciones que oscilan entre el 27% y el 72%, sobre películas zinc-blenda GaN/MgO(100) mediante PAMBE. Los resultados de XRD muestran un pico de difracción dominante para la estructura Zinc-blenda y la microscopía de fuerza atómica muestra una morfología de mosaico asociada con la estructura cristalina cúbica. Mediante la técnica de nanoindentación, con una punta de diamante de tipo Berkovich se obtuvieron curvas de

carga-desplazamiento. Estas curvas se analizaron utilizando el método propuesto por Oliver-Pharr para obtener el módulo de Young y la dureza, que es el principal interés de esta investigación, debido a que estas propiedades mecánicas no se han estudiado experimentalmente para β -GaN y β -InGaN. Los fenómenos pop-in se observaron durante la carga solo en un rango de profundidad de la curva de carga-desplazamiento los cuales se deben a las dislocaciones del material.

10:45 - 11:00 Micro-fotoluminiscencia de películas delgadas de GaSeTe Osvaldo Del Pozo Zamudio* (*osvaldoo@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Jacob Adrián Collazo Vázquez (*jac.gb@outlook.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Raúl Eduardo Balderas Navarro (*raul.balderas@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Andrei Gorbachev (*andre@cactus.iico.uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Jorge Puebla Nuñez (*j.puebla.n@gmail.com*), Center for Emergent Matter Science, RIKEN; Edgar Armando Cerda Méndez (*edgar.cerda@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Los materiales en capas han atraído la atención recientemente a partir del estudio de una monocapa de grafito (grafeno). Inspirados en estos estudios, se comenzó una intensa investigación a diferentes tipos de materiales similares al grafito, tales como los dicalcogenuros de metales de transición (DMTs) y, en menor medida, los calcogenuros de galio. En este trabajo se presenta el estudio de un material ternario perteneciente a este último tipo: GaSeTe, el cual es un semiconductor con una banda prohibida (E_g) de 1.89 eV en bulto. Las películas delgadas (< 250 nm) fueron obtenidas mediante microfotoluminiscencia mecánica y se estudió la dependencia de E_g con el espesor por medio de espectroscopía de microfotoluminiscencia (μ FL). En contraste con los DMTs, la señal de luminiscencia disminuye con el espesor, lo que indica una transición de brecha directa a indirecta. El estudio realizado es motivado por su potencial uso en dispositivos basados en heteroestructuras de van der Waals.

Física Nuclear
Auditorio de la Biblioteca Central

Moderadora: Paulina Amador

8:30 - 9:00 Transiciones cuántico-caóticas en el núcleo atómico Víctor Manuel Velázquez Aguilar* (*vicvela@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Diego Alberto Lara Bustillos (*godie_dalb@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Leonardo López Hernández (*leonardo.physic_26@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Enrique López Mo-

reno (elmlix@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. En esta charla mostramos que el núcleo atómico es un buen escenario para describir el proceso inicial de decoherencia cuántica. Un análisis teórico de la pureza de los estados nucleares en función de la interacción cuadrupolar y en consecuencia de la forma del núcleo produce una transición de estados cuánticos a estados caótico-cuánticos. Analizamos también la pertinencia de que en un futuro, la información cuántica también pueda procesarse a nivel nuclear y no sólo a nivel atómico.

9:00 - 9:15 **La importancia de principio de Pauli en núcleos ligeros** Peter Otto Hess Bechstedt* (hess@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.

Se aplica el Modelo Semialgebraico para Cúmulos Nucleares (SACM por sus siglas en inglés) para investigar la estructura de 12-C y 18-O. Se muestra, que tomando en cuenta el principio de Pauli, la estructura interna y su interpretación es completamente diferente comparado con un modelo que no toma en cuenta el principio de Pauli. También se demuestra que la diferencias se muestran en el espectro de los núcleos.

9:15 - 9:30 **Cúmulos de partículas alfa en núcleos impares** Adrian Horacio Santana Valdés* (adcioval@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Roelof Bijker (bijker@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.

Se investiga la importancia de cúmulos de partículas alfa en núcleos impares. Se presenta un modelo de cúmulos para núcleos impares, que es análogo al modelo de Nilsson, pero para potenciales de cúmulos [1, 2]. La configuración geométrica de las partículas alfa se ve reflejada en la estructura de las bandas rotacionales, las cuales pueden ser utilizadas como huellas dactilares de la simetría puntual subyacente. Se discute una aplicación al espectro del núcleo 13C [3]. Los resultados fueron obtenidos enteramente por consideraciones de simetrías y como tal proveen un punto de referencia para cálculos microscópicos de primeros principios de la estructura nuclear [4]. [1]. V. Della Rocca, R. Bijker and F. Iachello, Nucl. Phys. A 966, 158 (2017). [2] A. H. Santana Valdés and R. Bijker, J. Phys. Conf. Ser. 1078, 012019 (2018). [3] R. Bijker and F. Iachello, Phys. Rev. Lett. 122, 162501 (2019) [4] R. Bijker and F. Iachello, Progr. Part. Nucl. Phys. (2019), en prensa [arXiv:1903.04076]

10:00 - 10:30 **Neutrones lentos desentrañando la física más fundamental** Libertad Barrón Palos* (libertad@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En esta charla se hablará de cómo los neutrones de bajas energías juegan hoy en día un papel fundamental en la investigación de algunas de las cuestiones más enigmáticas en la física contemporánea, como son el estudio de

simetrías e interacciones fundamentales y la búsqueda de física nueva.

10:30 - 10:45 **SECCIONES DE FUSION PARA EL SISTEMA ${}^9\text{Be} + {}^{51}\text{V}$ A ENERGÍAS ALREDEDOR DE LA BARRERA COULOMBIANA** Enrique Martínez Quiroz* (enrique.martinez@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Juan Carlos Morales Rivera (juancar.moriv@gmail.com), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Paulina Amador Valenzuela (paulina.amador@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Eli Francisco Aguilera Reyes (eli.aguilera@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; David Lizcano Cabrera (david.lizcano@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.

Recientemente se midieron las secciones de fusión para el sistema ${}^9\text{Be} + {}^{51}\text{V}$, usando la técnica de rayos gamma, a energías 2.6 MeV por debajo de la barrera Coulombiana ($B = 16.0$ MeV), con el acelerador Tandem del ININ. En el presente trabajo se reportan medidas complementarias, hechas a energías alrededor de la barrera Coulombiana, en el intervalo de energías de bombardeo de 13.44 a 17.44 MeV. Los resultados obtenidos confirman que en el proceso de fusión-evaporación, a las energías consideradas, la emisión de neutrones es el canal dominante, acorde con las predicciones de los códigos de fusión-evaporación PACE2, LILITA y CASCADE.

10:45 - 11:00 **Puesta a punto de un sistema de bajo fondo para la caracterización de radiación gamma en matrices naturales** Karen Patricia Gaitán De Los Ríos* (krndelosrios@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Armando Acosta Sánchez (acosta@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Carmen Griselda Méndez García (griselmendez@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México - CONACYT; Pedro Santa Rita (phs737@bham.ac.uk), University of Birmingham; Rocío García Martínez (gmrocio@atmosfera.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Arcadio Huerta Hernández (arcadio@fisica.unam.mx), Instituto de Física-Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Ángel Martínez Carrillo (mangel@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; María Esther Ortiz Y Salazar (ortiz@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se realizó la puesta a punto de un sistema blindado para la medición a bajo fondo de radiación gamma proveniente de muestras naturales como agua o sedimentos. El sistema forma parte de los equipos con que cuenta el laboratorio de Radiaciones-2 de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Se midió el fondo natural y se realizó su comparación con otros espectros en diversas regiones de la Tierra, además de realizar una calibración precisa, utilizando diversas fuentes gamma comerciales. Los primeros

resultados han permitido identificar radioisótopos como el cosmogénico Be-7 en muestras de agua de lluvia.

Física Nuclear
SUM Juchimán

Moderador: Peter Otto Hess

16:00 - 16:12 **Mediciones y análisis de la dispersión cuasi elástica de ${}^7\text{Li}$ en ${}^{58}\text{Ni}$** Juan Carlos Morales Rivera* (juancar.moriv@gmail.com), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Paulina Amador Valenzuela (paulina.amador@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; 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; Vijay Raj Sharma (phy.vijayraj@gmail.com), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; David Lizcano Cabrera (david.lizcano@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares del análisis de la dispersión cuasi elástica del sistema ${}^7\text{Li} + {}^{58}\text{Ni}$, recientemente medido en el Laboratorio del Acelerador Tandem EN de 6MV del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Las energías del haz consideradas fueron 12.0, 13.0 y 14.22 MeV, estando éstas alrededor de la barrera ($E_{lab}=13.56$ MeV). Los resultados son comparados con las medidas experimentales tomadas en 2016, por el mismo grupo, con la finalidad de refinar los datos experimentales obtenidos. Se presentan también respectivos cálculos de Modelo Óptico.

16:12 - 16:24 **El modelo semimicroscópico algebraico de cúmulos (SACM): ${}^{32}\text{S}$ y el concepto de forbiddenness** Leonardo Javier Chávez Núñez* (jcnu0502@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Peter Otto Hess Bechstedt (hess@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El modelo semimicroscópico algebraico de cúmulos (SACM, por sus siglas en inglés) es aplicado al sistema ${}^{16}\text{O} + {}^{16}\text{O} \rightarrow {}^{32}\text{S}$, en orden de construir un espacio microscópico, que cumpla con el Principio de Exclusión de Pauli (PEP), se ha tenido que introducir el concepto de forbiddenness. Es llamado semimicroscópico a razón de que el Hamiltoniano utilizado es fenomenológico, y no microscópico.

El espectro experimental es bien reproducido por el modelo, al igual que los valores de transición.

Se introduce en concepto de "forbiddenness" en un sistema de dos cúmulos y se muestra su importancia en el caso de ${}^{32}\text{S}$. Se comparan los resultados con el experimento y otros cálculos.

16:24 - 16:36 **Complejidad de los estados nucleares y entropía de información como medida de la caoticidad en espectros de ${}^{48}\text{Ca}$** Leonardo López Hernández* (leonardo.physic_26@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias UNAM; Víctor Manuel Velázquez Aguilar (vicvela@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias UNAM; Diego Alberto Lara Bustillos (godie_dalb@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias UNAM; *Expositor.

El término del caos se atribuye regularmente al desorden, en el régimen clásico se entiende a través del concepto de trayectoria y se cuantifica la caoticidad de un sistema mediante los coeficientes de Lyapunov. En el régimen cuántico no se puede dar una generalización debido a la no determinación de la teoría cuántica, sin embargo, se han desarrollado conceptos y métodos para determinar si un sistema cuántico es caótico, un buen ejemplo se tiene en el núcleo. En este trabajo se estudia el sistema nuclear de ${}^{48}\text{Ca}$ y se caracteriza una medida de caos utilizando la entropía de información de los estados nucleares en la base del modelo de capas.

16:36 - 16:48 **Fusion reaction at energies near and below the Coulomb barrier for the ${}^{10}\text{B}+{}^{27}\text{Al}$ system** Vijay Raj Sharma* (phy.vijayraj@gmail.com), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Eli Francisco Aguilera Reyes (eli.aguilera@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Juan Carlos Morales Rivera (juancar.moriv@gmail.com), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Paulina Amador Valenzuela (paulina.amador@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Enrique Martínez Quiroz (enrique.martinez@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; David Lizcano Cabrera (david.lizcano@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.

Nuclear Reactions around the Coulomb barrier are complex in nature due to the existence of non-fusion channels at these energies, and offers excellent opportunities to explore several dynamical effects as well as the subtle effects of nuclear structure. Some of the outstanding issues related to nuclear reactions at these energies are: the role of nucleon transfer events in the manipulation of fusion cross-section, and pairing correlations. As such, a program has been undertaken to carry out some conclusive measurements for the ${}^{10}\text{B}+{}^{27}\text{Al}$ system at energies 1.2 – 1.7 MeV/A. The experiment based on gamma spectroscopy has been performed at the Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Mexico, to obtain the fusion cross-sections at several beam energies. Experimental details, analysis and preliminary results will be presented during the conference. This work is partially supported by the CONACYT.

16:48 - 17:00 **Acoplamiento electromagnético de bariones pesados y pentaquarks** Emmanuel Ortiz Pacheco* (emmanuelo@ciencias.unam.mx), Instituto

de Ciencias Nucleares, UNAM; Roelof Bijker (bijker@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.

Se presenta un estudio de decaimientos radiativos de bariones pesados y pentaquarks en el modelo de quarks de formado, en el cual se distingue entre las masas de los quarks ligeros (q) y los quarks pesados (Q). En particular, se enfoca la discusión en los decaimientos de los hiperones Σ_Q y Λ_Q con un quark pesado ($Q = c$ o $Q = b$). La generalización a los demás bariones pesados es obtenida de manera inmediata. Adicionalmente se presenta una clasificación de estados pentaquark con "hidden charm" y contenido de sabor uudcc. Sólo un número muy pequeño de todos los posibles estados pentaquark puede ser excitado en experimentos de fotoproducción, el cual es de interés para los esfuerzos experimentales actuales en JLab para excitar estados pentaquark con pruebas electromagnéticas [1]. [1] E. Ortiz-Pacheco, R. Bijker and C. Fernández-Ramírez, J. Phys. G Nucl. Part. Phys. 46, 065104 (2019).

Moderador: Enrique Martínez Quiroz

17:00 - 17:12 **Montaje e instalación del espectrómetro de Bonner extendido en el Centro Nuclear de México** Miguel Ángel Sánchez González* (miguelsgfciencias@gmail.com), 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; Ghiraldo Murillo (ghiraldo.murillo@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Eliud Moreno (eliud.moreno@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Arcadio Huerta Hernández (arcadio@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Efraín Chávez (chavez@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Eduardo Andrade (andrade@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Con el objeto de continuar con las medidas del espectro de energía de los neutrones cósmicos, el espectrómetro de Bonner extendido construido conjuntamente por el ININ y el IFUNAM, se ha instalado en el Centro Nuclear del ININ, iniciándose la acumulación de los datos. Se presentarán los resultados obtenidos hasta ahora.

17:12 - 17:24 **Desarrollo de dispositivo electromagnético para polarización por MEOP y transporte de espín de ^3He utilizado como co-magnetómetro para la medición del momento dipolar eléctrico del neutrón** Tania Zanatta-Martínez* (taniazm@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Libertad Barrón Palos (libertad@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El momento dipolar eléctrico del neutrón (nEDM) podría contribuir a nuestro entendimiento de la asimetría entre materia y anti-materia en el Universo, pues el descubrimiento de un nEDM distinto de cero implicaría nueva física que violaría la simetría CP (conjugación de carga y paridad). La colaboración nEDM@SNS, que pretende medir el nEDM en la Spallation Neutron Source del Oak Ridge National Laboratory, cuenta con aparatos de prueba para estudios sistemáticos y operacionales en el reactor de investigación PULSTAR (NCSU). Actualmente se desarrolla en la UNAM, como parte de dicha colaboración, un dispositivo magnético cuya función es mantener la polarización (via Bombeo Óptico de Intercambio de de Metastabilidad, MEOP) de ^3He y transportarlo para ser introducido en un criostato y blindaje magnético donde la precesión de spin de neutrones ultra-fríos (UCN) es medida, sin afectar las condiciones rigurosas de campo magnético de la región del criostato requeridas.

17:24 - 17:36 **Espectro mesónico resultante de aplicar la aproximación de fase aleatoria a un modelo de QCD efectivo a bajas energías** Peter Otto Hess Bechstedt (hess@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Guillermo Alan Alcántara Marín* (alcantara_mga@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En este trabajo se presenta una comparativa del espectro mesónico a bajas energías (menores a 1 GeV) de las mediciones experimentales con los resultados obtenidos de un Hamiltoniano efectivo que simula las interacciones entre quarks mediante un potencial compuesto por un término lineal y uno de tipo coulombiano escogiendo una base de tipo oscilador armónico para la cuantización de los campos de quarks y como primera aproximación no toma en cuenta las interacciones entre gluones. Se resume la construcción del modelo, se discute la elección de la base, la aplicación del método de Random Phase Approximation para la resolución al problema de muchos cuerpos, se comentan las ventajas del modelo, que tanto se asemejan los resultados y como podrían mejorarse los ajustes.

17:36 - 17:48 **Desarrollo e instalación de un prototipo de chopper en el reactor TRIGA del ININ** Armando Varela (armando.varela@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Rafael Policroniades (rafael.policroniades@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Ghiraldo Murillo (ghiraldo.murillo@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Eliud Moreno (eliud.moreno@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Miguel Ángel Sánchez González* (miguelsgfciencias@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Francisco Javier Ramírez (francisco.ramirez@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Ivan José Becerra (ivan.j.becerra.g@gmail.com), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Roberto Raya (roberto.raya@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.

gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Simón Cruz (*simon.cruz@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Rodolfo Amador (*rodolfo.amador@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.

Con el objeto de dotar al reactor Triga del ININ, de la infraestructura que permita la implementación de aplicaciones nucleares indispensables para el desarrollo del país, se ha diseñado, construido y montado, en la columna térmica horizontal del reactor, un Chopper electromecánico tipo Fermi, que permite la medición del espectro de energía de los neutrones provenientes de la columna térmica. Durante la plática se presentaran las características y los resultados obtenidos con el mismo.

17:48 - 18:00 Colisión de iones ligeros Luis Martín Sandoval Magallanes (*lsandovalm@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Chiapas; Jorge Jara Jiménez* (*jrgjrm@gmail.com*), Universidad Politécnica de Chiapas; Ana Laura García Martínez (*lawi77@gmail.com*), Universidad Politécnica de Chiapas; Eglain Constantino Cortés (*eglaincc@hotmail.com*), Universidad Politécnica de Chiapas; Roberto Arceo Reyes (*roberto.arceo@unach.mx*), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

Se calculó la sección eficaz diferencial del ion ^3He con elementos de masa atómica menores a 20 uma. Se realiza el cálculo usando el software SRIM-2013 y empleando la aproximación de Bohr. El análisis realizado es comparado con datos experimentales existentes en la literatura.

Física de Radiaciones Sala de la Laguna I

8:30 - 8:50 Feasibility of Formation of Ge 1-x-y Si x Sn y layers With High Sn Concentration via Ion Implantation Floyd D. Mcdaniel* (*Floyd.McDaniel@unt.edu*), University of North Texas, Denton Texas, USA.; *Expositor.

By increasing Sn concentration in Ge 1-y Sn y and Ge 1-x-y Si x Sn y systems, the materials can be tuned from indirect to direct bandgap along with increased electronic and photonic properties. Efforts have been made to synthesize Sn-Ge and Ge-Si-Sn structures and layers to produce lower direct-band gap materials. Due to low solid solubilities of Sn in Ge and Si-Ge layers, high concentrations of Sn are not achieved by traditional synthesis processes such as chemical vapor deposition or molecular beam epitaxy. Implantation of Sn into Ge or Si-Ge systems, followed by rapid thermal annealing or pulse laser annealing, is shown to be attractive technique for increasing the Sn concentration, which can increase the efficiency in photovoltaic applications. In this presentation, dynamic ion-solid simulation results are presented. Simulations were performed to determine optimal beam energy, implantation order, and fluence for a multi-step ion-implantation based synthesis process.

8:50 - 9:10 A GEANT4 study of a gamma-ray collimation array Jorge Alberto Lopez* (*jorgelopez@utep.edu*), Universidad de Texas en El Paso; Selim Sabag Romero González (*selimiles@live.com*), Universidad de Texas en El Paso; Omar Hernández Rodríguez (*omar.103990.uacj@gmail.com*), Universidad de Texas en El Paso; Jason Holmes (*jmholfmes@asu.edu*), Arizona State University; Ricardo Alarcon (*RICARDO.ALARCON@asu.edu*), Arizona State University; *Expositor.

Proton therapy for cancer treatment presents the problem of identifying the area stopping the protons. In plain words, what is the proton beam hitting? Since one of the main interactions of the proton beam with the body components leads to the productions of gamma rays, the question posed can be answered by looking at the gamma rays escaping from the body during the radiation. Since these gammas escape the body in all possible directions, a focusing mechanism is needed for their analysis. In this work, we use GEANT4 to study possible designs of a lead collimator that would best focus gammas being produced by a radial source.

9:10 - 9:30 Simulation with GEANT4 of the X-ray phase contrast effect on micrometric gratings Marcos Gael De La Cruz Vicencio* (*mdelacruz@fis.cinvestav.mx*), CINVESTAV; Ildefonso León Monzón (*ileonmon@gmail.com*), Universidad Autónoma de Sinaloa; Gerardo Herrera Corral (*gherrera@fis.cinvesta.mx*), CINVESTAV; Abdiel Ramírez Reyes (*abdiel.ramirez@uacj.mx*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; *Expositor.

The X-ray imaging is based on changes in amplitude; however, it does not consider the effects of the phase changes of the X-rays. Phase Contrast Imaging detects phase changes in the X-rays when passing through a little attenuating object, giving details that conventional X-ray does not give. In this work we start from the theoretical foundations of Phase Contrast Imaging, for X-rays based on diffraction gratings, this technique search to generate better radiological images that conventional techniques, with lower doses and less time of exposure to radiation. Next, we develop and build a simulation with GEANT4, which manages to reproduce the main effects of a Phase Contrast for X-rays experiment bases on gratings. The simulation considers the generation of X-rays electromagnetic radiation, the interaction of the radiation with the medium, a grating and object study, as well as screens and detectors. Finally, the results were analyzed and compared with existing experimental data.

10:00 - 10:20 Effect of laser radiation on biomolecules Ignacio Alvarez Torres (*ialvarez@fis.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas Unam; Luisa Hallado Abaunza (*luisa.hallado@gmail.com*), Posgrado en Ciencias Químicas; Eladio Prieto Zamudio (*eladio.pz@icf.unam.mx*), Posgrado en Ciencias Químicas; Carmen Cisneros Gudiño* (*carmen@fis.unam.mx*), Instituto de Ciencias

*Físicas Unam; Alfonso Guerrero Tapia (alfonsog@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas Unam; *Expositor.*

One of the questions of great interest today is the effect of radiation on DNA and RNA molecules. Damage to these molecules can be caused directly by radiation or indirectly by secondary electrons created by radiation. The study of the ionic fragments produced in their components: uracil (U), adenine (A), cytosine (C), guanine (G) or thymine (T) by photon interaction is very important, since these play a fundamental role in coding, decoding, regulation and gene expression. It is believed that some of them played an important role in the origin of life. Space observations indicate that they could be found outside the Earth and has been detected in meteorite debris. In this paper, a comparison of experimental results on the effects of laser radiation in (U) and (A) belonging to two different ring groups, purines and pyrimidines respectively, which are linked to form the AU pair of the RNA are presented.

10:20 - 10:40 Degradation effects in lead halide perovskites via atomic multiplet theory *Miguel Castro-Colin* (m.castrocolin@gmail.com), Bruker AXS; Jorge Alberto Lopez (jorgelopez@utep.edu), University of Texas en El Paso; *Expositor.*

It is well known that despite their competitive power conversion efficiency, lead halide perovskites are also very sensitive to degradation, which has hindered their applicability. Understanding degradation is then of paramount relevance for this and similar structures. Earlier, we have studied degradation experimentally on methylammonium lead iodide (MAPbI₃) structures exposed to temperatures ranging from room temperature up to 200 °C. Experimental results with XPS indicate that the regions of interest to discuss degradation of MAPbI₃ are those of I d, O 1s, C 1s, and Pb f, about 620, 533, 285, and 140 eV. We simulated bonding within those spectral regions using Cowan's atomic structure code. The approach is therefore that of atomic multiplet theory. Emphasis orbits about oxygen diffusion and its effect in the perovskite structure in the energy regions mentioned.

10:40 - 11:00 How do uncertainties in atomic parameters influence theoretical predictions of x-ray production cross sections by proton impact? *Javier Miranda Martín Del Campo* (miranda@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

The emission of characteristic x-rays induced by proton impact is a phenomenon known since the first half of the 20th century. Its more widely known application is the analytical technique Particle Induced X-ray Emission (PIXE). Several models have been developed to calculate, first, ionization cross sections and then the subsequent x-ray production cross sections. However, to carry out the comparisons of these predictions with experimental data it is necessary to use atomic parameters databases (fluores-

cence yields, Coster-Kronig transition probabilities, emission rates) that also have experimental uncertainties. In this work it is demonstrated how these values do not allow to decide which model describes more accurately the cross sections, due to a final "theoretical uncertainty" obtained through the propagation of the original uncertainties.

11:00 - 11:20 Analysis of indoor radon distribution within a room by means of computational fluid dynamic simulation (CFD) *José Abraham Lima Flores* (jeamlars2099@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Guillermo Espinosa García (espinosa@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Martín Rodolfo Palomino Merino (palomino@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Castaño Meneses (vmcastano@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Radon gas is recognized by international organizations as the main contributor of radiation environmental to which human beings are exposed. The emanation and the income of the gas inside a room will generate a negative impact on the quality of the air when the place is not properly ventilated. Understanding how this gas will be distributed inside the room will allow to predict the spatial and temporal variations of radon levels and identify these parameters will provide important information that researchers can be used for calculate radiation dose exposure. Currently, several researchers use the Computational Fluid Dynamic technique to simulate the distribution of gas radon. This technique provides the field of flow velocity and gas dispersion pattern. This work presents the results obtained in a simulation development with the CFD technique, that shows the propagation of radon gas in a room with little ventilation.

11:20 - 11:40 Radiation-induced reactions of succinic acid in aqueous solution: An agent-based model *Ana Leonor Rivera López* (ana.rivera@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Sergio Ramos Bernal (ramos@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Alicia Negrán Mendoza (negrán@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

An approach to studying the formation of critical bio-organic compounds in the early Earth is to simulate in the laboratory possible processes that may occur in primitive scenarios. In this context, the evolution of succinic acid in an aqueous media exposed to gamma radiation, as starting material produced more complex prebiotic molecules. To describe the products generated by the interaction of the different elements under radiation, there is a mathematical model that considers chemical reactions as nonlinear ordinary differential equations based on the mass balance of all the species, that has been implemented here by an agent-based model. In the model, each chemical species involved is considered an agent that can interact

with other species with known reaction rates, and the radiation is considered as a factor that promotes product formation. The results from the agent-based model are compared with the molar concentrations of succinic acid, and its products obtained in the lab.

11:40 - 12:00 **Antimicrobial poly(urethane) catheters synthesized by grafting-radiation method doped with silver nanoparticles** Victor Hugo Pino Ramos* (*vickor_ari@hotmail.es*), Instituto de Ciencias Nucleares; Emilio Bucio Carrillo (*ebucio@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Expositor.

Tecoflex® polyurethane (PU) catheters were superficially modified with acrylic acid (AAc) with the aim to obtain a biocidal surface with the ability to prevent bacterial proliferation on this kind of medical devices. AAc was grafted by means of the oxidative pre-irradiation technique using ^{60}Co as gamma rays source and water as solvent. Kinetics grafting was studied by varying the applied dose and reaction time to obtain catheters with different grafting yield. Modified catheters were characterized by means of FTIR-ATR, thermogravimetric analysis (TGA), ^{13}C NMR, scanning electron microscopy (SEM), swelling degree and critical pH. Silver nanoparticles (Ag^0) were affixed onto the grafted catheters; silver-impregnated catheters in vitro showed good inhibitory growth action against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria, presenting good inhibitory activity on surroundings of material.

12:00 - 12:20 **Elemental analysis of PM10 and PM2.5 samples from a site in southwest Mexico City** Lourdes Verónica Mejía Ponce (*lumejiaponce@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Carlos Pineda Santamaría (*pineda@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Antonio Mendoza Flores (*Fyziko@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Salvador Reynoso Cruces (*salvadoreynoso17@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Javier Miranda Martín Del Campo* (*miranda@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Alfonso Enrique Hernández López (*q.aehlo@gmail.com*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Suspended particulate matter is one of the major contributors to atmospheric pollution in the Metropolitan Area of Mexico City (MAMC). There is a lack of information about the composition of these airborne particles, especially regarding their temporal behavior during the day. Therefore, in this work the results of a sampling campaign carried out in southwest Mexico City, from March to May 2019. PM10 and PM2.5 samples were collected along three periods: 7:00 h to 13:00 h, 13:00 h to 19:00 h, and 19:00 h to 7:00 h (next day). Simultaneous collection of PM10 and PM2.5 was done with an Ecotech sampler during the day periods. Elemental analyses were performed

with X-ray fluorescence. Mean and median concentrations are given, and the influence of biomass burning events during May 2019 is carefully discussed. Work supported in part by DGAPA-UNAM through PAPIIT IN-101719.

12:20 - 12:40 **Photorefectance study of GaN films grown by MBE** Blanca Estela Zendejas Leal* (*blanca@fis.cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Yenny Lucero Casallas Moreno (*yenycasallas@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Cristo Manuel Yee Rendón (*cristo.m.yee@gmail.com*), Universidad Autónoma de Sinaloa; Jaime Santoyo Salazar (*jsantoyo@fis.cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Jorge Ricardo Aguilar Hernández (*jaguilar@esfm.ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional; Carlos Vázquez López (*cvlopez@fis.cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Salvador Gallardo Hernández (*sgallardo@fis.cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Arturo Escobosa Echavarría (*escobosa@cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Jorge Huerta Ruelas (*jahrmex@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Máximo López López (*mlopez@fis.cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Cubic crystallographic phase GaN films were grown by MBE on GaAs substrates (001). Photorefectance spectra were obtained in the temperature range 14 to 300 K. A shift of 30 meV of the energy gap was obtained as the temperature was decreased. In addition, oscillatory features in the photorefectance spectra were observed. Optical interference effects have been identified as the source of these features. Acknowledgements: Prodep Fortalecimiento de CA, Clave: CINVESTAV-CA-15.

12:40 - 13:00 **Spectrophotometric study of dyes polymeric gels, after gamma irradiation process for its possible use as radiation dosimeters** Adriana Leticia Melendez López* (*adriana.melendez@nucleares.unam.mx*), INSTITUTO DE GEOLOGIA; María Fernanda García Hurtado (*garcia.hf@ciencias.unam.mx*), FACULTAD DE CIENCIAS; Jorge Armando Cruz Castañeda (*jorge.cruz@nucleares.unam.mx*), INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES; Alicia Negrón Mendoza (*negron@nucleares.unam.mx*), INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES; Sergio Ramos Bernal (*ramos@nucleares.unam.mx*), INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES; Alejandro Heredia Barbero (*aheredia@nucleares.unam.mx*), INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES; *Expositor.

A dosimeter is an instrument that measures directly or indirectly the energy absorbed in an irradiated sample. A polymeric gel dosimeter is a tool used for radiotherapy

treatment verification. This work aims to study with spectrophotometric techniques, prepared polymeric gels (colored with organic dyes) after gamma irradiation (Gamma-beam 651-PT at Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM). In this study, experimental parameters such as dose rate, temperature, and other dosimetric parameters have been controlled and optimized to get less uncertainty as well as reproducible and reliable results. The obtained results suggest that these polymeric gels may have good qualities to propose them as dosimeters for Gy to kGy dose, but more studies are needed to suggest this dosimetry system.

16:00 - 16:20 An x-ray vision of the periodic table José Jiménez Mier Y Terán* (*jimenez@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

In the International Year of the Periodic Table a review is made of general aspects of the interaction between x-rays and atoms. A reminder of Moseley's observation of a direct relationship between the square root of the frequency of x-rays emitted by an atom and the atomic number Z is made. This allowed him to predict the existence of three of the last elements unknown at that time with $Z \leq 92$, namely Tc, Pm and Re. These elements were later identified in laboratories. In this presentation special emphasis is put in the interaction between soft x-rays and atoms in the 2p-row (B – Ne) and in the 3d transition metals (Sc – Cu). X-Ray absorption (XAS) and emission (XES) spectra give very precise information about the electronic structure of compounds containing these atoms, which allow the identification of oxidation states or the environment symmetry. Specific examples show how basic atomic structure calculations are crucial for a correct interpretation of experimental spectra.

16:20 - 16:40 Analysis of DDM into gamma radiation Concepción Arellano Celiz (*sir_neutrino@yahoo.com.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Olga Guadalupe Félix Beltrán* (*olga.felix@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Enrique Barradas Guevara (*barradas@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ana Aurelia Avilez López (*ana.avilez.lopez@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

We are interested in the purpose of a dipolar fermionic particle as a viable candidate of Dark Matter (DDM). Then, we study the annihilation of dark matter into photons, considering it as a neutral particle with non vanishing magnetic (M) and electric (D) dipolar moments. The total annihilation cross section $\sigma(\chi\bar{\chi} \rightarrow \gamma\gamma)$ is computed by starting from a general form of coupling $\chi\bar{\chi}\gamma$ in a framework beyond to Standard Model (BSM). We found that candidates with small masses within the ranges $m_\chi \leq 10$ GeV, $D \sim 10^{-16}$ e cm are required in order to satisfy the current cosmic residual density.

16:40 - 17:00 Implications of Spontaneous CP violation in SM-S3 Javier Montaña Peraza* (*jmpunky@gmail.com*), Universidad de Sonora; José Enrique Barradas Guevara (*olgafelixbeltran@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Olga Guadalupe Félix Beltrán (*olgafelixbeltran@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ezequiel Rodríguez Jauregui (*erodriguez@correo.fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

The Yukawa parameters enters as free parameters In the Standard Model (SM), however extending the SM using discrete flavor symmetries some constrains might be imposed. In the SM-S3 Higgs sector we have three SU(2) Higgs fields which allows Spontaneous CP violation. We found constrictions for Yukawa parameters when we have spontaneous CP violation (CPV) in the extended SM with flavour permutational symmetry of three objects S3, within this framework we compute the Jarlskog invariant with implications in the Yukawa parameters, that is important because we don't have a ground theory for the Yukawa parameters.

17:00 - 17:20 Study of the effect of gamma irradiation on curcumin Edgar Islas Ortíz* (*islasortize@gmail.com*), Facultad de Química, Posgrado de Ciencias Químicas, Universidad Nacional Autónoma de México; Eugenio Octavio Reyes Salas (*octavio_reyessalas@yahoo.de*), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México; Alicia Negrón Mendoza (*negron@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Adriana Leticia Melendez López (*adriana.melendez@ciencias.unam.mx*), Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México; Adela Margarita Reyes Salas (*adelars@unam.mx*), Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México; Gerardo Reyes García (*gerrancio@gmail.com*), Facultad de Química, Posgrado de Ciencias Químicas, Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Armando Cruz Castañeda (*jorge.cruz@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Eduardo Madrigal Lagunas (*eduardomadrilag@gmail.com*), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

The active ingredient in turmeric (*Curcuma longa*) is curcumin (a natural antioxidant). This ingredient is in the place of the plant, being dried and ground. For sale, it is required that the product presents the properties of safety for consumption, which can be achieved by ionizing radiation, a technique widely used in the industry to destroy harmful biological organisms in food and other food products; ensuring hygienic quality.

The objective of this study is to know the effect of gamma radiation on curcumin exposed to different doses of concentration and irradiation. Determining the concentration of curcumin by means of electrochemical techniques, such as polarography and voltamperometry; as well as the pro-

ducts of the decomposition, to evaluate the convenience of the use of ionizing radiation for the human consumption of this product. The irradiations were performed in the Gammabeam 651 PT, at Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

17:20 - 17:40 RADIOLYSIS OF FORMIC ACID AND ACETIC ACID: A SIMULATION OF A PRIMITIVE ENVIRONMENT Lucía Adriana González López* (*glla@exalumno.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; María Colín García (*maria.colin@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; Alicia Negrón Mendoza (*negron@nucleares.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

In the primitive Earth, the radiation came primarily from UV rays, radioisotopes contained in minerals, and radioactive elements in the primitive oceans (40K). The interaction of radiation with water, produces reactions that possibly represents an essential source of new molecules. The interactions among the organic molecules and the environment in the early Earth, are little known. It has been suggested that simple carboxylic acids, like formic acid and acetic acid may have been synthesized in the early stages of planet formation. Formic acid participates in cellular metabolic pathways to obtaining energy. On the other hand, acetic acid is an important precursor in the cellular respiration cycle. The radiolysis of these carboxylic acids in O₂-free aqueous solution at pH acid, was investigated using gamma radiation and a mineral surface, to know the possible role that could have played this energy source in the decomposition of organic molecules and its relevance in chemical evolution.

17:40 - 18:00 STABILITY OF GLYCINE IN SALINE SOLUTIONS EXPOSE TO IONIZING RADIATION Laura Patricia Cruz Cruz* (*beryllus@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; Alicia Negrón Mendoza (*negron@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México.; Alejandro Heredia Barbero (*alejandropicoheredia@gmail.com*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.

When a system is exposed to ionizing radiation, several changes in the material are observed. In aqueous systems, water is the major component, and it absorbs most of the energy of the radiation. In this process, water molecules are broken down, and radiolytic products are generated. If a solute is present, an indirect action takes place with radiolytic products and the solute. This work focuses on the changes that glycine (an amino acid) can undergo in an aqueous solution or a saline solution (0-3,5% NaCl), oxygen-free and at different pH values, exposed to a high radiation field to study the effect of radiation in presence and absence of chloride ions. The chloride ions, efficiently react with °OH radicals formed in the radiolysis, repla-

cing it with the Cl° radical. The existence of competition between the species present in the solution, glycine, and the radical Cl° for the °OH radical is suggested. This work was performed at ICN, UNAM. The authors thank PA-PIIT project IN110919.

Física de Radiaciones
Teatro Universitario

19:00 - 20:00 A Review of Ion Implantation in Synthesis of Nanoscale Systems Floyd D. McDaniel* (*Floyd.McDaniel@unt.edu*), University of North Texas, Denton Texas, USA.; *Expositor.

Ion implantation based materials synthesis processes have developed into a robust technique due to advances in developing dynamic models of ion-solid interactions and various thermal annealing processes. When energetic ion beams are incident on target materials, they deposit their energy while traveling through the materials and finally rest at certain depths, based on their incident energy, angle of incident and density of the target materials. The ion irradiation followed by in-situ or post-thermal annealing is one of the most attractive and widely used methods for the formation of nanoscale structures or films, predominantly with a particular chemical phase, at the near surface to layers buried deep below the surface. The atomic re-ordering of the target atoms during the implantation/irradiation process can have significant influence on their structural, electrical, and magnetic properties. In this presentation, a review of the implantation of various ions (at energy <100 keV) into semiconducting crystalline substrates will be discussed. The effects of the implantation process parameters (e.g. fluence, energy, and annealing temperature) in the formation of nanoscale systems with improvements in the optical, electronic and magnetic properties will be discussed.

Óptica
SUM Juchimán

Moderador: Carlos Ignacio Robledo Sánchez

8:30 - 9:00 CORRELACIONES INVARIANTES A ROTACIÓN, POSICIÓN Y ESCALA UTILIZANDO LA TRANSFORMADA DE HILBERT OPTIMIZADA Josué Álvarez Borrego* (*josue@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; *Expositor.

Para el reconocimiento de imágenes microscópicas o macroscópicas se utiliza una nueva ecuación que hemos llamado la transformada de Hilbert radial optimizada. Con esta transformada integral obtenemos firmas que tienen la característica de ser invariantes a posición, rotación y a escala y que representan a la imagen que deseamos reconocer. Esta metodología puede ser utilizada para la identificación de cualquier tipo de objeto. Para llevar a cabo las correlaciones de las firmas se utilizó la correlación no

lineal adaptativa desarrollada en nuestro grupo de trabajo. El nivel de confianza en el reconocimiento de imágenes fue de 99.9% .

9:00 - 9:15 Espectros ópticas de materiales estructuralmente quirales con periodo variable *Laura Olivia Palomares Hernandez (lpaloma@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Adrian Reyes Cervantes* (adrian@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Estudiamos los espectros ópticos cuando la luz polarizada circularmente normalmente incide en una estructura medio quiral con paso variable.. Se consideran tres gradientes de tono diferentes: a) El valor del tono es constante en cada período estructural y aumenta o disminuye uniformemente en periodos posteriores. b) El valor del tono aumenta linealmente o disminuye desde el período inicial al final. c) El valor del tono aumenta o disminuye linealmente en un período, con períodos idénticos en la capa.

9:15 - 9:30 Reconocimiento dactilar mediante el uso de un sistema híbrido óptico-digital *Fernando Quiñones Colín* (fernando.qu.co@gmail.com), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Jessica Stephanie Ortega Ramírez (jessfanie@gmail.com), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Omar Palillero Sandoval (omar.palillero@uaem.mx), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.*

En el presente trabajo se propone un método híbrido óptico-digital de reconocimiento de huellas dactilares mediante el uso de imágenes, se utilizó un sistema formador de imágenes para realizar la captura de la huella dactilar y mediante procesamiento de imágenes se obtiene una imagen final que se usa para correlacionar con una base de datos determinada. Se realizó una comparación de las huellas digitales usando coeficiente de correlación para discriminar la huella. Idealmente se quiere usar en reconocimiento forense.

Moderador: Josué Álvarez Borrego

10:00 - 10:30 ALTERNATIVAS EN CORRIMIENTOS DE FASE Y PORTADORAS EN INTERFEROMETRÍA *Carlos Ignacio Robledo Sánchez* (crobledo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

La modulación de fase es una de las técnicas más importantes en muchas áreas científicas y de ingeniería debido a su amplia variedad de cantidades físicas que se pueden medir con alta precisión por medios no invasivos. El trabajo que se expone es un intento de realizar un resumen histórico de desarrollos llevados a cabo en los laboratorios de Interferometría y pruebas ópticas de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la BUAP que van des-

de la introducción de diferentes alternativas para realizar corrimientos de fase, alternativas para inducir franjas portadoras, y recuperación de fase con corrimientos inhomogéneos. Para cumplir este objetivo se revisan las publicaciones realizadas durante dos décadas en los mencionados laboratorios. Adicionalmente se presenta el trabajo de investigación que se está llevando a cabo y que puede ser de interés para un futuro.

10:30 - 10:45 Ecuaciones exactas para la reconstrucción de frentes de onda con un alto grado de aberración *Oliver Huerta Carranza* (oliver@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; José Rufino Díaz Uribe (rufino.diaz@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Maximino Avendaño Alejo (maximino.avendano@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En los últimos años se ha incrementado el uso de superficies no esféricas en dispositivos ópticos con el objetivo de disminuir su tamaño, peso y mejorar la calidad de la imagen. Por consiguiente, ha surgido la necesidad de desarrollar métodos para evaluar su calidad óptica. Una manera de cuantificar las aberraciones ópticas en un frente de onda reflejado o transmitido es mediante las ecuaciones de Rayces, que arrojan buenos resultados sólo cuando el frente de onda bajo estudio es casi esférico. En caso contrario dichas ecuaciones no arrojan buenos resultados. En este trabajo presentamos un conjunto de ecuaciones exactas que permiten medir la deformación del frente de onda respecto a una referencia arbitraria. Además, se presenta su implementación en un algoritmo iterativo para obtener de manera indirecta el frente de onda bajo estudio.

10:45 - 11:00 Caracterización de lentes ópticas con sistema 2f empleando el Interferómetro Filo de la Navaja (IFN). *Efren Santamaría Juárez* (efren.san@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Alberto Jaramillo Nuñez (ajarami@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Fermín Salomón Granados Agustín (fermin@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Alejandro Cornejo Rodríguez (acornejo@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Con el IFN en este trabajo se propone la eliminación del haz colimado, con la finalidad de reducir elementos ópticos adicionales y obtener las aberraciones de la lente o elemento bajo prueba, con el sistema conocido como 2f; que significa colocar la fuente puntual a la distancia focal de la lente, y observar su imagen a la misma distancia 2f, con amplificación unitaria. El filo de la navaja se coloca cerca del punto imagen, para producir el frente de onda de referencia, que interfiere con el frente de onda proveniente de la lente; el interferograma producido es parcial, y la navaja se rota a diferentes ángulos para obtener interferogramas completos. La unión de los interferogramas

parciales se lleva a cabo con el método de hilvanado, en base a un programa desarrollado por nosotros. Para obtener resultados cuantitativos y determinar la calidad de la lente en términos de la longitud de la luz empleada, el análisis de los interferogramas se efectúa con el programa comercial APEX.

Física de Plasmas ***Teatro Universitario***

11:00 - 12:00 **Islas magnéticas en aparatos de fusión termonuclear** *Julio Martinell Benito** (*martinel@nucleares.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El confinamiento magnético se basa en superficies anidadas, que mantienen al plasma en equilibrio dentro de ellas. En estas condiciones sólo procesos de transporte son responsables de pérdidas de plasma y energía en escalas de tiempo lentas. Sin embargo, procesos internos, principalmente inestabilidades que producen reconexión magnética en el plasma, pueden alterar las superficies, dando lugar a topologías con islas magnéticas, modificando el confinamiento. Dichas configuraciones han sido estudiadas extensamente en su formación y estabilidad, así como los efectos que tienen sobre el plasma en general. La mayor parte de los estudios se han hecho en relación a los aparatos de confinamiento toroidal axisimétricos llamados tokamaks. En los stellarators, que son no axisimétricos, se ha encontrado que las islas juegan un papel muy interesante. Una de las observaciones intrigantes es que pueden formarse barreras de transporte alrededor de las superficies en las que aparecen. Se describirán los fenómenos observados y los estudios que se han emprendido para entenderlos, principalmente en relación al aparato TJ-II. Se hará una presentación de la formación y dinámica de las islas y posteriormente se mostrarán los estudios de transporte asociado a ellas a partir de distintos enfoques.

Física de Plasmas ***Auditorio Juchimán***

Moderador: Julio Martinell

16:00 - 16:30 **Generación in situ de ondas de Alfvén y reconexión magnética en jets solares** *José Juan González Avilés** (*javiles@ifm3.ifm.umich.mx*), *Instituto de Geofísica-Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Dentro del marco de la magnetohidrodinámica resistiva en 3D, simulamos la formación de un jet con la morfología, velocidad ascendente, y escala de tiempo de formación entre 60 y 90 s, similar a las espículas tipo II. Usando series de tiempo de las componentes de la velocidad e iso-superficies de la temperatura analizamos los desplazamientos transversales y movimientos rotacionales del jet. Del análisis se obtiene que el jet presenta un patrón de corrimiento azul-rojo inicialmente en dirección de las

manecillas del reloj y después en contra, lo cual se puede interpretar como movimiento torsional que podría generar ondas de Alfvén torsionales en la corona. Además, en este trabajo se presentan simulaciones de magneto-convección radiativas fotosféricas de alta resolución con el código MURaM que demuestran la presencia de reconexión magnética consistente con los modelos de acumulación de flujo magnético. También se utiliza la simulación del jet con características de las espículas tipo II para demostrar que el campo magnético y las estructuras de flujo son similares a las predichas teóricamente. La presencia del tipo estándar de reconexión Sweet-Parker se demuestra en campos magnéticos fotosféricos intensos.

16:30 - 16:45 **Potencial eléctrico del plasma en el estelerador TJ-II: formulación neoclásica contra mediciones experimentales** *Daniel López Bruna* (*daniel.lopezbruna@ciemat.es*), *Laboratorio Nacional de Fusión EURATOM-CIEMAT, Madrid, Spain; Leonid Eliseev* (*reonid@yahoo.com*), *Kurchatov Institute, Moscow, Russia; César Gutiérrez Tapia** (*cesar.gutierrez@inin.gob.mx*), *Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Philipp Khabanov* (*khabanov@phystech.edu*), *Kurchatov Institute, Moscow, Russia; Julio Martinell Benito* (*martinel@nucleares.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Alexander Melnikov* (*melnikov_07@yahoo.com*), *Kurchatov Institute, Moscow, Russia; Jose Luis De Pablos* (*jl.depablos@ciemat.es*), *Laboratorio Nacional de Fusión EURATOM-CIEMAT, Madrid, Spain; Ignacio Pastor* (*ignacio.pastor@ciemat.es*), *Laboratorio Nacional de Fusión EURATOM-CIEMAT, Madrid, Spain; David Tafalla* (*david.tafalla@ciemat.es*), *Laboratorio Nacional de Fusión EURATOM-CIEMAT, Madrid, Spain; *Expositor.*

La base de datos del estelerador TJ-II tiene una contribución muy importante del diagnóstico por sondas de haces de iones pesados (HIBP). Se ha iniciado un programa para analizar parte de estos datos experimentales en el marco de una formulación neoclásica para los flujos ambipolares radiales de partículas [1]. La formulación neoclásica es bastante robusta en la predicción del potencial eléctrico con el inconveniente de que el valor de los coeficientes de transporte son muy sensibles al rizo efectivo del campo magnético. En este trabajo además de comparar los potenciales calculados con los obtenidos del HIBP, se confrontan los modelos respecto de las estimaciones numéricas de los coeficientes de transporte. Los resultados obtenidos serán la base para los estudios futuros que incluyen experimentos con polarización del plasma de borde.

[1] Gutiérrez-Tapia et al., Plasma Phys. Contr. Fusion 57 (2015) 115004

16:45 - 17:00 **Algoritmo de control no lineal suave de posición y forma de la columna de plasma en un tokamak.** *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. Con el fin de tener una mejoría tanto en la región de convergencia como en el desempeño del mismo, se plantea un algoritmo con una componente lineal y otra no lineal que permiten considerar las no linealidades en el modelo de control que normalmente no se toma en cuenta. Asimismo, el algoritmo resultante es suave con el fin de asegurar estabilidad y convergencia sin problemas de “chattering”, ciclos límite o sobre esfuerzo en los actuadores.

17:00 - 17:30 **Uso de nanoestructuras para mejorar la caracterización de materiales por espectroscopia de rompimiento inducido por láser** Cítlali Sánchez-Aké* (citlali.sanchez@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La espectroscopia de rompimiento inducido por láser (LIBS por sus siglas en inglés Laser Induced Breakdown Spectroscopy), se ha utilizado ampliamente para el análisis elemental de una gran variedad de materiales. Consiste en estudiar la emisión óptica del plasma producido en la superficie del material a estudiar, al enfocar pulsos láser sobre tal superficie. Ofrece ventajas sobre otros métodos de caracterización como portabilidad, posibilidad de uso remoto y con mínima o nula preparación de muestras. No obstante, posee un menor límite de detección que otras técnicas analíticas. Se presentan dos alternativas que involucran el uso de materiales nanométricos para mejorar el desempeño de LIBS: películas delgadas metálicas y capas de grafeno. Las muestras estudiadas son vidrios, que son un reto para LIBS porque los pulsos láser penetran más allá de las capas superficiales del material, produciendo fracturas dentro del vidrio mismo. Nuestros resultados revelan que ambas alternativas permiten disminuir el umbral de energía necesaria para producir plasma y por tanto analizar la muestra. Este efecto se adjudica principalmente a que las películas mejoran la absorción de la radiación láser con el vidrio. Se discuten los procesos físicos que fomentan el inicio del plasma y los parámetros de este.

17:30 - 17:45 **Asociación en el espacio, el tiempo y la velocidad de las eyecciones de masa coronal sucesivas** Alejandro Lara* (alara@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Nat Gopalswamy (natchimuthuk.gopalswamy-1@nasa.gov), NASA/GSFC; Tatiana Niembro (tatiana@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Román Pérez Enríquez (roman@geociencias.unam.mx), Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Siji Yashiro (Yashiro@nasa.gov), Catholic University of America; *Expositor.

A través de un estudio estadístico de las principales características de 29 216 eyecciones de masa coronal (EMC) observadas por SOHO/LASCO investigamos la posible asociación física entre CME consecutivas y encontramos que: a) el tiempo de espera (TE) entre dos EMC consecutivas es < 5 horas para el 59% y < 25 horas para el 97% de los eventos; b) los TE de las EMC siguen una distribución estadística Pareto tipo IV; c) la diferencia entre los ángulos principales (AP) de una población considerable de EMC consecutivas es menor de 30° ; d) la diferencia entre la velocidad de la primera y la segunda EMC de los pares de eventos consecutivos sigue una Distribución T de Student generalizada; e) el hecho de que el TE y la diferencia de velocidad sigan distribuciones de “cola pesada” además de los resultados de un Análisis de Fluctuación sin Tendencias muestran que las EMC no son un proceso “puramente” estocástico, sino que hay una relación temporal, espacial y de velocidad entre ellas.

17:45 - 18:00 **Modelo de la desviación de GCR en el campo magnético coronal** Paulina Maricela Colín Fariás* (pau.c06@gmail.com), Instituto de Geofísica, UNAM.; Alejandro Lara (alara.unam@gmail.com), Instituto de Geofísica; Arun Babu Kollamparambil Paul (arun@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica; *Expositor.

Los rayos cósmicos galácticos (RCG) de gran energía cuando llegan a la vecindad del Sol interactúan con el campo magnético, que modifica su trayectoria. Esta desviación puede cuantificarse para obtener información sobre tales campos magnéticos en la corona solar. En este trabajo se presenta un modelo del efecto sobre la trayectoria de los RCG con energía de 10-100 TeV, cuando interactúan con campos de diversa complejidad: simetría esférica, dipolar y multipolar. Para emular la topología del campo magnético solar en la corona baja, desde la fotosfera hasta alturas de 3-5 radios solares. Este modelo nos permite predecir la desviación de los RCG que un observador puede medir a 1UA con un telescopio sensible a GCR de alta energía. Por otra parte, permite establecer límites sobre el flujo y la energía de las partículas que quedan atrapadas por el campo magnético solar y que al colisionar con las partículas solares emiten rayos gamma, lo que a su vez nos permite predecir su albedo solar.

Gravitación y Física Matemática
Auditorio de la Biblioteca Central

Moderador: Oscar Miguel Sabido Moreno

16:00 - 16:30 **Dimensiones extra y gravedad unimodular, como posibles candidatos a la energía oscura** Miguel Ángel García Aspeitia* (aspeitia@fisica.uaz.edu.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

En esta charla discutiremos dos modelos dedicados a comprender la actual aceleración de nuestro Universo. El pri-

mero de ellos, supone que nuestro Universo es una hiper-superficie cuatro dimensional, embebida en una de cinco dimensiones lo cual modifica las ecuaciones de campo de Einstein y con ella la dinámica del Universo; mostraremos el desarrollo actual de la teoría, así como sus constricciones con recientes observaciones cosmológicas y astrofísicas. En seguida, abordaremos la teoría de gravedad unimodular, mostrando sus modificaciones a la ecuación de campo y discutiremos sus implicaciones en la existencia de la constante cosmológica y sus posibles orígenes desde este enfoque.

16:30 - 16:45 Exact Rotating Magnetic Traversable Wormhole Satisfying the Energy Conditions *Michel Galaxia Miranda Sánchez (mmiranda@fis.cinvestav.mx), Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Juan Carlos Del Águila Rodríguez* (jdelaguila@fis.cinvestav.mx), Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Tonatiuh Matos Chassin (tmatos@fis.cinvestav.mx), Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

In this work we wonder if there is a way to generate a wormhole (WH) in nature using “normal” matter. In order to give a first answer to this question, we study a massless scalar field coupled to an electromagnetic one (dilaton field) with an arbitrary coupling constant as source of curvature. Using this source, we obtain an exact solution of the Einstein equations which represents a magnetized rotating WH. The space-time is everywhere regular except for a naked ring singularity, which we show to be causally disconnected from the rest of the universe in the case of a slowly rotating WH. The throat of the WH lies on the disc bounded by the ring singularity and, surprisingly enough, it can be kept open without requiring exotic matter, that means, satisfying all the energy conditions. After analyzing the geodesic motion and the tidal forces we find that a test particle can go through the WH without troubles.

16:45 - 17:00 La versión hidrodinámica de la SFDM: evolución de fluctuaciones *Laura Luz Parrilla De La O* (laura.parrilla@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares; Darío Nuñez Zúñiga (nunez@nucleares.unam.mx), Instituto de ciencias nucleares; *Expositor.*

La Materia Oscura Escalar (SFDM) ha mostrado ser un modelo muy apropiado para resolver los problemas del modelo estándar de la cosmología, llamado LCDM. En los últimos años la controversia de los problemas de este modelo ha llegado a un punto en que pronto será posible distinguir entre los modelos propuestos en la literatura. El SFDM naturalmente resuelve los problemas de LCDM y predice algunas observaciones que lo podrán falsificar. En esta charla nosotros escribimos la evolución de las fluctuaciones de la SFDM en términos de cantidades que se pueden comparar fácilmente con las cantidades hidrodinámica de SFDM y mostramos algunas diferencias entre los dos

modelos. Preparamos el terreno para que estas fluctuaciones nos den resultados sobre las oscilaciones acústicas de baryones y en un par de años podamos comparar si éstas ajustan las observaciones de Dark Energy Interferometric Instrument (DESI).

17:00 - 17:30 Caracterizando la energía oscura a través de supernovas *Celia Del Carmen Escamilla Rivera* (cescamilla@mctp.mx), Universidad del País Vasco. Euskal Herriko Unibertsitatea, España; *Expositor.*

Supernovas tipo IA es una de las pruebas cosmológicas que nos permite hacer frente al fenómeno de la expansión acelerada de nuestro universo. En esta mini-plenaria proporcionaremos una descripción general de cómo las supernovas pueden usarse para revelar información sobre lo que está causando la aceleración, ya sea debido a la energía oscura o a alguna modificación de nuestras leyes de la gravedad. Primero, resumiremos los diferentes enfoques utilizados para explicar o probar la aceleración, incluyendo modelos paramétricos (como el modelo estándar, Λ CDM), modelos de fluidos oscuros (como quintaesencia) y extensiones a la gravedad estándar. Finalmente, presentaremos los métodos para realizar la inferencia estadística usados comúnmente en la literatura.

17:30 - 17:45 Potenciales unificados de materia oscura de campo escalar *Francisco Xavier Linares Cedeno* (fran2012@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Luis Arturo Ureña López (lurena@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

En esta plática mostraremos una prescripción matemática que permite estudiar una familia de modelos de campos escalares para materia oscura de una manera unificada. Específicamente, a través de un parámetro podremos estudiar la evolución cosmológica de materia oscura de campo escalar dotado de un potencial cuadrático, trigonométrico e hiperbólico. Para ello, haremos uso de las herramientas de los sistemas dinámicos, así como también implementaremos una versión modificada del código CLASS, el cual permite calcular las perturbaciones cosmológicas a nivel lineal. Mostraremos las implicaciones en la formación de estructuras así como también en las anisotropías del fondo cósmico de radiación debido a la presencia de materia oscura de campo escalar para los diferentes potenciales antes mencionados.

17:45 - 18:00 Teoría de Norma aplicada a derivados financieros en presencia de arbitraje. *Guillermo Sierra Juárez (gsierraj@cucea.udg.mx), Universidad de Guadalajara; Victor Hugo Gualajara Estrada* (victor_gualajara@yahoo.com.mx), Universidad de Guadalajara; Viridiana Contreras Barragán (viridiana.contreras@alumnos.udg.mx), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un comparativo de las principales ideas y estructura de la Teoría de Norma (Gauge Theory) en Física con las correspondientes

de Finanzas modernas siguiendo principalmente los trabajos de Ilinski (1998) y (2001). Dicha Teoría que ha tenido gran éxito en áreas de Física, en particular de gravitación y de sus conceptos como son la curvatura de Riemann, el transporte paralelo, las conexiones, los haces fibrados se revisan ahora desde su aplicación en Finanzas en particular con los derivados Financieros (Teoría de Black Scholes) sobre todo con la intención de estimar precios de opciones sobre todo en presencia de arbitraje. Al final se plantea un pequeño modelo que ejemplifica la propuesta.

Nanociencias y Nanotecnología
Sala de Ex directores DACEA

Moderadora: María G. Salas Zepeda

16:00 - 16:30 **Desarrollo del área de Astropartículas en la Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas de la UNACH** *Karen Salomé Caballero Mora** (*karen.scm@gmail.com*), *Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*

La Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas (FCFM) de la UNACH tiene 12 años de fundación. Durante ese tiempo se han desarrollado varias líneas de investigación entre las que destaca la de Astropartículas. Éstas se componen de rayos cósmicos, rayos gamma y neutrinos que llegan a la Tierra desde el espacio exterior. Su estudio es fundamental para obtener información sobre las interacciones de las partículas a energías muy altas (del orden de 1012 eVs a 1020 eVs). Existe una retroalimentación entre las investigaciones que se realizan en la Tierra en experimentos de partículas elementales y las que se realizan con información proveniente de astropartículas. Durante la charla se mencionarán algunos esfuerzos en dichas investigaciones en los experimentos Pierre Auger, HAWC y LAGO, en las áreas de análisis de datos, instrumentación y simulaciones con cómputo de alto desempeño. Así también se hablará sobre el detector Escaramujo, aparato que también ha servido para labores de difusión.

16:30 - 16:45 **Multi-flavor Dirac fermions in Kekulé-distorted graphene bilayers** *Ramón Carrillo-Bastos** (*ramoncarrillo@uabc.edu.mx*), *Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California; David A. Ruiz-Tijerina* (*david.ruiz-tijerina@cnyn.unam.mx*), *Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM; Elias Andrade* (*elias.andrade@uabc.edu.mx*), *Depto. de Sistemas Complejos Instituto de Física de la UNAM; Francisco Mireles* (*fmireles@cnyn.unam.mx*), *Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM; Gerardo G. Naumis* (*naumis@fisica.unam.mx*), *Depto. de Sistemas Complejos, Instituto de Física de la UNAM; *Expositor.*

Graphene's electronic structure can be fundamentally altered when a substrate- or adatom-induced Kekulé superlattice couples the valley and isospin degrees of freedom. Here, we show that the band structure of Kekulé-textured graphene can be re-engineered through layer stacking. We

predict a family of Kekulé graphene bilayers that exhibit band structures with up to six valleys, and room-temperature Dirac quasiparticles whose masses can be tuned electrostatically. Fermi velocities half as large as in pristine graphene put this system in the strongly coupled regime, where correlated ground states can be expected. [<https://arxiv.org/abs/1905.12810>]

16:45 - 17:00 **Nanopartículas magnético-plasmónicas tipo core-shell biocompatibles** *Carlos Miguel García Rosas* (*miguel.garcia@emt.inrs.ca*), *INRS-EMT, Advanced Laser Light Source, INRS, Varennes, Québec J3X1S2, Canada; Alejandro Reyes Coronado** (*coronado@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En este trabajo se muestra que es posible sintonizar resonancias plasmónicas de nanopartículas (NPs) magnético-plasmónicas tipo core-shell dentro del rango de 650 – 900 nm del espectro electromagnético, donde la absorción del tejido de la piel es mínima y la transmisión óptica es óptima. Con la componente magnética y un campo magnético externo, se podría arrastrar y rotar la NP, y obtener contraste en resonancia magnética nuclear, mientras que con la contraparte plasmónica, en la que es posible excitar plasmones de superficie localizados, sería posible generar calor en la vecindad de las NPs por medio de la concentración de campo eléctrico cercano, logrando eliminar células cancerosas. Además, proponemos la idea de utilizar una NP no esférica, debido a que la sensibilidad a la polarización produce un control adicional en las regiones de amplificación de calor de la NP, mediante el control de las resonancias plasmónicas de superficie localizadas.

17:00 - 17:30 **Perspectivas Moleculares de las Proteínas de Membrana** *José Luis Velasco Bolom* (*luis_2000_1000@hotmail.com*), *Universidad Nacional Autónoma de México; Pavel Andrei Montero Domínguez* (*PAVEL_ANDREI@hotmail.com*), *Universidad Nacional Autónoma de México; Ramón Garduño-Juárez** (*ramon@icf.unam.mx*), *State University of New York at Buffalo; *Expositor.*

Una comprensión fundamental de las propiedades de las membranas biológicas y las proteínas de membrana desde el punto de vista atómico es, sin duda, de gran interés bioquímico, biofísico y médico. Las membranas biológicas son complejas en términos de composición y estructura molecular, y se caracterizan por condiciones de no equilibrio. Una parte significativa de los procesos funcionales en las membranas biológicas tiene lugar a nivel molecular; por lo tanto, las simulaciones por computadora son el método de elección para explorar cómo sus propiedades emergen de características moleculares específicas y cómo la interacción entre las numerosas moléculas da lugar a la función en escalas espaciales y de tiempo mayores que las moleculares. En esta plática nos enfocaremos en resultados recientes obtenidos en mi laboratorio sobre la interacción de una toxina con un canal de potasio y de un péptido

antimicrobiano; ambos estudios realizados en la presencia de modelos de membranas biológicas.

17:30 - 17:45 Efectos del confinamiento en una caja circular sobre el auto-ensamblado de partículas coloidales blandas. Erik J Rosas-Fonseca* (*erikjrfonseca@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Carlos Ignacio Mendoza Ruiz (*cmendoza@materiales.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Usando simulaciones de Monte Carlo, estudiamos el ensamblado de partículas coloidales blandas que interactúan mediante potenciales isotrópicos de tipo núcleo-corona en dos dimensiones, confinadas en una caja circular. Exploramos la variedad de estructuras obtenidas a bajas temperaturas como función del número de partículas (N) y el tamaño de la caja. Hallamos una gran variedad de patrones que no se observan para sistemas no confinados. Para un número pequeño de partículas ($N = 4$) identificamos las configuraciones energéticas a temperatura cero en un determinado tamaño de caja y construimos un diagrama de fases de la temperatura como función del radio de la caja. Para un gran número de partículas ($N \geq 100$) distinguimos diferentes regímenes que aparecen en las configuraciones como efecto reducir el tamaño de la caja. Este trabajo muestra la importancia que tiene el confinamiento en la formación de patrones para partículas coloidales blandas.

17:45 - 18:00 Sustratos nanoestructurados con múltiples plataformas para sensado por SERS en el área forense Jose Octavio Estevez Espinoza* (*pulsa33@yahoo.com.mx*), IFUNAM; K. Sandra Pérez (*ianaks@hotmail.com*), IQUNAM; Ulises Salazar Kuri (*usalazar@ifuap.buap.mx*), IFUAP; Raúl Herrera Becerra (*rherrera@fisica.unam.mx*), IFUNAM; *Expositor. Se fabricaron sustratos con múltiples plataformas de patrones de nanopartículas de oro ordenados y desordenados sobre sustratos de silicio cristalino utilizando litografía coloidal y grabado químico asistido por metales (MACE),

generando nanoalambres de silicio decorados con nanopartículas de Au. La litografía coloidal es una técnica utilizada recientemente para generar superficies modeladas a través de la deposición de micro o nanoesferas (polímero o material inorgánico como sílice). Se ha demostrado que esta técnica es una opción sencilla y económica, además de ser altamente reproducible para la preparación de plantillas en diferentes superficies, sin utilizar equipos de laboratorio costosos y especializados. Los sustratos nanoestructurados presentan aplicaciones potenciales en el campo de los sensores ópticos para el área forense, detectando concentraciones muy bajas de analito por medio de reflectancia especular y espectroscopia Raman amplificada por superficie (SERS).

Física Atómica y Molecular Teatro Universitario

18:00 - 19:00 Análisis Espectroscópico de Materiales Arqueológicos y Artísticos: Retos, Logros y Perspectivas José Luis Ruvalcaba Sil* (*sil@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

Las técnicas espectroscópicas y las técnicas de imagenología son métodos idóneos para el estudio material de los objetos que componen el patrimonio cultural. El LANCIC-IFUNAM ha desarrollado instrumentación y metodologías específicas para la caracterización no invasiva con espectrómetros portátiles de fluorescencia de rayos X (XRF), difracción de rayos X (XRD), infrarrojo (FTIR), Raman y reflectancia (FORS) en combinación con imagen hiperespectral e infrarroja y se han utilizado para estudiar varios objetos de los acervos nacionales que cubren un amplio intervalo temporal, desde la prehistoria hasta el arte contemporáneo. Aquí se presentan algunos ejemplos de las investigaciones realizadas haciendo énfasis en las dificultades, los alcances y limitaciones de los análisis espectroscópicos, e.g. mural "Sueño de una tarde en la alameda central" de Diego Rivera, el ajuar de piedra verde de la Reina Roja de Palenque y artefactos de oro de la ofrenda 167 del Templo Mayor de Tenochtitlán.

Astrofísica
Aula Magna

Modera: Alberto Carramiñana (8:30 - 11:00)

8:30 - 9:00 **Fusiones galácticas y algunas consecuencias: el contexto cosmológico** *Vicente Rodríguez Gómez** (v.rodriguez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA), UNAM, Campus Morelia; *Expositor.

La última generación de simulaciones cosmológicas hidrodinámicas (e.g., EAGLE, Illustris, IllustrisTNG) ha logrado producir poblaciones de galaxias razonablemente realistas, como resultado de modelar la evolución de materia oscura, gas, estrellas y agujeros negros en un volumen cosmológico "representativo" del campo de densidad a grandes escalas. Sin embargo, estas simulaciones cada vez más sofisticadas requieren herramientas de análisis igualmente sofisticadas. En esta charla, primero explicaré brevemente cómo conectar galaxias a través del tiempo en grandes simulaciones cosmológicas, lo cual resulta en estructuras de datos conocidas como árboles de fusión. Después examinaré tres aplicaciones esenciales y cada vez más complejas de estos árboles de fusión: (1) medir la tasa de fusiones entre galaxias, (2) determinar cómo las galaxias adquieren su masa estelar, y (3) explorar el impacto de las fusiones en la morfología de las galaxias.

9:00 - 9:15 **Simulaciones de la estructura a gran escala del Universo a estudiar con TolTEC** *Norma Araceli Nava Moreno** (aracelinavam@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Itziar Aretxaga* (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), Universidad Nacional Autónoma de México; *Vladimir Ávila Rees* (avila@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. TolTEC es la nueva cámara de continuo que sustituirá a AzTEC en el Gran Telescopio Milimétrico (GTM), y que observará simultáneamente a tres longitudes de onda (1.1, 1.4 y 2.0 mm). Esta cámara tendrá la capacidad de hacer mapas de áreas grandes del cielo (e.g. 100 sq. deg) a una velocidad 100 veces mayor de lo que se podía realizar con AzTEC, y permitirá estudiar la formación y evolución de estructuras del Universo a través del tiempo cósmico. Con el objetivo principal de proveer una herramienta que ayude al diseño de censos extragalácticos con TolTEC, se realizó una simulación de la población de galaxias submilimétricas, las cuales contienen grandes cantidades polvo y tienen $SFR > 100 M_{\odot}/yr$. Con el fin de incluir las propiedades de

la estructura a gran escala del Universo, partimos de una simulación de halos de materia oscura (en un contexto de N-cuerpos), los cuales fueron poblados con galaxias y determinar sus propiedades físicas y parámetros observables con TolTEC/GTM.

9:15 - 9:30 **Gradientes de metalicidad en las galaxias M31, M33, NGCV300 y la Vía Láctea** *Sheila Flores Duran* (sflores@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM; *Miriam Del Carmen Peña Cardenas** (miriam@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM; *Expositor.

Estudiamos los gradientes de metalicidad derivados de Nebulosas Planetarias (PNe), en comparación con los derivados de regiones HII en las galaxias de disco M31, M33, NGC300 y la Vía Láctea. Radios galactocéntricos y abundancias fueron recopilados de la literatura, seleccionando cuidadosamente una muestra homogénea de objetos en cada galaxia. Los gradientes mostrados por las PNe son más planos que los de las regiones HII en todos los casos. El caso más extremo es el de M31, donde las abundancias de las PNe resultan no relacionadas con la distancia galactocéntrica y los gradientes son consistentes con cero. Calculamos gradientes para PNe del Tipo I y no-Tipo I de Peimbert, encontrando que los gradientes de PNe Tipo I son más empinados y más similares a los de las regiones HII, lo que indica que los gradientes de metalicidad se empinan con el tiempo. Los gradientes planos de PNe indican que la migración radial juega un importante papel en las galaxias de disco.

10:00 - 10:30 **Lentes gravitacionales y la formación estelar perdida** *Alfredo Montaña** (amontana@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

La actividad de formación estelar ocurre principalmente en regiones de galaxias oscurecidas por polvo. Dichas regiones son inaccesibles con telescopios ópticos, pero pueden ser desveladas con telescopios infrarrojos y (sub)milimétricos. En particular, las observaciones a longitudes de onda milimétricas son ideales para estudiar la historia de formación estelar en el Universo. La mayor parte de esta formación estelar debe ocurrir en galaxias de luminosidad moderada (e.g. $LIR < 10^{12} L_{\odot}$), las cuales son difíciles de detectar en censos amplios observados con los telescopios milimétricos actuales. Los cúmulos de galaxias y las galaxias masivas actúan como telescopios cósmicos naturales amplificando, por efectos gravitacionales, a las galaxias que se encuentran detrás de ellos. Presentaré cómo estas lentes gravitacionales, combinadas con observaciones del GTM y otros telescopios, nos permiten estudiar

las propiedades de la población "típica" de galaxias que domina la HFE en el universo.

10:30 - 10:45 **Comparación de estimaciones de tasa de formación estelar en galaxias submilimétricas** Itziar Aretxaga (*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.

Las galaxias submilimétricas son una población de galaxias polvorientas con grandes tasas de formación estelar a alto corrimiento al rojo. En este trabajo presentamos las tasas de formación estelar oscurecidas y no oscurecidas de la población de galaxias submilimétricas en el campo profundo Extended Groth Strip y su comparación con las tasas derivadas para otro tipo de galaxias. A partir del diagrama de color UVJ con datos del Telescopio Espacial Hubble se definen las poblaciones de galaxias formadoras de estrellas y quiescentes. Se comparan las tasas de formación estelar derivadas del óptico/IR y las calculadas a partir de datos de 450, 850 y 1100 μm , encontrando que la tasa derivada del ultravioleta y óptico subestima la tasa de formación total de las galaxias submilimétricas. Las galaxias polvorientas mayoritariamente se encuentran formando estrellas a ritmos más vigorosos que la mayoría de las galaxias formadoras de estrellas, y cubren un amplio intervalo de masas estelares.

10:45 - 11:00 **Búsqueda de nuevas estrellas tipo water-fountains** Lucero Uscanga* (*luscag@gmail.com*), Departamento de Astronomía, Universidad de Guanajuato; José Francisco Gómez (*jfg@iaa.es*), Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, España; Bosco Yung (*boscohky@gmail.com*), Nicolaus Copernicus Astronomical Center, Polonia; Hiroshi Imai (*hiroimai@sci.kagoshima-u.ac.jp*), Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, Japon; Jose Ricardo Rizzo (*ricardo@cab.inta-csic.es*), Centro de Astrobiología, INTA-CSIC, España; Olga Suárez (*olga.suarez@oca.eu*), Observatoire de la Côte d'Azur, Francia; Luis Felipe Miranda (*lfm@iaa.es*), Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, España; Miguel Angel Trinidad (*trinidad@astro.ugto.mx*), Departamento de Astronomía, Universidad de Guanajuato; Guillem Anglada (*guillem@iaa.es*), Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, España; José María Torrelles (*chema.torrelles@ice.cat*), Institut de Ciències del Cosmos, UB-IEEC, España; *Expositor.

Las water fountains (WFs) son estrellas evolucionadas en la fase de post-AGB con máseres de H₂O trazando flujos colimados a muy alta velocidad. Hasta ahora, solo 15 fuentes han sido confirmadas como WFs por medio de observaciones interferométricas. Nuestro interés es descubrir y estudiar nuevas WFs, ya que un número mayor de estas fuentes es necesario para entender sus propiedades co-

mo grupo. Estas fuentes representan una de las primeras manifestaciones de pérdida de masa colimada en estrellas evolucionadas, por lo que podrían ser clave para entender el mecanismo de formación de las nebulosas planetarias. Presentaré resultados preliminares de observaciones simultáneas de máseres de H₂O y radiocontinuo a 1.3 cm con el Very Large Array hacia 4 estrellas candidatas a WFs. Nuestro objetivo es confirmar su naturaleza como WF y determinar la distribución espacial de los máseres de H₂O.

Estado Sólido
Auditorio Juchimán

Moderador: Álvaro Miranda Durán

8:30 - 9:00 **Metamateriales no locales** W. Luis Mochan Backal* (*mochan@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM; *Expositor.

Presentamos la generalización de un método recursivo para el cálculo eficiente de la respuesta dieléctrica macroscópica de metamateriales periódicos de composición, número de fases y geometrías arbitrarias. El formalismo aprovecha la simetría de las ecuaciones de campo frente a la permutación de índices cartesianos acompañada por una inversión del vector de onda, que permite representar los campos de forma análoga al formalismo de espinores. Validamos nuestro método presentando algunos resultados para sistemas compuestos por metales y dieléctricos con geometrías simples, para los que se conocen aproximaciones analíticas. Obtenemos la respuesta no local efectiva de éstos sistemas, con dependencia en el vector de onda además de la dependencia usual en la frecuencia, y analizando la dispersión espacial identificamos la permitividad eléctrica, la actividad óptica y la permeabilidad magnética efectiva en la aproximación local. Analizamos la estructura resonante de estas y exploramos sus consecuencias en la propagación de la luz y su posible aplicación en metamateriales con propiedades ópticas exóticas.

9:00 - 9:15 **Transmisión Lineal No-recíproca del Sonido en un Entorno Viscoso con Ruptura de Simetría** J. Jesús Arriaga Rodríguez* (*arriaga@ifuqp.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Arkadii Krokhin (*arkadii.krokhin@unt.edu*), University of North Texas, Denton, Texas, Estados Unidos; *Expositor.

La reciprocidad es una propiedad fundamental de la ecuación de onda en un medio lineal que se origina de la simetría de inversión temporal. Para ondas electromagnéticas, la reciprocidad puede violarse mediante un campo magnético externo. Es mucho más complicado conseguir la no-reciprocidad en el caso de ondas acústicas. En esta charla mostramos la primera observación experimental de la transmisión lineal no-recíproca del sonido a través de un cristal fonónico formado por cilindros asimétricos sumergidos en agua. En este experimento, la viscosidad del agua es el factor que rompe la simetría de inversión tempo-

ral. La asimetría del cristal (o ruptura de simetría P) a lo largo de la dirección de propagación es el segundo factor, necesario para la no-reciprocidad. Los resultados experimentales están en acuerdo con las simulaciones numéricas obtenidas de la ecuación de Navier-Stokes. El presente estudio muestra que un medio con ruptura de simetría PT es acústicamente no-recíproco.

9:15 - 9:30 Localización y transporte en modelos bidimensionales con potencial aleatorio central Luca Tessieri (*tessieri@ifm.umich.mx*), Instituto de Física y Matemáticas; Gabino Corona Patricio* (*gcorona@ifm.umich.mx*), Instituto de Física y Matemáticas; Patrizia Vignolo (*patrizia.vignolo@inphyni.cnrs.fr*), Institut de Physique de Nice Université Nice-Sophia Antipolis; Ulrich Kuhl (*ulrich.kuhl@inphyni.cnrs.fr*), Institut de Physique de Nice Université Nice-Sophia Antipolis; Fabrice Mortessagne (*fabrice.mortessagne@inphyni.cnrs.fr*), Institut de Physique de Nice Université Nice-Sophia Antipolis; *Expositor.

Se consideran los estados cuánticos de modelos bidimensionales con potencial aleatorio central, con el enfoque específico en un modelo de Kronig-Penney 2D aperiódico con simetría radial. Se muestra cómo el desorden localiza la parte radial de los estados electrónicos y se analizan las analogías y diferencias entre modelos 2D y sus homólogos unidimensionales. Se discute bajo qué condiciones la longitud de localización para modelos bidimensionales coincide con la que se obtiene en el caso unidimensional. Se muestra además cómo se pueden alterar las propiedades de transporte por medio de correlaciones de largo alcance del desorden; en particular, cómo es posible suprimir la transmisión de ondas en específicas bandas de energía.

10:00 - 10:30 Propiedades magnéticas de redes de nanoalambres interconectados Joaquín De La Torre Medina* (*delatorre@im.unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales (Campus Morelia), UANM; *Expositor.

El creciente interés por los materiales nanoestructurados radica en la posibilidad de combinar exitosamente propiedades físico-químicas y estructurales en la nanoescala para ser aprovechadas en el diseño de dispositivos funcionales a escalas mayores. La investigación de propiedades y fenómenos físicos que involucran efectos relacionados con la reducción de tamaño, la anisotropía magnética, el acoplamiento magneto-eléctrico, así como características morfológicas y microestructurales de los materiales magnéticos, son de crucial importancia para el desarrollo de dispositivos novedosos y multifuncionales. Particularmente, el estudio de las propiedades magnéticas y magneto-resistivas de redes tridimensionales (3-D) realizados como formas curvas y arquitecturas complejas, involucra efectos inducidos por la interconectividad entre nanoelementos que las conforman. Esto permite aprovechar la relación entre parámetros físicos vectoriales como la corriente eléctrica, la magnetización y señales electromagnéticas de alta fre-

cuencia. En esta plática se discutirán las ventajas de usar membranas poliméricas con nanoporos cruzados para formar redes densas de nanoalambres y nanotubos cruzados hechos de varios metales magnéticos. Se abordarán aspectos relacionados con los métodos de fabricación de tales a gran escala, con control micro-estructural y morfológico en 3-D, así como la combinación de técnicas experimentales y modelos matemáticos para la obtención de propiedades físicas y características estructurales de estos materiales.

10:30 - 10:45 Propiedades fotoluminiscentes de vanadatos cristalinos dopados con lantánidos María Yesica Espinosa Cerón* (*yess93.ec@hotmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP; Rosendo Leovigildo Lozada Morales (*rlozada@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP; Abraham Meza Rocha (*abraham.meza@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP; *Expositor.

Se fabricaron sistemas de vanadatos de la forma MV_2O_6 , $M_2V_2O_7$ y $M_3(VO_4)_2$ mediante el método de reacción de estado sólido. Los materiales obtenidos fueron caracterizados a través de difracción de rayos X, espectroscopía Raman, reflectancia difusa, espectros de emisión y excitación y tiempos de decaimiento. Los espectros de emisión obtenidos nos mostraron que el $Zn_3(VO_4)_2$ presenta una emisión intrínseca muy intensa en el amarillo, ubicada alrededor de 580 nm, debido a transferencias de energía en las unidades VO_4 . Adicionalmente la matriz fue dopada con diferentes iones de lantánidos, para producir emisiones modulables en el visible e infrarrojo, con posibles aplicaciones como precursores en la generación de luz blanca y cortado de fotones (quantum cutting), con un impacto directo para dispositivos de iluminación y celdas solares

10:45 - 11:00 Propiedades magnéticas y eléctricas del SmCrO₃ dopado con Ca. Jorge Mata Ramirez* (*jorge.mata@uabc.edu.mx*), Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California. Km. 103 carretera Tijuana - Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, Baja California; Alejandro Duran Hernandez (*dural@cnyn.unam.mx*), Centro de Nanociencias y nanotecnología-UNAM, Km 107 Carretera Tijuana-Ensenada. Ensenada, Baja California. México; Gustavo Tavizon (*gtavizon@unam.mx*), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria 04510 Ciudad de México; Jesus Arenas (*gtavizon@unam.mx*), Instituto de Física; Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria 04510 Ciudad de México; *Expositor.

Las orto-cromitas con itrio y tierras raras son una familia de compuestos cerámicos muy interesantes ya que en ellos se han encontrado una gran cantidad de fenómenos novedosos como es la coexistencia de ferromagnetismo y ferroelectricidad, magnetización negativa, anisotropía de intercambio, reorientación de espín, entre otros fenómenos. Muchas de estas propiedades pueden ser debilitadas, potencializadas o inducir nuevos fenómenos físicos cuando

se realizan sustituciones catiónicas en los diferentes sitios de la estructura cristalina. En este trabajo sintetizamos el compuesto SmCrO_3 dopado con diferentes cantidades de Ca por el método Pechini. Se obtuvo una solubilidad de Ca en la estructura hasta del 20%. Hemos encontrado que la compensación de cargas se logra a través del Cr. Las propiedades magnéticas muestran que el Ca induce magnetización negativa en modo de enfriamiento sin campo aplicado (ZFC). En XPS parecen indicar que el responsable es el diamagnetismo del Cr+6.

Física Atómica y Molecular
Sala de Ex directores DACEA

Modera: Ricardo Méndez Frago

8:30 - 9:00 Emisión de rayos X L por impacto de protones: estado actual *Javier Miranda Martín Del Campo** (*miranda@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

La emisión de rayos X característicos por impacto de iones es un fenómeno ampliamente estudiado desde la primera mitad del siglo XX. En particular, el uso de protones como radiación primaria impulsó el uso de la técnica analítica “Emisión de Rayos X Inducida por Partículas” (PIXE), que tiene aplicación en muchas áreas científicas. No obstante, para mejorar los resultados analíticos y teóricos ha sido necesario continuar midiendo cantidades físicas relacionadas, en particular las secciones de producción de rayos X. La emisión de líneas K se conoce bien, porque sólo involucra la ionización de una capa electrónica. Sin embargo, las líneas L y M son más complejas, por lo que es necesario acrecentar la base de datos experimentales de secciones para las capas L y M. En este trabajo se muestra la situación actual de las secciones de producción de rayos X L por impacto de protones, en cuanto a datos experimentales y modelos teóricos. Se señalan algunos aspectos que deben estudiarse.

9:00 - 9:15 Exponentes críticos de la condensación de Bose Einstein en un gas ideal *Freddy Jackson Poveda Cuevas** (*jacksonpc@fisica.unam.mx*), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Ignacio Reyes Ayala* (*nacho.reyes.ayala@gmail.com*), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Víctor Romero Rochín* (*romero@fisica.unam.mx*), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Este trabajo presenta los exponentes críticos de un gas ideal de Bose en 3 dimensiones en la transición del fenómeno de la condensación de Bose-Einstein. Los exponentes $\alpha = -1$, $\beta = 1$, $\gamma = 1$, $\delta = 2$, $\eta = 1$ y $\nu = 1$ corresponden a una transición de fase de segundo orden como era de esperarse, pero resultan diferentes a los reportados en la literatura, y por tanto se entiende que este fenómeno tiene su propia clase de universalidad. Los resultados reportados son obtenidos de manera analítica y sin suposiciones.

También ayuda esclarecer algunas propiedades que presentan los gases que han alcanzado el régimen cuántico a muy bajas temperaturas.

9:15 - 9:30 Diagrama de fases en el modelo de Dicke generalizado *Eduardo Nahmad Achar* (*nahmad@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Ramón López Peña* (*lopez@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Sergio Arturo Cordero Reyes** (*sergio.cordero@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Octavio Héctor Castaños Garza* (*ocasta@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Expositor.

Estudiamos un sistema de N_a átomos de 3 niveles en interacción dipolar con 2 modos de campo electromagnético, para las diferentes configuraciones atómicas. Se determina el diagrama de fases del sistema para un número finito de partículas. El diagrama de fases exhibe un comportamiento normal y colectivo; el estado base presenta esencialmente contribuciones sólo de un tipo de fotón, excepto en una vecindad de la separatriz. Este comportamiento del estado base concuerda con la solución variacional del problema, lo cual se exhibe mediante las funciones de cuasiprobabilidad de Wigner y Husimi para cada modo. Estos resultados se pueden generalizar a sistemas de átomos de más niveles.

10:00 - 10:30 Producción y estudio de superfluidos fermiónicos *Jorge Amin Seman** (*seman@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

Durante los últimos años, los gases cuánticos se han convertido en un campo de investigación muy activo. Estos sistemas representan un excelente escenario para estudiar fenómenos cuánticos macroscópicos, tales como la superfluididad, la condensación de Bose-Einstein, las excitaciones cuánticas colectivas y simuladores cuánticos. Con fermiones ultrafríos es posible crear diferentes regímenes superfluidos a través del cruce BEC-BCS. En el IF-UNAM, hemos logrado crear muestras cuánticas ultrafrías utilizando átomos fermiónicos de Litio-6. En esta charla haré una descripción general de nuestro sistema experimental y de las técnicas empleadas para producir estos sistemas ultrafríos, haciendo especial énfasis en la generación de diferentes estados superfluidos. Posteriormente ahondaré en las perspectivas futuras de nuestro laboratorio dando detalles sobre algunos de los experimentos que nos encontramos actualmente realizando en la generación y estudio de excitaciones colectivas.

10:30 - 10:45 Bases óptimas en el modelo de Dicke generalizado *Eduardo Nahmad Achar* (*nahmad@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Ramón López Peña* (*lopez@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Sergio Arturo Cordero Reyes** (*sergio.cordero@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Octavio Héctor Castaños Garza* (*ocasta@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Expositor.

Estudiamos un sistema compuesto por N_a átomos de n niveles en interacción dipolar con ℓ -modos de campo electromagnético. Para truncar la dimensión infinita del espacio de Hilbert proponemos un criterio basado en la fidelidad, procedimiento que permite obtener una buena descripción del estado base del sistema para un número pequeño de átomos, y con éste podemos determinar el diagrama de fases cuántico. Cuando el número de partículas aumenta la dimensión del espacio de Hilbert truncado se incrementa considerablemente. Sin embargo la solución variacional del problema nos permite establecer un método para reducir aún más la dimensión. Mostramos los resultados para el un sistema de átomos de 3 niveles en interacción dipolar con 2 modos de campo electromagnético.

10:45 - 11:00 Estudio de la forma y anchura de las líneas espectrales de la molécula CH₃OH (alcohol metílico) a 10.14 micrómetros Ollín Cacheux Luna* (*folix360@hotmail.com*), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Jesús Flores Mijangos (*flores@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares Universidad Nacional Autónoma de México; Marcela Dolores Grether González (*mdgg@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Enrique López Moreno (*elmlvi@gmail.com*), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Presentamos un estudio del proceso de absorción en el infrarrojo medio de la molécula de alcohol metílico utilizando espectroscopia láser. De la transmitancia se encuentra que el proceso de absorción sigue la ley de Beer. Esto implica que la intensidad láser no satura la transición. Los resultados experimentales encontrados para la línea 10R34 del láser de CO₂ permiten cuantificar cuatro parámetros: coeficiente de absorción, posición espectral, ensanchamiento y opacidad. Se presenta el dispositivo experimental con las condiciones de operación del espectrómetro. Del registro del cambio en la potencia del haz incidente y transmitido a la celda de absorción mientras se aplica un voltaje que modifica el tamaño de la cavidad láser se cuantifica la transmitancia en función de la sintonía del haz láser. Barridos de aproximadamente 30 MHz se pueden registrar sin saltos de modo en el láser de CO₂ con presiones subatmosféricas de alcohol metílico. Agradecemos a PAPIIME PE106616 y PAPIIT IN114816.

Física Atómica y Molecular SUM Juchimán

Moderador: Javier Miranda Martín del Campo

16:00 - 16:15 Quantum mechanical study of chemical reactivity of graphene doped with iron in aqueous medium for applications in biomedicine. Ernesto López Chávez* (*elopezc_h@hotmail.com*), universidad autónoma de la ciudad de México; Fray De Landa Castillo Alvarado (*fray.castillo@gmail.com*).

com), instituto politécnico nacional; Alberto García Quiroz (*albertogaga@hotmail.com*), universidad autónoma de la ciudad de México; Jose Antonio Diaz Gongora (*jairan71@hotmail.com*), instituto politécnico nacional; *Expositor.

Modified graphene has a wide variety of applications in physical, chemical and biomedical fields. In particular, in the field of biomedicine, graphene doped with other materials and modified in its structure has achieved wide recognition among the academic and industrial sectors to create next-generation medical systems and most reliable physical therapies. So, the understanding of the interaction mechanisms of new structures of graphene with biomolecules is an important step toward the design or improvement of new devices in diagnostic, generation of bioimages in deep parts of the human organism, devices for targeted delivery of drugs and detection of macromolecules. In the study here presented, density functional theory (DFT) computational methods are applied to a structure of graphene doped with iron atoms, studied as an isolated molecular system in aqueous medium, using the functional GGA PW91, in order to obtain the chemical reactivity properties of graphene doped with iron (Fe-G)

16:15 - 16:30 ESTUDIO DFT DE HIDROGENACIÓN Y REACTIVIDAD DE UN CÚMULO MIXTO DE Al₂O₃-TiO₂ Pablo Daniel Álvarez Hernández* (*padalher22@gmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Claudia Guadalupe Espinoza-Gonzalez (*cgespinosa@conacyt.mx*), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica; Srinivas Godavarthi (*godavarthi@conacyt.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, campus Zacatenco; José Gilberto Torres Torres (*gilberto.torres@ujat.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa; Carlos Fernando Murillo Cordova (*fermurillo@gmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Filiberto Ortiz Chi (*filiberto.ortiz@ujat.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, campus Mérida; *Expositor.

Se realizó una búsqueda exhaustiva de los isómeros de menor energía del cúmulo de óxido mixto (Al₂O₃)₄+(TiO₂)₅. Inspirados en antecedentes experimentales, el complejo propuesto tiene una relación de masa 50:50, donde cinco moléculas de TiO₂ tienen aproximadamente la masa atómica equivalente de cuatro moléculas de Al₂O₃. La determinación estructural de los mínimos globales putativos se acompaña del cálculo de frecuencias vibracionales, cálculo del Potencial Electroestático y de un estudio de reactividad mediante los índices de Fukui. La hidrogenación se incluyó explícitamente explorando los posibles sitios de unión de una molécula de H₂ con el cúmulo propuesto. El cálculo del mecanismo de reacción asociado indica que la adsorción de hidrógeno molecular es favorable. La metodología descrita para el óxido mixto se repite para el cúmulo de (TiO₂)₁₀, elegido como referencia debido a su masa atómica similar e importancia en estudios de catálisis.

16:30 - 16:45 **Modelado de la evolución de un átomo de carbono con cambios rápidos en el Hamiltoniano** Sergio Cano Andrade* (*sergio.cano@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Jhon Alejandro Montañez Barrera (*ja.montanezbarrera@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Cesar Damian Ascencio (*cesar.damian@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Adriana Saldaña Robles (*adriana.saldana@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; José Amparo Andrade Lucio (*andrade@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

En este trabajo, una ecuación modificada de Schrodinger es usada para modelar la evolución del spin de un átomo cuando es sacado rápidamente del equilibrio por la aplicación de un campo magnético fuerte. Este modelo es comparado con información experimental obtenida de la literatura. Usando las expresiones de entropía de Kullback-Leibler y la generación de entropía promedio Batalhao et. al. encuentran asimetrías en el proceso. Estas asimetrías se predicen de forma numérica en el presente trabajo.

16:45 - 17:00 **Evolución de estados base y excitados en la Ecuación no Lineal de Schrödinger** Remigio Cabrera Trujillo (*trujillo@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM; Ricardo Méndez Fragoso* (*rich@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

En esta contribución se analiza el comportamiento de algunas condiciones iniciales de un condensado de Bose-Einstein en una guía de ondas. Para ello se utiliza la Ecuación no Lineal de Schrödinger (ENLS) en una dimensión con un potencial cuadrado de altura y alcance finitos. Ésta ecuación tiene soluciones analíticas para el estado base y estados excitados. Sin embargo, el carácter de ENLS no permite la superposición de estados para la descripción completa del sistema. Se analiza la evolución del sistema a través de las proyecciones en cada uno de los estados permitidos por ENLS, y se estudia el número de partículas en cada estado utilizando el comportamiento del parámetro g o de interacción en ENLS. Se realiza un análisis numérico-analítico para obtener los resultados y realizar las interpretaciones.

17:00 - 17:15 **Métodos de Monte Carlo para Sistemas Cuánticos** Omar Abel Rodríguez-López* (*oarodriguez.mx@gmail.com*), 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. El estudio y cálculo de las propiedades físicas de sistemas cuánticos de muchos cuerpos es, en general, una tarea muy difícil. Las técnicas computacionales Monte Carlo Variacional (VMC) y Monte Carlo Difusivo (DMC) son opciones poderosas para el análisis de sistemas cuánticos a temperatura cero. El método VMC es, conceptualmente, el más sencillo de ambos. Haciendo uso del algoritmo Metropolis-Hastings para muestrear una distribución de

probabilidad (función de onda) de prueba, VMC permite estimar una cota superior a la energía del estado base. Además sirve usualmente como una etapa previa a la técnica DMC, la cual permite encontrar, en principio, las propiedades exactas del estado base hasta un error estadístico cuantificable. Daremos una introducción a las características generales de ambas técnicas, las dificultades principales para su implementación, y cómo se comparan con otras técnicas con propósitos similares.

17:15 - 17:30 **Solución numérica a sistemas cuánticos confinados mediante diferenciación automática** Allan Josué García Meza* (*al-josue@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Carlos Ramírez Ramos (*carlos@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Este trabajo muestra un nuevo método de solución numérica a sistemas cuánticos confinados. Para esto, se ataca el problema desde la naturaleza misma de las ecuaciones diferenciales, pues en el régimen de la mecánica cuántica donde se satisfaga la ecuación de Shrödinger, se pueden derivar de esta ecuaciones diferenciales del tipo:

$$y''(x) + \alpha(x)y'(x) + \beta(x)y(x) = 0 \quad (1)$$

Usando el método de Frobenius se encuentran la solución. Mediante diferenciación automática se calculan numéricamente dichos coeficientes y con esto se logra una aproximación mediante series truncas a la solución.

Se ha estudiado el sistema con hamiltoniano asociado:

$$\hat{H}\Psi = \left[-\frac{1}{R^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} - \frac{\partial^2}{\partial z^2} - i\gamma \frac{\partial}{\partial \varphi} + \frac{\gamma^2 R^2}{4} + \eta R \cos \varphi + V_{con}(\varphi, z) \right] \Psi = 0 \quad (2)$$

Agradecimientos: UNAM-DGAPA-PAPIIT IN116819

17:30 - 17:45 **Teoría de la dispersión cuántica de blancos asimétricos en base de armónicos esféroconales** Ricardo Méndez Fragoso* (*rich@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; Eugenio Ley Koo (*elkykoo@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

Las rotaciones de moléculas asimétricas están descritas por un Hamiltoniano que se escribe como la suma de uno de rotador esférico $H = QL^2/2$ y uno con la distribución de asimetría $H^* = (e_1 L_x^2 + e_2 L_y^2 + e_s L_z^2)/2$, donde P es la magnitud de asimetría. Los tres Hamiltonianos descritos conmutan entre sí, por lo que comparten eigenfunciones comunes que son los armónicos esféroconales, y eigenvalores $[Q\hbar^2 l(l+1)]/2 + PE_{n_1 n_2}^{[AB]l}$. El término de asimetría ilustra el efecto de remoción de la degeneración de los $2l+1$ niveles para sistemas isotrópicos. Para formular la teoría de dispersión cuántica se propone que el Hamiltoniano que describe la dinámica de las partículas incidentes bajo la acción del blanco asimétrico reemplace el término en L^2 en la energía cinética rotacional por $L^2 + (2P/Q)H^*$.

La consecuencia es que para cada onda parcial $l[AB]n_1n_2$ se tienen energías de distribución de asimetría diferentes, $E_{n_1n_2}^{[AB]RI}$.

17:45 - 18:00 **Átomo de Helio confinado en una caja esferoideal penetrable** Olga Oralia Arias Lara* (*olga.arias@correo.fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora; Adalberto Corella Madueño (*adalberto.corella@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

En este trabajo se muestra el comportamiento de la energía del estado base del átomo de Helio, para los casos del átomo libre y del átomo confinado en una región esferoideal prolata de pared blanda, modelada con un potencial de escalón de altura finita, usando como método de solución de la ecuación de Schrödinger, el método variacional y la aproximación de Born-Oppenheimer; se usa el sistema de coordenadas esferoideales prolatas, las cuales son compatibles con la geometría de la región de confinamiento. Se comparan los resultados de este trabajo con los encontrados en la literatura.

Física Médica

Auditorio de la Biblioteca Central

Moderadora: María Ester Brandan

8:30 - 9:00 **Educación Continua en Física Médica Clínica** Evangelina Figueroa Medina* (*evangelinafm@hotmail.com*), Corporación Oncológica México Americana, Aguascalientes México; *Expositor.

Mientras que un médico se enfoca en el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad, un físico médico se concentra en la planificación y administración del tratamiento, asegurando su efectividad y la protección del paciente y profesionales involucrados. Su rol es crítico para garantizar la prestación segura, efectiva y económica de servicios médicos que normalmente incluyen radiooncología, radiología de diagnóstico y medicina nuclear. Debido a los actuales niveles de vida, el envejecimiento de la población y las crecientes expectativas de servicios médicos en México, el uso de radiación en medicina se está expandiendo en complejidad y aplicación. Sin embargo, los recursos humanos necesarios en física médica no siempre están disponibles y conforme la tecnología médica sigue creciendo, el estrés para la fuerza laboral actual del gremio será mayor, especialmente en relación a su preparación, actualización y formación académica. La educación y formación de un físico médico se llevan a cabo tanto en universidades como en hospitales, pudiéndose convertir en una trayectoria tortuosa cuando no existen programas oficiales establecidos de educación continua en nuestro país. Esta ponencia se enfocará en exponer alternativas de educación continua a las que se puede acceder durante la carrera de un físico médico clínico enfocado a radiooncología.

9:00 - 9:15 **Diferencias en Kernel de Dosis del 90Y usando Energía media y Espectro Beta completo.**

Olga Leticia Avila Aguirre* (*olga.avila@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Eva Leticia Rojas Calderón (*leticia.rojas@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.

En cálculos de dosis provenientes de radionúclidos emisores beta es usual utilizar la energía media del espectro. Cuando el volumen es pequeño, como en el caso de células irradiadas en tratamientos de medicina nuclear e investigaciones de radiofármacos para aplicarse a blancos moleculares específicos, la contribución a la dosis proveniente de partículas beta con energías bajas puede ser relevante ya que depositan su energía en el volumen celular. Se usa el kernel puntual de dosis KPD para contrastar las diferencias que surgen de utilizar la energía media en lugar del espectro completo del radionúclido emisor beta Y90 en cálculos de dosis. El KPD se obtuvo utilizando el código PENELOPE de simulación Monte Carlo. Se modeló una geometría de capas esféricas concéntricas de radios desde 1 micra hasta 10 cm. Se realizaron cálculos colocando una fuente puntual situada en el centro de las esferas, usando energía media igual a 936.9 keV y usando el espectro completo del 90Y. La diferencia en la

9:15 - 9:30 **Eficiencia termoluminiscente relativa de los picos de la curva de brillo de TLD-100 expuestos a fotones de bajas energías** Esteban Arzaga Barajas* (*arzaga@estudiantes.fisica.unam.mx*), Facultad de Ciencias; Guerdá Massillon-Jl (*massillon@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se investigó la eficiencia relativa (RE: respuesta TL por unidad de dosis absorbida debido a rayos-X con respecto a la misma cantidad para 60Co) de los picos de la curva de brillo de TLD-100 situados en diferentes medios y expuestos a rayos-X de 20 kV a 300 kV, gamma de 137Cs y 60Co. Se realizó una deconvolución rigurosa de las curvas de brillo, en donde se fijaron parámetros de los picos de acuerdo con trabajos previos. Para ello, se determinaron las variables desconocidas de las curvas no lineales representativas de los picos usando el método de mínimos cuadrados. Se comparó la RE con la energía efectiva. Se observa que los picos de alta temperatura (6-9) presentan una mayor RE en comparación con los de baja (3-5). En relación al efecto del medio de irradiación, se observa una influencia del PMMA y LiF en RE para rayos-X de 20 kV, lo cual se interpreta como consecuencia del efecto de retrodispersión que es más importante en dichos materiales. Ambos resultados concuerdan con los estudios previos donde se analizó la respuesta total de la curva TL para fotones de bajas energías. Proyecto financiado por PAPIIT-IN115117, Royal-Society-NA150212.

Moderador: Ivan Rosado Mendez

10:00 - 10:30 **Clinicopathomic Biomarkers to Estimate Locoregional Recurrence and Metastasis in High-Risk Breast Cancer** William Tran* (*william.*

tran@sunnybrook.ca), Sunnybrook Health Sciences Centre, Canada; *Expositor.

The administration of neoadjuvant (i.e. pre-operative) chemotherapy (NAC) for breast cancer is used to treat patients with locally advanced breast cancer (LABC), based on the rationale that upfront chemotherapy can facilitate surgical excision of the tumour (rendering inoperable cancers surgically resectable) and to target microscopic disease. However, greater than 80% of patients do not achieve the desired outcome of a complete disappearance of tumor cells after chemotherapy. The risks associated with having residual cancer after chemotherapy involve a significant decrease in survival outcomes. Thus, there is great interest in developing methods to measure the likelihood of a tumor's response to chemotherapy; thus, potentially guiding treatments and personalizing chemotherapy for patients. Here, we present emerging clinical research using pathomics; i.e. image processing using digital pathology of the breast tumor and employing machine learning to calculate the presumed response to chemotherapy on an individual basis. At the end of this session, participants will be introduced to: 1. Breast cancer biology. 2. Clinical management of breast cancer 3. Digital pathology of breast cancer and pathological examination 4. The implementation of machine learning in medicine.

10:30 - 10:45 Evaluación de métodos de reducción de ruido para biomarcadores de viscosidad cervical basados en elastografía de onda de corte Abel Torres Añorve* (*abeltorres@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City, MEX; Mark L. Palmeri (*mark.palmeri@duke.edu*), Biomedical Engineering, Duke University, Durham, NC, USA; Helen Feltovich (*hfeltovich@gmail.com*), Intermountain Healthcare, Provo, UT, USA; Timothy J. Hall (*tjhall@wisc.edu*), Department of Medical Physics, University of Wisconsin, Madison, WI, USA; Ivan M. Rosado Méndez (*irosado@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City, MEX; *Expositor.

La cuantificación de cambios en la viscosidad cervical durante el embarazo podría permitir predecir el riesgo de parto prematuro. Nuestro grupo investiga el uso de la elastografía por onda cortante para cuantificar biomarcadores no invasivos (BNIs) de viscosidad cervical. Este trabajo explora el uso de la descomposición de valores singulares (DVS) para mejorar la sensibilidad del BNI definido como la pendiente de la velocidad de fase vs. frecuencia. El BNI se calculó a partir de simulaciones de desplazamientos de ondas cortantes en materiales con viscosidad y ruido variables. La sensibilidad del BNI a cambios en la viscosidad, cuantificada a través de la razón contraste/ruido CNR respecto de la viscosidad más baja, mejoró hasta 22 veces. Actualmente estamos aplicando este método para evaluar viscosidad cervical en macacos Rhesus embarazadas.

10:45 - 11:00 Medida de la energía promedio del campo secundario de radiación en radioterapia, usando dosímetros termoluminiscentes TLD-300 Víctor Manuel López Guadalupe (*victorlopezg@estudiantes.fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; María Ester Brandan* (*brandan@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Eduardo López Pineda (*edlope@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro Rodríguez Laguna (*arlaguna@ciencias.unam.mx*), Hospital Médica Sur; María Adela Poitevin Chacón (*adepoite@hotmail.com*), Hospital Médica Sur; *Expositor.

En radioterapia, estimar la probabilidad de daño a tejido sano e inducción de un cáncer secundario implica conocer la energía y la dosis impartida por el campo secundario de radiación (CSR). Nuestro grupo ha reportado que la curva de brillo (CB) del TLD-300 tiene una alta sensibilidad a energías de fotones utilizadas en radiodiagnóstico. Este trabajo investiga el uso del TLD-300 para determinar la energía promedio del CSR en tratamientos de radioterapia con fotones de 6 MV. Hemos obtenido una curva de calibración en el intervalo de energías de fotones de 140 keV-1250 keV. Esta es consistente con la obtenida previamente a bajas energías. La técnica permite cuantificar la energía promedio del CSR sobre el blindaje del cabezal del linac (del orden de 700 keV); entre 1-15 cm del borde del campo primario en la superficie (del orden de 600 keV) y en profundidad en maniquí de PMMA (del orden de 500 keV). Nuestros resultados son consistentes con predicciones generales de cálculos Monte Carlo.

Física Médica ***Teatro Universitario***

12:00 - 13:00 New Innovations in Cancer Treatment M. Saiful Huq* (*huqs@upmc.edu*), University of Pittsburgh School of Medicine and UPMC Hillman Cancer center, Pittsburgh, Pennsylvania, USA; *Expositor.

Cancer remains a major public health problem globally. Each year, tens of millions of people are diagnosed with cancer around the world, and more than half of the patients eventually die from it. Treatment modalities consist mainly of surgery, chemotherapy, immunotherapy and radiation therapy. New cancer therapies such as targeted therapy and immunotherapy have helped reduce the disease burden for patients with advanced-stage disease. Despite the advances seen with these monotherapies, however, the majority of these patients are only experiencing the toxicity of the drug and not the efficacy. Radiation therapy has been driven by technological innovation, which provides new opportunities for improving tumor control and reducing normal tissue damage. With the advent of novel technologies such as biology-guided radiotherapy, MR-guided or artificial intelligence-guided real-time adaptive radiotherapy or Flash radiotherapy, investigators are asking the question whether radiation therapy can brid-

ge the gap between localized therapy and systemic therapy, especially if such technologies can ablate tumors in a metastatic setting. Such disruptive newer technologies might facilitate radiation therapy to become an effective therapeutic agent for both local therapy as well as systemic therapy. This presentation will provide an overview of these advances in radiation oncology.

Física de Radiaciones
Sala de la Laguna I

8:30 - 8:50 **BEHAVIOR OF POLY-A ON KAOLINITE** *María Guadalupe Torres Duque** (*guadalupetduque@gmail.com*), *Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Claudia Consuelo Camargo Raya* (*camargo@nucleares.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Alicia Negrón Mendoza* (*negron@nucleares.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Sergio Ramos Bernal* (*ramos@nucleares.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor.*

Some explanations for the origin of life are based on models of the primitive environments of the Earth, that required a combination of geochemical variables. In this work the sorption of Poly-A on a clay mineral (kaolin) was studied to get an insight about the sorption capacity at different times and pH values, as well as to confirm the capabilities of the clay to protect the sorbate from an external source of ionizing radiation. The results showed that Poly-A presented a high percentage of sorption in the clay, especially in acidic environments and this percentage strongly decrease in an alkaline media. The recovery of Poly-A was lower in the system without clay, confirming its protection role. Also, is probe the Poly-A resistance to different levels of radiation, as well as found the protective capacity of the clay.

This work was performed at ICN-UNAM. The authors thank the PAPIIT project IN226817.

8:50 - 9:10 **Stability of pyruvic acid adsorbed onto clays exposed to ionizing radiation: Relevance in chemical evolution.** *Rosa Del Carmen Acosta Fernández** (*rosyacostafr@gmail.com*), *Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.*; *Alejandro Heredia Barbero* (*aheredia@nucleares.unam.mx*), *INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES, Universidad Nacional Autónoma de México.*; *Alicia Negrón Mendoza* (*negron@nucleares.unam.mx*), *INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES, Universidad Nacional Autónoma de México.*; **Expositor.*

The study of the synthesis and stability of organic molecules through various physicochemical processes to become more complex is part of the chemical evolution processes. In order to have an insight into the possible mechanisms of these chemical transformations, different energy sources

and catalysts are needed that may act to achieve this transformation. In this work, the study the stability of pyruvic acid under a high radiation field in the presence and absence of clay was undertaken. Pyruvic acid is a keto acid and key compound in the metabolism. It is also important as an intermediary in the synthesis of some amino acids and sugars. Its abiotic synthesis has been possible at high pressures and in the presence of organometallic phases, possibly produced in hydrothermal and volcanic environments. The main produced radiolytic products will be identified, as well as, the effect that different cations (Na⁺, Mg²⁺, Fe³⁺) produce in the structure of the clay, and how this alters the for

9:10 - 9:30 **Decrease of HMF levels in honey samples by ionizing radiation** *Jorge Armando Cruz Castañeda** (*jorge.cruz@nucleares.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Nucleares*; *Adriana Leticia Meléndez López* (*adriana.melendez@nucleares.unam.mx*), *Instituto de Geología*; *Edgar Islas Ortíz* (*islasortize@gmail.com*), *Facultad de Química*; *María Fernanda García Hurtado* (*garcia.hf@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias*; *Alejandro Heredia Barbero* (*aheredia@nucleares.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Nucleares*; *Sergio Ramos Bernal* (*ramos@nucleares.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Nucleares*; *Alicia Negrón Mendoza* (*negron@nucleares.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Nucleares*; **Expositor.*

Honey produced by honey-bees is a complex mixture of sugars in aqueous solution. The main components correspond to: fructose, glucose, high molecular weight sugars, gluconic acid, ascorbic acid, amino acids, potassium, sulfur, chlorine, and calcium. 5-hydroxymethylfurfural (HMF), is formed by the reduction of sugars present in honey through the Maillard reaction, this process is favored over time by temperature and acid pHs. It has been reported that HMF has mutagenic and carcinogenic effects. Therefore, the HMF content in honey is a factor for quality honey, with a limit of 40 mg/Kg for packaged honey less than 6 months and 80 mg/kg for packaged honey over 6 months. The aim of this work is to determine the efficiency of the use of ionizing radiation, to decrease the HMF content in honey. Monitored by chromatographic techniques, the results suggest that, at low radiation doses, the HMF in aqueous solution is easily decomposed, however in real samples the degradation is less effective

10:00 - 10:20 **“Determination of 234U and 238U activity in groundwater and soil of the Jiménez pecan zone in the State of Chihuahua “** *Carmen Del Rocío Caraveo Castro** (*carmen.caraveo@cimav.edu.mx*), *Centro de Investigación en Materiales Avanzados*; *María Elena Montero Cabrera* (*elena.montero@cimav.edu.mx*), *Centro de Investigación en Materiales Avanzados*; *Carmen Grisel Mendez Garcia* (*griselmendez@fisica.unam.mx*), *Instituto de física. Universidad Nacional Autónoma de México*; *Aurora Mendieta Mendoza* (*mema_bora@hotmail.com*), *Facultad de Zootecnia y Eco-*

logía de la UACH, Chihuahua; Marusia Rentería Villalobos (mrenteria@uach.mx), Facultad de Zootecnia y Ecología de la UACH, Chihuahua; *Expositor.

Groundwater is the main source of tap water in Jiménez, Chih. The Uranium (U) is presented in the rocks of the region. Seven samples were collected from groundwater wells and soil. Some parameters were measured in-situ. Water samples exceed the MLA of NOM-127-SSA1. The activity concentration (AC) of natural U was determined by LS: liquid scintillation (PERALS), and AS: alpha spectrometry (Canberra camera 7401VR). Special methods were applied to eliminate interferences due to the high salinity of the water. The MRC IAEA-375 was used to validate the quality of the procedure in the determination of U in soils. The validation results for LS: 238U 21.76-22.8 Bq / kg and 234U 19.64-21.53 Bq / kg; AS: 238U 20.46-22.11 Bq / kg and 234U 17.04-17.61 Bq / kg; ICP-MS: U 1.8 ppm. The values are in the reference range of the IAEA-375. U Total in the samples: AC in soil, LS: 0.050-0.676 Bq / kg and AS: 0.061-0.701 Bq / kg; AC in water, LS: 0.344-1.521 Bq / L and AS: 0.027-0.478 Bq / L.

10:40 - 11:00 **Transport and concentrations of uranium isotopes in the Laguna del Cuervo, Chihuahua** Victoria Pérez Reyes* (victoria.perez@cimav.edu.mx), Centro de Investigación en Materiales Avanzados; María Elena Montero Cabrera (elena.montero@cimav.edu.mx), Centro de Investigación en Materiales Avanzados; Carmen Del Rocío Caraveo Castro (carmen.caraveo@cimav.edu.mx), Centro de Investigación en Materiales Avanzados; Daniel Hernández Hernández (daniel.hernandez.hernandez@cimav.edu.mx), Centro de Investigación en Materiales Avanzados; Rocío Magaly Cabral Lares (rocio.cabral@cimav.edu.mx), Centro de Investigación en Materiales Avanzados; Luis Edmundo Fuentes Cobas (luis.fuentes@cimav.edu.mx), Centro de Investigación en Materiales Avanzados; Carmen Grisel Méndez García (griselmendez@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la UNAM; *Expositor.

The Laguna del Cuervo is an endorheic basin, located in the region of Aldama, Chih. Due to its proximity to the uranium deposit of Peña Blanca, the fluvial currents transport U to the lagoon. 12 samples of sediment and surface water were collected along the drainage path from the U reservoir to the lagoon. To get the particulate phase, the sediment was equilibrated with water and then filtered. The activity concentration (AC) of natural U was determined, applying LSC: liquid scintillation (PERALS), and AS: alpha spectrometry (Canberra camera 7401VR). The phases present in the sediments were identified by X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM). The 210Pb AC was used to date a sedimentary core by gamma spectrometry (GS). Results: AS: 238U 29.06-37.03 Bq / kg and 234U 31.80-57.57 Bq / kg, Mineral phases: quartz, calcite and kaolinite, in variable proportions

with the sample. Preliminary dating of the sediment core gives an interval of 50 ± 10 yrs.

11:00 - 11:20 **Preliminary measurements of Be-10/Be-7 in rainwater for the atmospheric transport analysis** Karen Patricia Gaitán De Los Ríos* (krndelosrios@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Carmen Grisel Méndez García (griselmendez@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México - CONACYT; Pedro Santa Rita (phs737@bham.ac.uk), University of Birmingham; Luis Armando Acosta Sánchez (acosta@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Rocío García Martínez (gmrocio@atmosfera.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Arcadio Huerta Hernández (arcadio@fisica.unam.mx), Instituto de Física-Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Ángel Martínez Carrillo (mangel@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; María Esther Ortiz Y Salazar (ortiz@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

The meteoric cosmogenic beryllium has been used as an important geophysical tracer in the analysis of atmospheric flows and erosion soils since 1960. The first measurements of Be-10 concentrations in rainwater have been carried out in the Laboratorio Nacional de Espectroscopia de Masas con Aceleradores (LEMA-IFUNAM) which, along with the determination of Be-7 by using a shielded low background HPGe detection system, will allow obtaining the Be-10/Be-7 isotopic ratio in such environmental samples. The preliminary results related to 1L of rainwater collected at the Altzomoni volcanic peak are described in the present work.

11:20 - 11:40 **Efficiency of a HPGe extended range detector for determination of ^7Be concentration in air filters.** Óscar Eduardo López López* (lopezlopezoscscar@hotmail.com), Universidad Autónoma de Chihuahua; María Elena Montero Cabrera (elena.montero@cimav.edu.mx), Centro de Investigación en Materiales Avanzados; Rodrigo Domínguez García (rodrigo.dominguez@cimav.edu.mx), Centro de Investigación en Materiales Avanzados; Rocío Magaly Cabral Lares (lopezlopezoscscar@hotmail.com), Centro de Investigación en Materiales Avanzados; Jesús Gonzalo Canché Tello (jesus.canche@cimav.edu.mx), Centro de Investigación en Materiales Avanzados; Jorge Iván Carrillo Flores (jorge.carrillo@cimav.edu.mx), Centro de Investigación en Materiales Avanzados; *Expositor.

Using the GEANT4 Monte Carlo simulation software, the efficiency of the HPGe extended range detector of the Environmental Radiological Surveillance Laboratory of CIMAV was modeled. A ^{137}Cs certified point source was employed to determine the experimental efficiency in the desired geometry for the energy of 662 keV. The resulting value was compared with the theoretical efficiency obtained by the Monte Carlo simulation. The results of

the simulation were consistent with the experimental one. The same method was applied to calculate the theoretical efficiency in the same detector for borosilicate filters in an extended geometry. The energy then was 477 keV, of the gamma quanta from ${}^7\text{Be}$, to determine its concentration in air. This efficiency value was applied for air sampling in the city of Chihuahua.

11:40 - 12:00 **Radiochemical procedures for the determination of ${}^{10}\text{Be}$ in environmental samples by AMS** Carmen Grisel Méndez García* (*griselmendez@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Física); Corina Solís Rosales (*corina@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Física); Karen Patricia Gaitán De Los Ríos (*krndelosrios@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México (Posgrado en Ciencias de la Tierra); Santiago Padilla Domínguez (*spadilla@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Física); Efraín Rafael Chávez Lomelí (*chavez@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Física); Luis Armando Acosta Sánchez (*acosta@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Física); Arcadio Huerta Hernández (*arcadio.huerta@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Física); Malvis Robaina Mesa (*mrobaina1542@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México (Posgrado en Ciencias de la Tierra); Aurora Guadalupe Borges Sánchez (*aubos@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México (Facultad de Ciencias); *Expositor. Beryllium-10 is a long-lived radionuclide produced in the atmosphere by spallation reactions, it enters natural archives by wet and dry deposition. The study of ${}^{10}\text{Be}$ in particulate matter has shown to be a potential tool to study climate change. Recently there has been a lot effort to develop new methods of measurement of cosmogenic radionuclides. Accelerator mass spectrometry (AMS) has proven to be a suitable technique for the determination of atmospheric ${}^{10}\text{Be}$ in natural samples, with a low detection limit (typically between 10-12 and 10-16 of natural isotopic abundances). The main objective of this work is the study of two radiochemical procedures in small samples of urban particulate matter. Several small samples, around 25 mg were analyzed using both procedures. The first results did not show differences between procedures. The concentration of ${}^{10}\text{Be}$ was around 6×10^8 atoms per gram; this value is in the same order of magnitude as reported in similar studies in specific urban areas.

Física de Radiaciones
Sala de la Laguna I

12:00 - 12:20 **Gamma irradiation of glutamic acid and serine in solid state and its self-assembly on mineral surfaces** Christopher Estrada Jiménez* (*christopher.estrada.jmz@gmail.com*), Facultad de

*Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México; Alicia Negrón Mendoza (*negron@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Sergio Ramos Bernal (*ramos@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro* Heredia Barbero (*aheredia@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

The occurrence of essential amino acids in carbonaceous chondrites enlighten its importance in the chemical evolution of the biomolecules in the primitive Earth and the Universe. The mineral surfaces and the interstellar or terrestrial radiation might have played a crucial role in the oligomerization of amino acids and the formation of several other molecules relevant to the prebiotic chemistry. The aim of this study is to examine the effect of gamma radiation, hydration-dehydration cycles and the interaction of olivine ((Fe, Mg)SiO₄) with glutamic acid and serine in the formation of peptidic bonds (oligomerization). The amino acids were submitted to a total dose of 1.6 MGy in solid state. We worked with both D- and L- enantiomers to analyze the structural and ATR-FTIR bands behavior of hte molecules. Our preliminary results suggest an oligomerization process improved by the contact of gamma radiation, olivine and hydration-dehydration in the prebiotic Earth.

12:20 - 12:40 **Amphiphilic derivatives of chitosan obtained by gamma radiation-induced graft-polymerization and their behavior at the air-water interface** Martín Caldera Villalobos* (*caldera_martin@hotmail.com*), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Víctor Manuel Velázquez Aguilar (*vicvela@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; María Del Pilar Carreón Castro (*pilar@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.

Ionizing radiation-induced graft-polymerization is a useful tool for modifying the physical properties of polymers in materials science [1,2]. Chitosan is a biocompatible, biodegradable, highly hydrophilic and antibacterial polysaccharide [3,4]. In this work, we report the obtaining of amphiphilic polymers through graft-polymerization of acrylic monomers (methyl acrylate, tert-butyl acrylate, and hexyl acrylate) on chitosan. Polymerization reactions were carried out by simultaneous irradiation of monomers and chitosan using a gamma radiation source of ${}^{60}\text{Co}$ (Gamma beam 651PT irradiator) at 10 kGy and 1.62 kGy/h, as dose and dose rate respectively. The Langmuir monolayers of amphiphilic polymers were studied through Surface pressure versus molecular area isotherms and hysteresis of compression-decompression cycles. Finally, the transferring of Langmuir monolayers to solid substrates was studied with the aim to obtain LB films with potential application as antibacterial coatings.

16:00 - 16:20 Measurement of content of ^{226}Ra in drinking water from some states of Mexican Republic by liquid scintillation method Arturo Angeles Carranza* (arturo.angeles@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Esperanza Quintero Ponce (esperanza.quintero@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Isabel Gaso Prada (isabel.gaso@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.

To assess the quality of drinking water with respect to the content of radioactivity, usually is carried out an screening program in the locations of interest, that program consist in pick representative samples of drinking water from the wells in that locations, water samples are analyzed to measuring the gross alpha/beta radioactivity by a low background proportional counter or a liquid scintillation system. When some sample exceeds the normative limit then it must be known which radionuclides are in that sample. Expected radionuclides in water are the NORM (normal occurring radioactive material) from the natural radioactive chains. ^{226}Ra is frequently present in drinking water and is one of most important radionuclide because its “radiotoxicity”, the WHO (World Health Organization) recommends a reference level for ^{226}Ra of 1 Bq/L (the dose coefficient for ^{226}Ra is 2.8×10^{-7} Sv/Bq). From a national program of drinking water screening in the Mexican Republic, the samples that exceeded

16:20 - 16:40 X-ray detector module based on large area photodiode coupled to gadolinium oxysulfide scintillator Marcos Gael De La Cruz Vicencio (mdelacruz@fis.cinvestav.mx), CINVESTAV; Héctor Trejo Mandujano (htrejo@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Sergio Flores García (sflores@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Abdiel Ramírez Reyes* (abdiel.ramirez@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Raúl Quiñones Cuellar (al156562@alumnos.uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; *Expositor.

The presented work summarizes our design, construction and characterization of X-ray detector module with possible applications in dosimetry in X-ray devices at low energy, 15-100 keV. The detector was fabricated using a large area silicon photodiode (S6967 Hamamatsu®) with Gadolinium Oxysulfide scintillator (Gd₂O₂S:Tb, Mitsubishi®) due to their high quantum efficiency. In addition, the detector was connected to the preamplifier developed with AD8638 operational amplifiers (Analog Devices®). The final module was characterized by a microfocuss X-ray source in order to know its gain, sensitivity, accuracy, dark noise and quantum efficiency of detection. The response of module and factors limiting high resolution have been discussed too, but in general, we found that our proposal is an acceptable candidate for applications in dosimetry in X-ray devices. For now, we are working on a portable, wireless and reliable design for dental radiography applications.

16:40 - 17:00 Integral equations study of Radon diffusion through respiratory and endothelial membranes: An approach by integral equations. Carlos Corona Orán* (jccorona@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; Fernando Méndez Sánchez (fms@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; Jorge Mulia Rodríguez (jmr@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; Daniel Osorio-González (dog@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

Radon in its gaseous phase is capable of diffusing through biological membranes due to a partial pressure gradient. To reach the inner membrane of a mitochondria from the atmospheric air, radon must cross several cell membranes, possibly by passive diffusion; while to leave the body, it will follow a opposite path but with very low partial pressures. The purpose of this work is to describe the density profile of radon particles near the surface of the alveolar wall. The interaction potential between the alveolus wall and radon particles is characterized by the height of the potential and the half width of the alveolus membrane, where the first corresponds to the energy required for a radon particle to pass through the wall and the second to the thickness of the wall. We propose a theoretical model that captures the main characteristics of the interaction between a set of semipermeable membrane and a radon particle.

17:00 - 17:20 Simulated environments using Monte Carlo for Radon 222 risk estimation. Jorge Mulia Rodríguez* (jmr@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; Carlos Corona Orán (jccorona@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; Daniel Osorio-González (dog@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

After the late 1970s radon exposure and the inherent risks to health started to get more attention, especially after widespread indoor levels and a correlation as a precursor of cancer were detected. According to evaluations made by the UNSCEAR, radon present in the natural environment constitutes around 53% of human exposure to natural radiation. For this reason, in the present work we performed a set of simulations based on Monte Carlo method to estimate the decay rate of all the radon 222 daughters' nuclides. Through these simulations we analyzed diverse environmental frameworks with different conditions in order to determine the circumstances that represent harmful factors for health, which enables the generation of useful information to suggest control strategies or to predict emergent civil protection eventualities. Furthermore, we propose a first approximation of a mathematical model to estimate the risk associated with the presence of radon 222 in a confined environment.

17:20 - 17:40 Structural effects induce by changes in temperature in the physicochemical properties of the rotavirus VP6 protein Cristian Pe-

ña Negrete* (crpen87@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Laura Alejandra Mandujano-Rosas (lamandujanor@gmail.com), Centro de Investigación, Transferencia de Tecnología e Innovaciones Empresariales, Universidad Mexiquense; Carlos Corona Orán (jccorona@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; Jorge Mulia Rodríguez (jmr@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; Mauricio Paulin Fuentes (mauriciopaulin@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Daniel Osorio-González (dog@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

Rotavirus is an intestinal infectious disease that causes around half a million deaths annually in infants under 5 years old. This virus is formed by three layers of concentric proteins that surround its genome, where the structural protein VP6 is the most conserved among the serotypes of rotavirus, besides being an excellent vaccine candidate. Recent studies have shown that this protein has susceptibility to temperature changes caused by electromagnetic radiation, which is inconvenient for vaccine development. In the present work, we perform an in silico study to analyze the structural affectations in VP6 protein when temperature changes, caused by an electromagnetic radiation source, are induced. We use two force fields to model the energetic interactions, calculate and compare the physicochemical properties and identify the regions with the major structural affectation.

17:40 - 18:00 **Changes of the neutron flux of the nuclear reactor Triga Mark III since the conversion from high to low 235U enrichment** Octavio Del Ángel Gómez* (ogomez@fis.cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Carlos Vázquez López (cvlopez@fis.cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Roberto Raya Arredondo (roberto.raya@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Simon Cruz Galindo (simon.cruz@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; José Ignacio Golzarri Moreno (golzarrm@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Guillermo Espinosa García (espinosa@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

The neutron flux of the Triga Mark III research reactor was studied using nuclear track detectors. The facility of the “Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ)”, Salazar, México operate with a new core load of 59 LEU 30/20 (Low Enriched Uranium) plus 26 FLIP (Fuel life Improvement Program) fuel elements. The reactor provides a neutron flux around 2×10^{12} n cm⁻² s⁻¹ at the irradiation channel. In this channel, CR-39 (allyl diglycol polycarbonate) Landauer® detectors were exposed to neutrons; the detectors were covered with a 3 mm acrylic sheet for (n, p) reaction. Results show a linear response between the reactor power in the range 0.1 - 7 kW and

the average nuclear track density with data reproducibility and relatively low uncertainty ($\pm 5\%$). The method is a simple technique, fast and reliable procedure to monitor the research reactor operating power levels.

Óptica SUM Juchimán

Modera: Maximino Avendaño Alejo

8:30 - 9:00 **USO DE LUZ DE BAJA COHERENCIA EN LA TÉCNICA DE PROYECCIÓN DE FRANJAS** Amalia Martínez García* (amalia@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica; Juan Antonio Rayas (jrayas@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica; José Rubén Sánchez Aguilar (jrsanchez@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica; Miguel León Rodríguez (miguelleon@upgto.edu.mx), Universidad Politécnica de Guanajuato; *Expositor.

Pendiente-Se enviará por correo electrónico- Plática invitada en simultánea de la División de Óptica

9:00 - 9:15 **Medición del tiempo de relajación longitudinal T_1 , mediante nutación óptica retrasada, en una fibra de cristal fotónico de núcleo hueco rellena con acetileno** Manuel Iván Ocegueda Miramontes* (manuel.ocegueda@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Jordan Israel Díaz Álvarez (jdiaz53@uabc.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California; Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez (piglesias@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Ramón Carrillo-Bastos (ramoncarrillo@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Serguei Stepanov (steps@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California; Nayeli Casillas Rodríguez (ncasilla@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California; Eliseo Hernández Hernández (ehernan@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California; *Expositor.

En este trabajo se investiga experimentalmente la influencia del efecto conocido como “ensanchamiento por tiempo de tránsito” (transit-time broadening) en la pérdida de coherencia de las moléculas del gas acetileno ($^{12}\text{C}_2\text{H}_2$) depositadas en el interior de una fibra de cristal fotónico de núcleo hueco (HC-PCF). Para tal fin se midió el tiempo de relajación longitudinal (T_1) utilizando la nutación óptica retrasada. Para realizar los experimentos se enviaron secuencias de dos pulsos ópticos de 15 ns cada uno (con retrasos ópticos variables), con potencias pico a pico de hasta 4 W, a la línea P9 (1530.37 nm) del gas acetileno. La presión del gas en el interior de la HC-PCF (con longitud de 2.4 m y diámetro de núcleo hueco de 10.3 μm) se varió entre 0.05 y 0.5 Torr. Los resultados obtenidos muestran que el tiempo de relajación T_1 en el interior de

la HC-PCF es de alrededor de 10 ns. Además, se observó una ligera dependencia de T_1 de la potencia de los pulsos incidentes.

9:15 - 9:30 ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UN SENSOR CON FIBRA ÓPTICA RECUBIERTA DE PELÍCULAS DELGADAS CON TiO_2 , PARA MEDICIONES DE PARÁMETROS MEDIO-AMBIENTALES

*Ulises Gonzalez Vazquez** (*ulises.gonzalez@unicach.mx*), UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS; *Erik Ramirez Morales* (*eriking10@hotmail.com*), UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO; *Lizeth Rojas Blanco* (*lizethrojas@hotmail.com*), UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO; *German Perez Hernandez* (*germanperez@hotmail.com*), UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO; *Ruben Alejandro Vazquez Sanchez* (*ruben.vazquez@unicach.mx*), UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS; *Manuel May Alarcon* (*mmay@pampano.unacar.mx*), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARMEN; *Francisco Mendez Martinez* (*fmendez@pampano.unacar.mx*), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARMEN; *Expositor.

En este trabajo se presenta los principios de diseño de un sensor de fibra óptica, basado en el empleo de películas delgadas de óxido de titanio para ser utilizado en la medición de distintos parámetros de control medioambiental, teniendo en cuenta la calidad del agua. Desarrollado con una fibra óptica con núcleo de $105 \mu\text{m}$ y 5 cm de longitud como parte sensora donde se deposita una película. Para la síntesis del óxido de titanio se utilizó la técnica Sol-Gel. Se realizó un arreglo experimental de donde a la fibra se le aplicaron diferentes procesos para depositar la película; donde se caracterizó empleando diferentes técnicas, principalmente difracción de rayos X (DRX), espectroscopia Raman y microscopía electrónica de barrido (SEM). Donde se obtuvo partículas de óxido de titanio en fase anatasa; Se caracterizó la fibra óptica recubierta de la película con TiO_2 donde no presento perdida de luz a comparación de otras fibras morfológicamente modificadas. Los resultados indican que utili

Moderador: Amalia Martínez García

10:00 - 10:30 TRAZO EXACTO DE RAYOS PARA DISEÑAR, CONSTRUIR Y EVALUAR SUPERFICIES ÓPTICAS TRADICIONALES Y NO CONVENCIONALES ARBITRARIAS

*Maximino Avendaño Alejo** (*maximino.avendano@icat.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Pendiente - Se enviará por correo electrónico. Plática invitada en simultánea de la División de ÓPTICA

10:30 - 10:45 Modelo matemático de difracción en región convergente y divergente de una lente esférica.

*Esteban Andrés Zárate** (*esteban.zarate@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Quinti-*

liano Angulo Córdoba (*quintiliano.angulo@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Gerardo Gutiérrez Tépac* (*gerardo.gutierrez@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *José Adán Hernández Nolasco* (*jaherno@hotmail.com*), 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 dos aberturas circulares de diámetros diferentes. Se establece la existencia de un patrón de difracción derecho y otro izquierdo, así como el desfaseamiento del campo difractado al propagarse en las regiones de Fresnel (convergente y divergente) de una lente esférica. Se muestran resultados experimentales y los generados mediante simulación.

10:45 - 11:00 Diseño y construcción de topógrafos corneales basados en pantallas nulas cónicas

*Manuel Campos García** (*manuel.campos@icat.unam.mx*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología; *Oliver Huerta Carranza* (*oliver@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología; *Andrés Peña Conzuelo* (*apenacon14793@gmail.com*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología; *Juan Salvador Pérez Lomelí* (*salvador.perez@icat.unam.mx*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología; *Rigoberto Nava Sandoval* (*rigoberto.nava@icat.unam.mx*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología; *José Antonio Lechuga Núñez* (*antonilemus1111@gmail.com*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología; *Expositor.

En este trabajo reportamos el diseño de dos topógrafos corneales basados en pantallas nulas cónicas. Uno de ellos es un topógrafo corneal fijo cuyo tamaño es comparable con un topógrafo comercial y el otro es un topógrafo corneal compacto de algunos centímetros. Se ha propuesto medir la superficie de la zona periorbitaria humana para mejorar el ajuste del topógrafo a la cara del paciente con el objetivo de evitar las dificultades en la alineación. La construcción de la pantalla nula cónica se realiza considerando una córnea humana promedio. Trabajo es apoyado por DGAPA-UNAM, PAPIIT No. TA100519 y PAPIME No. PE110419.

Nanociencias y Nanotecnología
Teatro Universitario

11:00 - 12:00 ¡Está Carbón! *Gabriel Merino** (*gabriel.merino2@gmail.com*), Cinvestav Mérida; *Expositor.

La química del carbono es exquisita, basta combinarse con media docena de otros elementos para dar lugar a cadenas, anillos y poliedros, los cuales constituyen parte de lo que percibimos. Para ello existen básicamente dos reglas de construcción. La primera es que el máximo número de átomos ligados al carbono son cuatro (la tetracoordinación del carbono). La segunda es que todos los carbonos tetra-

coordinados adoptan un arreglo tetraédrico. Quizás esta regularidad estructural y la aparente ausencia de excepciones a la regla fueron el motor principal que permitió a la Química Orgánica crecer y consolidarse durante el siglo XX. Sin embargo, hoy es posible hallar en la literatura sistemas que poseen átomos pentacoordinados, hexacoordinados e incluso heptacoordinados de carbono. Es más, también se han capturado sistemas que poseen átomos de carbono tetracoordinados pero planos. Así, el objetivo de esta plática es mostrar que la Química de carbono va más allá de tetraedros.

Nanociencias y Nanotecnología
Auditorio Juchimán

16:00 - 16:30 **Estudio de primeros principios de la disociación de contaminantes atmosféricos (NO₂ y SO₂) sobre superficies de ZnO** Erika Camarillo Salazar (*erikacamarillo@uadec.edu.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA; Reyes García Díaz (*reyes_garcia@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; María Teresa Romero De La Cruz* (*teresa.romero.cruz@uadec.edu.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA; *Expositor.

Se han realizado cálculos de energía total para estudiar la adsorción y disociación de SO₂ y NO₂ sobre superficies de óxido de zinc, ZnO(0001) prístinas y con cobre depositado. Se usaron varios sitios de alta simetría para la adsorción de las moléculas. Se calcularon las propiedades electrónicas de las configuraciones más estables. Las energías de adsorción indican que hay quimisorción de moléculas NO₂ y SO₂. Se realizaron cálculos de NEB para estudiar la disociación de las moléculas sobre las superficies. La energía de activación para el primer proceso de disociación de NO₂ y SO₂ en la superficie limpia de ZnO se compara con las energías de activación obtenidas en la superficie de óxido de zinc con depósito de Cu. Los resultados de la primera y segunda disociación para la molécula de NO₂ muestran que es posible la descomposición de este contaminante sobre el ZnO pero es más favorable con la presencia de Cu mientras que para el SO₂ es más favorable sin el Cu.

16:30 - 16:45 **Estudio de pastas térmicas con cargas de grafeno** José Rodrigo Orozco Chac* (*ro.dri.go.123@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Yucatán; Caridad Guadalupe Vales Pinzón (*caridad.vales@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán; Rubén Arturo Medina Esquivel (*ruben.medina@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán; Romeo Humberto De Coss Gómez (*romeo.decoss@cinvestav.mx*), CINVESTAV Unidad Mérida; Tapia González Jorge Alejandro (*jorge.tapia@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán; Melissa Lessen Casais Molina (*melissa.casais@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán; *Expositor.

En este trabajo se presenta la caracterización de una pasta térmica con cargas de grafeno. La caracterización de este

material compuesto se realizó con la técnica fototérmica del Resonador de Ondas Térmicas (TWRC, por sus siglas en inglés). El material compuesto consiste en una matriz de grasa de silicón con diferentes cargas volumétricas de grafeno. El método de TWRC se eligió con la finalidad de obtener la difusividad térmica de los compuestos mediante la variación de la longitud de la cavidad y la medición de la señal piroeléctrica. Se encontró que se obtienen cambios significativos en la difusividad térmica relacionados con la concentración de cargas de grafeno en la pasta térmica, aún con bajas concentraciones las variaciones en las propiedades térmicas son significativos debido a la extraordinaria conductividad térmica del grafeno. Estos resultados muestran una nueva opción para mejorar la disipación de calor en componentes electrónicos, entre otras aplicaciones.

16:45 - 17:00 **Fabricación de electrodos basados en nanoestructuras de carbono para su aplicación en dispositivos de almacenamiento energía.** Eduardo Tovar Martínez (*eduardo.tovar@ipicyt.edu.mx*), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica; Marisol Reyes Reyes (*reyes.reyesm@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Roman Lopez-Sandoval* (*sandov@ipicyt.edu.mx*), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica; Jorge Valentin Cabrera Salazar (*jorge.cabrera@ipicyt.edu.mx*), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica; *Expositor.

Recientemente ha despertado mucho interés en la fabricación de electrodos orgánicos para el reemplazo del uso de metales o de óxidos metálicos como electrodos. Estas aplicaciones van desde su uso como electrodo transparentes, en el caso de celdas solares, su uso como electrodo en dispositivos de almacenamiento de energía tales como en baterías, condensadores de doble capas eléctricas y supercapacitores. La ventaja en el uso de los electrodos orgánicos son el bajo costo de los materiales orgánicos y su fácil procesamiento. Además, materiales orgánicos proveen una oportunidad excelente para mejorar aun más las tecnologías de generación y almacenamiento de energía y son una plataforma versátil para desarrollar nuevas tecnologías. Materiales orgánicos son abundantes, relativamente baratos, y su síntesis pueden ser diseñado tal que no demande demasiada dinero y genere poco desecho. En esta plática presentaremos nuestra contribución en esta área.

17:00 - 17:30 **Fabricación y Escalamiento de Celdas Solares basadas en Películas Delgadas de CdS/CdTe** Juan Luis Peña Chapa* (*jlpenachapa@gmail.com*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Física Aplicada, Unidad Mérida; *Expositor.

First Solar fabrica módulos basados en celdas solares (CS) de películas delgadas (PD) de CdS /CdTe con eficiencia fotovoltaica de 18 %. La activación de los módulos se realiza mediante solución acuosa de CdCl₂ sobre la PD de

CdTe y tratamiento térmico a 400° C. Romeo et al. desarrollaron un nuevo método de cloración mediante un tratamiento térmico en atmósfera gaseosa clorada. Presentamos resultados de CS de alta eficiencia (>14%) basadas en PD de CdS/CdTe1. En estas CS las PD de ZnO como buffer, CdS (capa ventana) y la bicapa de Cu/ Mo como contacto posterior fueron depositadas sputtering. La PD de CdTe se depositó por CSS a T=500° y la activación a T=400°C en atmosfera gaseosa de freón. Presentamos resultados del escalamiento y aplicaciones de módulos fabricados en nuestros laboratorios. Agradecimientos: trabajo financiado por CONACYT-SENER (México) Proyectos CeMIE-Sol 207450/P25 y LENERSE-254667. 1.- J. L. Peña, et al., Solar Energy, 86, 780-785, 2012

17:30 - 17:45 **Procesos de funcionalización magnética para materiales grafénicos** Sergio Alonso López Fuentes* (*violoneva@gmail.com*), Universidad Autónoma de Yucatán; Caridad Guadalupe Vales Pinzón (*caridad.vales@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán; Rubén Arturo Medina Esquivel (*ruben.medina@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán; Rudy Amilcar Trejo Tzab (*rudy.trejo@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán; Romeo Humberto De Coss Gómez (*romeo.decoss@cinvestav.mx*), CINVESTAV Unidad Mérida; Miguel Ángel Zambrano Arjona (*miguel.zambrano@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán; *Expositor.

La funcionalización de nanomateriales representa un gran objeto de investigación en la comunidad científica actual. En esta investigación se ha desarrollado el estudio de la funcionalización magnética de nanofibras de carbono a través de ferrofluido bajo la premisa de que la cantidad de material magnético adherido a las superficies de las nanoestructuras dependen de variantes en su preparación como lo son la frecuencia de agitación y el tiempo de reacción. Estas nanofibras magnetizadas tiene aplicaciones magneto-ópticas las cuales dependen de la cantidad del material magnético presente en las mismas y de su orientación. Utilizando la ley de Beer-Lambert, se ha calculado el punto de saturación de material magnetico adsorbido por las nanodibras para un volumen determinado de éstas contra la concentración de ferrofluido. Posteriormente se midieron las propiedades óptico-magnéticas de cada muestra y analizado en función de potenciar estos materiales a futuras aplicaciones.

17:45 - 18:00 **Metodo CVD para la creación de nanoestructuras de carbono (óxido de grafeno)** Jorge Isaac Merla Hernández* (*jmerlahernandez@gmail.com*), Escuela industrial y preparatoria técnica Álvaro Obregón (Preparatoria no. 3); Diego Marcelo Salinas Carreón (*falcondiegov@gmail.com*), Preparatoria #15 UANL Unidad Florida; Sandra Angélica Ayala Gómez (*sayala@cfm.uanl.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.

En este trabajo presentamos los resultados preliminares de la recreación de un experimento del MIT en el que se produce grafeno. En el proyecto el MIT se adapta el método CVD para producir grafeno a escala industrial. Ellos usan un reactor que se compone de un tubo de cuarzo al que se le introducen hidrógeno y metano. El tubo pasa por un anillo térmico para someterlo a temperaturas muy altas y provocar la reacción química. Por último, a través del tubo hay una cinta de cobre donde se va depositando el grafeno. En nuestra recreación del experimento la cámara del reactor se ha sustituido con la carcasa de un CPU viejo, sellada con cemento para evitar fugas de gas. Como inductor de calor usamos una lámpara infrarroja que se ubica dentro de la cámara y debajo de una lámina de cobre muy delgada que hace de colector del óxido de grafeno. Para generar los gases producimos el hidrógeno a través de electrólisis de agua salada y para el metano aprovechamos la fermentación de residuos orgánicos.

Física Estadística y Termodinámica ***Aula Magna***

Moderador: Atahualpa Kramer

16:00 - 16:15 **Difusión de partículas Brownianas activas en interacción de alineamiento** José Luis Miranda Olvera* (*joseluismiranda29@yahoo.com.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Martín Zumaya Hernández (*mzumaya@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 de los efectos de interacción de alineamiento entre partículas Brownianas activas, en las propiedades de difusión de las mismas. Dicha interacción se establece a través de una red aleatoria que acopla cada partícula con un grupo determinado de partículas. La evolución temporal del sistema es determinado por la solución numérica de ecuaciones diferenciales estocásticas. Se analiza la emergencia de movimiento colectivo como función de los parámetros de la red de interacción y se calcula el promedio del cuadrado del desplazamiento, del cual se determina el coeficiente de difusión efectivo. Se agradece a DGAPA-PAPIIT-UNAM IN114717.

16:15 - 16:30 **El Teorema de Gibbs-Dühem y las Ecuaciones de Estado en Termodinámica.** Sergio Emiliano Gonze Maldonado* (*emilianogonze@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Fermín Alberto Viniegra Heberlein (*ferviniegra@yahoo.com.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En el presente trabajo, se utiliza el teorema de Gibbs-Dühem para llegar a un sistema de ecuaciones diferenciales en la entropía de un sistema compuesto de r especies químicas, expresada en las variables extensivas del siste-

ma. Las ecuaciones diferenciales obtenidas, se resuelven por dos métodos distintos de separación de variables. La soluciones resultantes se simplifican mediante el uso de las "ecuaciones de estado paramétricas", para llegar a un conjunto de ecuaciones algebraicas que relacionan las variables extensivas con las intensivas, mediante un conjunto de parámetros constantes, resultado de las soluciones de las ecuaciones diferenciales iniciales. Finalmente, mediante la determinación de los parámetros antes mencionados y las condiciones que deben cumplir, se deduce la ecuación de van der Waals para un gas monocomponente, como una consecuencia del teorema de Gibbs-Dühem.

16:30 - 16:45 **Comptonización de curvas de Planck con base en modelos estadísticos unidimensionales** Alfredo Sandoval-Villabazo* (alfredo.sandoval@ibero.mx), Universidad Iberoamericana, Ciudad de México; *Expositor.

En este trabajo se presenta un formalismo que permite establecer expresiones analíticas que describen distorsiones de distribuciones de Planck asociadas a interacciones fotón-electrón en un gas electrónico muy diluido (comptonización). En el formalismo se emplea una ecuación de balance para el número de ocupación de fotones en el marco de un modelo unidimensional de los procesos de interacción. Esta metodología permite enfatizar las propiedades físicas del efecto Sunyaev-Zeldovich y sugiere la existencia de vínculos previamente desconocidos entre la física estadística básica y aplicaciones interdisciplinarias que involucran procesos estocásticos.

16:45 - 17:00 **Modelado de corrientes iónicas unitarias usando un modelo determinista caótico y un modelo estocástico** Kenia Lolbeg Juayerk Herrera* (kljh@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; Gerardo Jorge Félix Martínez (gjfelix2005@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; José Luis Del Río Correa (jlrc@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; José Rafael Godínez Fernández (rgodinezfer@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

Sabemos que todas las células poseen canales iónicos, éstos presentan varios estados conformacionales por los cuales transitan de manera estocástica durante su activación. En este trabajo se detalla el análisis de un modelo de dos estados para un canal iónico, estos modelos normalmente son modelos estocásticos basados en procesos markovianos y también se presenta el análisis de un modelo caótico determinista conformado por tres mapeos lineales a pedazos. Finalmente se muestran algunas simulaciones de corriente unitaria obtenidas con ambos modelos y se comparan los resultados obtenidos con estas técnicas.

17:00 - 17:15 **Mean first-passage time of active matter on curved substrates** Pedro Emilio Herrera Ávila* (peteremili800@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAMI); Mario Sando-

val Espinoza (sem.uami@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAMI); *Expositor.

We find the mean first-passage time (MFPT) of non-interacting overdamped active Brownian particles (ABPs) moving on one- and two- dimensional Riemannian manifolds. In particular, we numerically find the MFPT of ABPs moving on an ellipse, limaçon, spheroid and a torus. Analytical expressions for the MFPT of ABPs on a circle are also provided. Our results show the effect of geometry on the MFPT value.

17:15 - 17:30 **Estructura dinámica de dispersiones magnéticas.** Leonardo Daniel Yépez Quechotl* (lyopezq@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Fernando Donado Pérez (fernando@uaeh.edu.mx), Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-AAMF; José Luis Carrillo Estrada (carrillo@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Mediante campos magnéticos variables triaxiales, aplicados sobre una dispersión magnetoreológica, se generan aglomerados de partículas que se transportan de manera compleja. Se investigan los fenómenos de auto-organización, auto-ensamblado, transporte y atascamiento de estos agregados de partículas en diversas condiciones de confinamiento. Se estudiará el transporte y la interacción de los agregados de partículas, con las paredes de celdas con diferentes geometrías.

17:30 - 17:45 **Propiedades termodinámicas y mecánicas de monocapas de DMPC/colesterol** Edgar Rogelio Alvizo Paez (alvizo@ifisica.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Alan Bañuelos Frias (abanuelos@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Victor Manuel Castañeda Montiel (vcastaneda@uteq.edu.mx), Universidad Tecnológica del Estado de Queretaro; Eduardo Gomez Garcia (egomez@ifisica.uaslp.mx), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Jaime Ruiz Garcia* (jaime@ifisica.uaslp.mx), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Uno de los principales efectos conocidos del colesterol es la de rigidizar la membrana celular. En este trabajo, estudiamos monocapas de mezclas de DMPC/colesterol para determinar el efecto del colesterol, desde concentraciones muy bajas hasta concentraciones fisiológicas y dos pH. Utilizamos una balanza de Langmuir y un microscopio de Brewster para estudiar su comportamiento termodinámico a 37.0 ± 0.1 ° C en la interfase aire/solución. A partir del análisis de las isotermas ($-A$), determinamos el área de exceso y el módulo elástico de compresibilidad para determinar las propiedades mecánicas de las monocapas. Sorprendentemente, encontramos tres efectos principales del colesterol: El primero es un efecto de fluidización de

la monocapa a todas las concentraciones de colesterol. El segundo efecto es el llamado efecto condensante que aparece debido a la no idealidad de la mezcla. El tercer efecto es la rigidización de la monocapa a medida que aumenta la concentración de colesterol.

17:45 - 18:00 **Swim pressure and effective viscosity of active matter under a shear flow and under a trap.** *Luis Manuel Chávez Antonio** (*chavezantonio@luismanuel@yahoo.com.mx*), *Universidad Autónoma Metropolitana*; *Mario Sandoval Espinoza* (*sem@xanum.uam.mx*), *Universidad Autónoma Metropolitana*; **Expositor.*

The study of overdamped active Brownian particles (ABPs) confined by an external trap is a very common system to analyze the movement and behavior of active matter. Previous studies have shown that within these systems, a measure of an effective swim pressure has been achieved. Moreover, it has been shown that a suspension of free ABPs under a shear flow affects the system's effective viscosity. Motivated by those findings, we theoretically obtain the swim stress tensor (and swim pressure) of a suspension of ABPs in a shear flow and under a trap. After that, the swim stress tensor will be used to calculate the system's effective viscosity. Our theoretical findings are validated by employing Brownian dynamics simulations.

Gravitación y Física Matemática ***Auditorio de la Biblioteca Central***

Modera: Josue de Santiago Sanabria

16:00 - 16:30 **Modos de oscilación de núcleos de materia oscura de Condensado de Bose de bosones ultraligeros** *Francisco S. Guzmán Murillo** (*guzman@icfm.umich.mx*), *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*; **Expositor.*

Las simulaciones de formación de estructura de materia oscura bosónica de bosones ultraligeros, gobernada por el sistema Gross-Pitaevskii-Poisson (GPP), muestran que la materia oscura se acumula en estructuras con perfiles de densidad que constan de un núcleo rodeado de una distribución con perfil de potencia. El núcleo tiene el perfil de una configuración de equilibrio del sistema GPP. Se ha mostrado que estas configuraciones son estables y atractoras. Es importante conocer los modos dominantes de oscilación debido que pueden disparar efectos observables que apoyen o descarten al bosón ultraligero como candidato a materia oscura. Por ello, en este trabajo se presenta el espectro de oscilaciones de configuraciones de equilibrio del sistema GPP producidas por perturbaciones axialsimétricas con modos $l=0,1,2,3,4$, construido a partir de la solución del sistema GPP dependiente del tiempo.

16:30 - 16:45 **Energía Oscura Dinámica: una propuesta para aliviar un gran enigma en cosmología** *David Alejandro Tamayo Ramírez** (*tamayo.ramirez.*

d.a@gmail.com), *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional*; **Expositor.* En esta charla se presentará una revisión general y breve del estado actual de la cosmología. Mostraremos sus principales hipótesis teóricas y evidencia empírica que apoya la cosmología; así como algunos de sus principales enigmas, uno de ellos, la energía oscura. Se presentarán las ideas principales sobre la energía oscura y la evidencia observacional que hace creer que puede existir. De la gran cantidad de propuestas de energía oscura, se presentarán los modelos de energía oscura dinámica. Exploraremos el alcance y las limitaciones de estos modelos. La evidencia observacional sugiere que la ecuación de estado de la energía oscura oscila poniendo en problema algunos modelos de energía oscura, incluido el modelo cosmológico estándar. Proponemos un modelo de energía oscura dinámico oscilante general, mostraremos sus motivaciones fenomenológicas, restringiremos los parámetros con datos observacionales y finalmente discutiremos sus ventajas y desventajas.

16:45 - 17:00 **Weak gravitational quantum effects in boson particles** *Omar Gallegos** (*ogallegos@fis.cinvestav.mx*), *Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN*; *Tonatiuh Matos Chassin* (*tmatos@fis.cinvestav.mx*), *Universidad Friedrich-Schiller*; **Expositor.*

We rewrite the Klein-Gordon (KG) equation in an arbitrary space-time transforming it into a generalized Schrödinger equation. Then, we take the weak field limit and show that this equation has certain differences with the traditional Schrödinger equation plus a gravitational field. Thus, this procedure shows that the Schrödinger equation derived in a covariant manner is different from the traditional one. We study the KG equation in a Newtonian space-time to describe the behavior of a scalar particle in an inertial system. This particle is immersed in a gravitational field with the new Schrödinger equation. We study particular physical systems given examples for which we find their energy levels, effective potential and the wave function of the systems. The results contain the gravitational effects due to the curvature of the space-time. Finally, we discuss the possibility of the experimental verification of these effects in a laboratory using non-inertial reference frames.

17:00 - 17:30 **Agujeros negros regulares y sus aplicaciones en astrofísica** *Juan Carlos Degollado** (*jcdegollado@icf.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor.*

El movimiento de partículas alrededor de agujeros negros regulares puede tener consecuencias observacionales que permiten imponer cotas para los valores de los parámetros libres de un espacio tiempo. En esta charla mostraremos algunos ejemplos del movimiento de partículas alrededor de agujeros negros regulares. Discutiremos algunas de las implicaciones astrofísicas.

17:30 - 17:45 Principio de determinación, holografía, gauge y observables gravitacionales Jose A. Zapata Ramírez* (zapata@matmor.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En un espaciotiempo dividido en dos regiones U_1 y U_2 por una hipersuperficie Σ , una perturbación del campo en U_1 se acopla a perturbaciones en U_2 por medio de la impresión holográfica sobre Σ . La ecuación de pegado linearizada correlaciona y restringe las posibles perturbaciones en los dos lados de una hipersuperficie divisora, y este operador lineal puede tener un espacio nulo no trivial. Una perturbación no nula cuyas impresiones holográficas no inducen correlaciones con perturbaciones al otro lado de hipersuperficies divisoras es físicamente irrelevante. Esta consideración, junto con un requerimiento de localidad, lleva a una noción de equivalencia de norma en teorías de campo sobre dominios confinados. Las observables físicas en un dominio U calculadas integrando corrientes conservadas locales invariantes de norma sobre hipersuperficies con $\partial\Sigma \subset \partial U$ se reducen a integrales sobre $S = \partial\Sigma$.

17:45 - 18:00 CPT Algebra (Discrete Symmetries) in the Extended Poincaré Group Valeriy Dvoeglazov* (vdvoeglazov@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

We begin with the comprehensible review of the basics of the Lorentz, (extended) Poincaré Groups and $O(3,2)$ and $O(4,1)$. On the basis of the Gelfand-Tsetlin-Sokolik-Silagadze research [1-3], we investigate the definitions of the discrete symmetry operators both on the classical level, and in the secondary-quantization scheme. We studied the physical content within several bases: light-front form formulation, helicity basis, angular momentum basis, on several practical examples. The conclusion is that we have ambiguities in the definitions of the the corresponding operators P, C; T, which lead to different physical consequences. [1] I. M. Gel'fand and M. L. Tsetlin, Sov. Phys. JETP 4 (1957) 947; G. A. Sokolik, ibid. 6 (1958) 1170. [2] E. P. Wigner, in Group Theoretical Concepts and Methods in Elementary Particle Physics, ed. F. Gursey (Gordon and Breach, 1964). [3] Z. K. Silagadze, Sov. J. Nucl. Phys. 55 (1992) 392.

Rayos Cósmicos

Sala de Ex directores DACEA

Moderador: Karen Salomé Caballero Mora

16:00 - 16:30 Los aceleradores Galácticos de rayos cósmicos revelados por las observaciones en rayos gamma Alberto Carramiñana Alonso* (alberto@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

La totalidad del plano Galáctico ha sido mapeada en rayos gamma de alta energía por el telescopio espacial Fermi, cubriendo el rango de 1 GeV a 1 TeV, y los observatorios HESS y HAWC en el intervalo de 100 GeV hasta por en-

cima de 100 TeV. Si bien las observaciones reafirman el papel preponderante de los procesos evolutivos de las estrellas de alta masa en la aceleración de rayos cósmicos, la producción de los fotones de mayor energía observados en la Galaxia impone limitaciones a las fuentes de los mismos y los procesos físicos involucrados.

16:30 - 16:45 Antideuterios en rayos cósmicos galácticos y su relación con la materia oscura Diego Mauricio Gómez Coral (diegomez@estudiantes.fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Arturo Alejandro Menchaca Rocha* (menchaca@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En este trabajo se presenta un nuevo estudio sobre el flujo de antideuterones producidos en colisiones de alta energía de rayos cósmicos con el medio interestelar. La sección eficaz de producción de antideuterones se calculó usando el modelo de coalescencia en conjunto con el generador Monte Carlo EPOS-LHC. El único parámetro libre del modelo es el momento de coalescencia (p_0), el cual se determinó a partir de la comparación de la simulación con datos recientes de experimentos como ALICE y NA61 entre otros. La propagación de antideuterones en la Galaxia se realizó con los programas GALPROP y USINE. Se obtuvo un flujo de antideuterones mayor al calculado en trabajos anteriores, con una ligera diferencia en la forma de la distribución de energía, que es consecuencia de la variación de p_0 con la energía de la colisión. También se analizan los efectos de la propagación que modifican la zona de baja energía donde una posible señal indirecta de materia oscura puede ser observada.

16:45 - 17:00 Simulación de fluencia de rayos cósmicos secundarios a nivel del suelo para dos nuevos detectores LAGO en los sitios Tuxtla Gutiérrez y el Tacaná. Oscar Gustavo Morales Olivares* (oscargmo@ciencias.unam.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; Karen Salomé Caballero Mora (karen.scm@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; Hugo De León Hidalgo (hidalgo01@hotmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; *Expositor.

LAGO (acrónimo de Latin American Giant Observatory) es una red internacional de detectores Cherenkov en agua, instalados en diferentes sitios de América Latina a diferentes altitudes; y está dedicado al estudio del clima espacial, la radiación atmosférica a nivel de suelo y la modulación solar de los rayos cósmicos galácticos, así como fenómenos transitorios, e.g., destellos de rayos gamma (GRB's - Gamma-ray bursts, por sus siglas en inglés). El rango de energía en la que operan estos detectores se encuentra entre 0.5 GeV y algunas decenas de TeV. En este trabajo se presentan los resultados del cálculo de la fluencia de rayos cósmicos secundarios a nivel de suelo, para los sitios donde se planea instalar dos nuevos detectores para la colaboración LAGO: Tuxtla Gutiérrez y el Tacaná. Es-

te cálculo se hizo utilizando CORSIKA para simular las cascadas atmosféricas extendidas provocadas por la interacción de rayos cósmicos primarios con la atmósfera de la Tierra.

17:00 - 17:30 **El Observatorio Pierre Auger: Resultados Recientes y Perspectivas** *Enrique Varela Carlos** (enrique.varela@correo.buap.mx), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; **Expositor.*

El Observatorio Pierre Auger se localiza en la Provincia de Mendoza en Argentina y se especializa en la detección de rayos cósmicos ultra energéticos, con energías superiores a 10^{18} eV mediante una detección híbrida que se basa en una red de cerca de 1600 detectores Cherenkov de agua y cuatro telescopios de fluorescencia para la observación de las cascadas atmosféricas producidas por la interacción de los rayos cósmicos primarios con la atmósfera terrestre. En esta plática se presentan los resultados más importantes del Observatorio desde su inicio de toma de datos en 2004 hasta la fecha, con énfasis en los resultados relacionados con el estudio del origen, composición y mecanismos de aceleración de estas partículas que son las más energéticas que se han detectado en la Tierra. También se discuten las perspectivas del Observatorio Pierre Auger a la luz de las mejoras que se están implementando actualmente en sus detectores de superficie.

17:30 - 17:45 **La Sombra del Sol en Rayos Cósmicos Galácticos durante la fase descendente del ciclo solar 24 observada por HAWC** *Alejandro Lara** (alara@igeofisica.unam.mx), *Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Paulina Colin* (pau.c06@gmail.com), *Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Arun Babu* (arun@igeofisica.unam.mx), *Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México*; *James Ryan* (james.ryan@unh.edu), *University of New Hampshire*; **Expositor.*

En este trabajo analizamos los mapas de la "Sombra del Sol" (SS), i.e., el déficit de RC que provienen de la di-

rección donde se encuentra el Sol observados por HAWC. Estos mapas fueron construidos con tiempos de integración de 1 (una Rotación Carrington) y 6 meses con el fin de determinar la variación de la SS a lo largo del tiempo. Encontramos una clara tendencia decreciente en la intensidad relativa de los mapas de la SS durante el período de estudio (2016 a 2018) correspondiente a la fase descendente del ciclo solar 24. Mostramos, mediante una comparación del SS con la evolución del campo magnético fotosférico, que existe una relación directa entre el SS y la mediana del campo magnético fotosférico del cinturón de regiones activas (-40° lat 40°) y una relación inversa con el campo polar (lat $\pm 60^\circ$). La primera relación es consecuencia de la magnitud del campo que causa la desviación de los RC, mientras que la última refleja el cambio de la topología general del campo.

17:45 - 18:00 **El observatorio HAWC como un detector de neutrinos ultra energéticos** *Hermes León Vargas** (hleonvar@fisica.unam.mx), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor.*

El observatorio HAWC está compuesto por 300 detectores de luz Cherenkov en agua (WCD por sus siglas en inglés), aislados ópticamente e instalados en un arreglo compacto. Este diseño permite utilizar al observatorio como un gigantesco detector de rastreo, en donde cada WCD puede ser utilizado como un pixel para reconstruir la trayectoria de partículas cargadas que viajan a través de HAWC. Este modo de uso del observatorio es eficiente cuando la trayectoria de las partículas es casi horizontal, lo que permite caracterizar las señales provenientes de la dirección del volcán Pico de Orizaba. La gran cantidad de materia que conforma al Pico de Orizaba lo convierte en un útil filtro de muones producidos en cascadas atmosféricas con propagación horizontal, además de un blanco para producir reacciones neutrino-nucleón. En este trabajo se presentan los primeros resultados del análisis, utilizando 6 meses de datos.

Astrofísica
Aula Magna

Modera: Miriam Peña (8:30 - 11:00)

8:30 - 9:00 **En búsqueda de nuevos mundos desde Baja California** Yilen Gómez Maqueo Chew* (*ygmc@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, UNAM; *Expositor.

En esta charla hablaré sobre la búsqueda de exoplanetas, o sea planetas fuera de nuestro Sistema Solar, y qué propiedades físicas podemos medir de estos sistemas planetarios. En particular, les presentaré el proyecto SAINT-EX, que consiste en un telescopio de 1m de diámetro instalado a fines de 2018 en el Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir, Baja California. SAINT-EX es el primer y único telescopio hasta ahora en México dedicado a la búsqueda y al estudio de exoplanetas.

9:00 - 9:15 **Estudio de una galaxia SCUBA-2 brillante con ausencia de contrapartes SPIRE.** Em-maly Aguilar Pérez* (*eaguilar@inaoep.mx*), Gran Telescopio Milimétrico; Itziar Aretxaga (*itziar@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; David H. Hughes (*dhughes@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Miguel Velázquez De La Rosa Becerra (*miyang@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; David Sánchez (*domars@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Las galaxias submilimétricas (SMGs) con $z > 4$ proporcionan una explicación para las galaxias masivas. Aunque el número de confirmaciones espectroscópicas va en aumento, es una sub-población poco constreñida debido a las limitaciones observacionales. Las técnicas de selección populares las podrían estar subestimando dados los límites de detectabilidad de los instrumentos. De esta manera, es importante investigar las SMGs brillantes a $\lambda \gtrsim 850 \mu\text{m}$ pero no detectadas en las bandas de SPIRE/Herschel (250, 350 y 500 μm) que pueden ser buenas candidatas a tener altos z . En este trabajo estudiamos a una fuente SCUBA-2 brillante que carece de contrapartes en las 3 bandas SPIRE. El ajuste a modelos sugiere que tiene un $z=5.8-8.3$ y una L_{FIR} típica de ULIRG. El seguimiento espectroscópico con EMIR/IRAM y RSR/GTM no proporcionó líneas robustas, sin embargo los límites superiores de L_{CO} con $z \geq 4$ son consistentes con las L_{CO} de otras ULIRG con $z \geq 4$.

9:15 - 9:30 **Revisiting numerical models of the 1840s major eruption of η Carinae** Ricardo Francisco González Domínguez* (*rf.gonzalez@irya.unam.mx*), Ins-

tituto de Radioastronomía y Astrofísica; Luis Zapata (*l.zapata@irya.unam.mx*), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica; Alejandro Raga Rasmussen (*raga@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; Jorge Daniel Canto Illa (*jcanto@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía; *Expositor.

In this work, we present new two-dimensional hydrodynamical simulations for the major eruption of η Car in the 1840s. We have adopted an explosion scenario to investigate the formation and dynamical evolution of η Car's bipolar nebula commonly known as the *large* Homunculus. As in our previous work, we have assumed a two-stage scenario for this eruption, in which a slow massive outflow, expelled during the decades before the years of 1840s, is swept up by a violent explosive event. Our new numerical simulations incorporate the extremely high-velocity components of $\sim 10^4 \text{ km s}^{-1}$ recently observed. Our numerical results are in good agreement with some of the observed features of the Homunculus nebula.

10:00 - 10:30 **Cúmulos Jóvenes: eclosionando, moviéndose, volando.** Carlos G. Román Zúñiga* (*croman@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, UNAM; *Expositor.

En las últimas dos décadas, nuestro conocimiento de los cúmulos estelares jóvenes, ha progresado rápidamente del uso de imágenes estáticas con cada vez mayor calidad, hacia mapas de movimientos en seis dimensiones (posiciones, velocidades), que están cambiando muchas de nuestras ideas de cómo los cúmulos estelares surgen de los complejos de nubes moleculares. Conforme nos movemos de escalas de parsecs a hectoparsecs, ahora vemos a los cúmulos estelares moverse, disolverse e incluso expandirse de modo acelerado. Mostraremos algunas de nuestras contribuciones a estas ideas, desde el ordenamiento en cúmulos de los núcleos pre-estelares en las nubes moleculares, pasando por las poblaciones emergentes en el complejo de Orión y hasta la caracterización de la estructura y evolución de cúmulos en complejos de formación estelar masiva, usando datos de Gaia-DR2 y datos espectroscópicos del proyecto SDSS APOGEE-2.

10:30 - 10:45 **La rotación en estrellas binarias y el problema de la viscosidad turbulenta** Gloria Koenigsberger* (*gloria@icf.unam.mx*), The Pennsylvania State University; Edmundo Moreno (*edmundo@astro.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La rotación en estrellas masivas juega un papel importante en su evolución al propiciar el transporte hacia la superficie de los elementos pesados sintetizados en las regiones nucleares y la ingesta al núcleo de material rico

en hidrógeno (i.e., "combustible" fresco). Este proceso es relevante para la formación de sistemas progenitores de fuentes de ondas gravitacionales como las recientemente detectadas. La rotación diferencial es uno de los dos procesos que propician un mezclado eficiente entre capas internas y externas, y se caracteriza usualmente mediante el gradiente radial de la velocidad angular. En estrellas binarias, las fuerzas de marea intervienen para dar lugar a un gradiente más complejo. En este trabajo presentaremos resultados de nuestro modelo TIDES para estrellas binarias y explicaremos algunas de las potenciales consecuencias de la rotación diferencial que calculamos para los modelos evolutivos y la interpretación de observaciones.

10:45 - 11:00 **Study of high redshift X-ray sources through an analysis of the deepest survey observed by XMM-Newton** *Mauricio Elías Chávez** (*Mar_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*.

This work present preliminary results of the survey carried out on one of the deepest X-ray field observed by the XMM Newton satellite. The survey is made by 13 observations taken over 2 years with a total exposure time of 1.6 Ms over a field of 30×30 around the blazar 1ES 1553+113, which were addressed to the study of the Warm Hot Intergalactic Medium (Nicastró et al. 2018). We detect 472 X-ray sources with high likelihood (> 6). Preliminary properties (e.g. Coordinates, Fluxes at different bands, Hardness ratio) are obtained. The X-ray source list is cross correlated with the source list obtained by the observation of the Gran Telescopio Canarias (GTC). Thanks to the availability of photometric redshift, we obtain a sublist of AGNs candidates and their X-ray luminosities, their large scale distribution and the luminosity function. Perspective for the study of the X-ray Background (XRB) and of high redshift Quasars and super massive black holes will be included.

Estado Sólido
Auditorio Juchimán

Moderador: Alejandro Trejo Baños

8:30 - 9:00 **Efectos de tamaño y campos magnéticos en superconductores no convencionales** *Luis Antonio Pérez López** (*lperez@fisica.unam.mx*), *Instituto de Física, UNAM*; **Expositor*.

En ésta plática revisamos brevemente las principales propiedades físicas de los superconductores no convencionales, y mostramos como un modelo generalizado de Hubbard, que incluye interacciones electrón-electrón de salto correlacionado (o de carga-enlace), es capaz de describir estados superconductores con simetrías s, p y d dentro del formalismo BCS. Asimismo, utilizando el formalismo

de Bogoliubov-de Gennes, estudiamos la formación de vórtices con cuantos de flujo magnético cuando se aplica un campo magnético externo a materiales con diferentes simetrías de brecha superconductora. Mostramos que la estructura de los vórtices y el comportamiento de la brecha superconductora promedio como función de la intensidad del campo magnético dependen del tipo de interacción electrón-electrón. Además, aplicamos esta metodología al superconductor cerámico $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ y comparamos los resultados teóricos obtenidos para diferentes propiedades con los datos experimentales. Más aún, a partir del formalismo de Bogoliubov-de Gennes y un modelo de Hubbard atractivo, investigamos los efectos que el confinamiento cuántico tiene en las propiedades físicas de superconductores de tamaño nanométrico. En particular, consideramos un arreglo periódico bidimensional de nanogranos superconductores rodeados por fronteras aislantes, metálicas o superconductoras. Los resultados muestran un claro incremento en la brecha superconductora y la temperatura crítica inducida por el confinamiento de los electrones en los granos, siendo mayor en el caso de la frontera aislante.

9:00 - 9:15 **Estudio del sistema estequiométrico $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$ dopado con La** *Francisco Estrada Chavez** (*festrada@im.unam.mx*), *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO*; *Francisco Estrada Chavez* (*festrada@im.unam.mx*), *UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO*; *Bertha Olivia Aguilar Reyes* (*baguilar@im.unam.mx*), *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO*; *Oracio Navarro Chavez* (*navarro@unam.mx*), *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO*; **Expositor*.

Los materiales medio metálicos tienen una gran relevancia tanto en la ciencia como en la tecnología debido a sus aplicaciones en la espintrónica. El compuesto $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$ (SFMO) es un material ferromagnético medio metálico con una temperatura de Curie alrededor de 450 K y posee una polarización total. En este trabajo, reemplazamos iones divalentes de Sr por iones trivalentes de La, generando un exceso de Fe en el sistema SFMO, lo cual modifica las propiedades electrónicas y magnéticas del sistema. Introducimos un modelo electrónico a partir de la técnica de las funciones de Green y el método de expansión de perturbaciones renormalizadas, donde los espines localizados del Fe y los electrones de conducción del Mo interactúan vía un mecanismo de doble intercambio. Consideramos también la correlación electrónica entre los electrones de conducción dentro de la aproximación de campo medio dinámico.

9:15 - 9:30 **Nanoalambres superconductores** *César Gabriel Galván Peña** (*cesar.galvan@uaslp.mx*), *Universidad Autónoma de San Luis Potosí*; *Germán Emiliano López Fernández* (*xxxxx@unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Luis Antonio Pérez López*

(lperez@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Chumin Wang Chen (chumin@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. En las últimas décadas ha habido evidencia experimental de que la brecha superconductora de algunos materiales se ve modificada por el tamaño del sistema. En este trabajo estudiamos el comportamiento de dicha brecha en nanoalambres con secciones transversales de distinto número de átomos y diferentes estructuras. Se calculó la brecha superconductora en cada sitio de la sección transversal a partir de las ecuaciones de Bogoliubov-de Gennes (BdG) encontrando que es la misma para sitios equivalentes del arreglo. A partir de este resultado se puede reducir el número de ecuaciones de BdG y aumentar la eficiencia computacional. Además, se obtuvo la temperatura crítica (T_c) en función del tamaño de la sección transversal, encontrando que T_c crece conforme el área del nanoalambre disminuye debido al confinamiento cuántico del sistema. Por último, se calculó el calor específico electrónico en función de la temperatura para estudiar los efectos de superficie en el estado superconductor.

10:00 - 10:30 Estados topológicos en redes no Hermitianas José Eduardo Barrios Vargas* (j.e.barrios@gmail.com), Facultad de Química, UNAM; *Expositor.

En los últimos años se ha iniciado la búsqueda de estados topológicos en redes no Hermitianas, donde la no Hermiticidad ofrece fenómenos singulares diferentes a los sistemas Hermitianos; tales como, la invisibilidad unidireccional. Las redes no Hermitianas aparecen en el contexto de sistemas fotónicos, donde uno tiene que tomar en cuenta las ganancias y pérdidas, en circuitos de resonadores y en el modelado del tiempo de vida de interacciones en materia condensada. La razón de la búsqueda es que los estados topológicos están protegidos por la simetría y como consecuencia son robustos ante el desorden. En los sistemas Hermitianos, la existencia de estados topológicos está asociada a un invariante topológico calculado a partir de los estados extendidos de la red periódica. Sin embargo, la no Hermiticidad permite a una red periódica carecer de dichos estados extendidos [1], por lo que es necesario replantear la definición de estados topológicos. Los retos en la nueva definición de topología son: la definición de una brecha energética (la no Hermiticidad permite eigenvalores complejos los cuales no tienen un orden como los reales), los espectros en las redes no Hermitianas son sensibles a la condición de frontera y todos los eigenestados pueden estar localizados [2].

[1] V. M. Martínez Álvarez, J. E. Barrios Vargas, and L. E. F. Foa Torres. Phys. Rev. B 97, 121401(R) (2018). [2] V.M. Martínez Álvarez, J.E. Barrios Vargas, M. Berdakin and L.E.F. Foa Torres. Eur. Phys. J. Special Topics 227, 1295–1308 (2018).

10:30 - 10:45 Estudio de las propiedades ópticas en puntos cuánticos esféricos multicapas en materiales semiconductores II-VI K. A. Rodríguez-

Magdaleno* (karelyrod@uaz.edu.mx), UNIDAD ACADÉMICA DE FÍSICA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS; J. C. Martínez-Orozco (jcmartinez@uaz.edu.mx), UNIDAD ACADÉMICA DE FÍSICA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS; *Expositor.

En este trabajo se estudia teóricamente las propiedades ópticas, en particular el coeficiente de absorción intrabanda en puntos cuánticos esféricos multicapas compuestos por materiales semiconductores II-VI en función del tamaño y número de capas y de considerar efectos como la tensión. La estructura electrónica del sistema se calculó dentro de la aproximación de masa efectiva utilizando el método de la matriz híbrida. La transición óptica principal para el cálculo del coeficiente de absorción intrabanda se considera entre los estados electrónicos $1s$ y $1p$. Los resultados muestran que el coeficiente de absorción experimenta cambios importantes en su comportamiento conforme el tamaño de las capas, la altura de las barreras de los materiales que las forman así como de la tensión debido a la diferencia en las constantes de red, son modificadas.

10:45 - 11:00 Mimetizando tunelaje cuántico con ondas elásticas Filiberto Ramírez Ramírez* (mayor_filiberto@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; Gabriela Báez Juárez (gbaez69@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; Alejandro Morales Mori (mori@fis.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Gutiérrez (luisg@fis.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Flores Valdés (jfv@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Rafael Alberto Méndez Sánchez (mendez@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El efecto túnel es un fenómeno cuántico en el que una partícula pasa a través de una barrera de energía más alta que la energía de la partícula y la función de onda dentro de la barrera es evanescente. En este trabajo proponemos una estructura mecánica localmente periódica que emula el efecto túnel: una celda se sustituye por una impureza de tal manera que el nivel de frecuencia asociado a la impureza se encuentra en una brecha del espectro de la estructura. En este caso, la amplitud de onda se localiza en la celda defectuosa. Cuando una segunda celda es sustituida por una impureza igual a la primera, ambas impurezas se unen entre sí evanescentemente. Este es el análogo mecánico del efecto de túnel. Se midieron tanto las frecuencias de modo normal como las amplitudes de onda. Se encuentra un excelente acuerdo entre teoría y experimento. Este trabajo es apoyado por la DGAPA-UNAM proyecto PAPIIT IN109318 y por el CONACYT proyecto CB-284096.

Moderadora: Susana Gerstenmaier

8:30 - 9:00 **POLIELECTROLITOS AUTOENSAMBLADOS Y SU INTERACCIÓN CON SISTEMAS BIOLÓGICOS** *Jose Elias Perez Lopez** (*elias@ifisica.uaslp.mx*), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

La adsorción de polielectrolitos sobre superficies y la formación de complejos de polielectrolitos, formados por polielectrolitos de carga positiva y negativa, constituyen el tema principal de esta presentación. La primera parte de la plática está dirigida al análisis de la estructura superficial de los polielectrolitos adsorbidos sobre superficies, los cuales forman complejos de polielectrolitos que fueron observados por la celda líquida del AFM. Estos resultados nos motivaron a realizar simulaciones numéricas de complejos de polielectrolitos en solución, en donde podemos observar los efectos de la asimetría de los polielectrolitos y su rigidez. La segunda parte de la plática está dirigida a la utilización de estos sistemas para preservar y destruir la biofuncionalidad de los sistemas biológicos. Estos efectos, opuestos, están controlados por la densidad de carga en los polielectrolitos.

9:00 - 9:15 **Generalización de los Operadores de Perron-Frobenius y Markov para un Sistema de Funciones Iteradas con probabilidad** *José Luis Del Río Correa** (*jlrco@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Jeanett López García* (*jeanettlg@hotmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México. FES-Acatlán; *Expositor.

El comportamiento de un mapeo caótico a tiempos grandes es caracterizado por su distribución estacionaria, la densidad de probabilidad estacionaria (DPE) es la solución de la ecuación funcional de Perron-Frobenius (PF), el conocimiento de ésta permite encontrar la medida de probabilidad del intervalo $[0, x]$, que es llamada la medida invariante del mapeo. En el presente trabajo se analizan los Sistemas de Funciones Iteradas con Probabilidad (SFIP) que generan una familia de procesos estocásticos; para cada función que conforma el SFIP se tiene un operador de PF, mostramos que el operador de PF Generalizado (PFG) para el SFIP es una combinación lineal de estos operadores pesados con las probabilidades asociadas a cada función que conforma el SFIP. Encontramos que la DPE es invariante ante el operador de PFG, por lo que ésta es la solución de una ecuación funcional. Al realizar la integración se encuentra la ecuación funcional de Markov siendo la medida invariante una solución de ella.

9:15 - 9:30 **Magnetotransporte en una superlattice de antidots perturbado** *Atahualpa S. Kraemer** (*ata.kraemer@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Alan Rodrigo*

Mendoza Sosa (*alanmendoza@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Estudiamos un modelo bidimensional de una superlattice de antidots perturbando las posiciones de los antidots. Para ello se utiliza un modelo cuasiperiódico de superlattice con campo magnético. Nuestros resultados muestran que las trayectorias balísticas presentes en los modelos periódicos de antidots desaparecen, pero si la perturbación es lo suficientemente pequeña, esas trayectorias permanecen por mucho tiempo. La probabilidad de visitar la región del espacio donde los electrones tienen un comportamiento balístico tiende a 0 cuando la longitud de las trayectorias tiende a infinito, lo que lleva a la separación de estas regiones en el espacio de fase. Como resultado, las trayectorias siguen caminatas de Levy lo que lleva al sistema a tener un comportamiento superdifusivo $\langle x^2(t) \rangle \sim t^\alpha$ con $1 < \alpha < 2$. Además en el caso no perturbado encontramos que la trayectoria de mayor velocidad no sigue un movimiento periódico, sino uno cuasiperiódico.

10:00 - 10:30 **Dispersión hidrodinámica en medios porosos fracturados: Un modelo simple de difusión anómala** *Damian Hernandez Herran** (*damian.hernandez@uacm.edu.mx*), Universidad Autónoma de la Ciudad de México; *Expositor.

El estudio de la difusión anómala en medios porosos se ha vuelto un tema de investigación importante y muy activo en las últimas décadas. Esto se debe a que dicho fenómeno se ha encontrado en diversos problemas de interés científico. Por ejemplo, en la caracterización de yacimientos petroleros mediante pruebas de presión, el estudio de la propagación de contaminantes en acuíferos, o el transporte de nutrientes a través de membranas celulares. El denominador común que tienen los sistemas donde aparece este tipo de transporte anómalo, es la existencia de fuertes heterogeneidades y direcciones preferentes de transporte (anisotropía), donde los “camino” asociados a dichas direcciones presentan alta tortuosidad, lo que hace su modelado matemático un problema difícil. En esta plática se discute un modelo sencillo de transporte en un medio poroso anisótropo y heterogéneo, capaz de producir distintos tipos de difusión anómala como función de la heterogeneidad del medio.

10:30 - 10:45 **Comportamiento a tiempos cortos y largos de un trazador esférico en un campo periódico externo: experimentos y simulaciones** *Daniela Pérez Guerrero** (*daniaperezguerrero@gmail.com*), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Guillermo Iván Guerrero García* (*givan@dec1.ifisica.uaslp.mx*), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Erick Sarmiento Gómez* (*esargom@gmail.com*), Condensed Matter Physics Laboratory, Heinrich Heine University, Universitätsstr. 1, 40225 Düsseldorf, Germany; *Bernardo José Luis Arauz*

Lara (arauz@ifisica.uaslp.mx), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

La dinámica de una partícula coloidal bajo la influencia de un campo periódico externo producido por luz láser es estudiada experimental y numéricamente. A tiempos cortos, usamos simulaciones de dinámica browniana para estimar la altura de la barrera de energía U_0 de un potencial de periodicidad L (dependiente de la potencia del láser) mediante el ajuste del coeficiente de difusión a tiempos cortos d_0 obtenido experimentalmente. Con esta información, nuestro algoritmo de simulación es capaz de reproducir el perfil experimental de densidad de probabilidad dependiente del tiempo y de la posición del trazador. A tiempos largos, simulamos el MSD para varios valores de U_0 y reportamos el correspondiente coeficiente de difusión dm . La prescripción de Lifson y Jackson proporciona una buena aproximación para el cociente d_0/dm , mientras que la fórmula analítica de Cecile-Ferrier et al. predice valores precisos de d_0/dm solo para valores grandes de U_0 .

10:45 - 11:00 **Formación de patrones en sistemas reacción-difusión en confinamiento y en medios curvados** Guillermo Chacón Acosta* (guillermo.chacon.acosta@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD CUAJIMALPA; Mayra Núñez López (mayrunlop@gmail.com), Instituto Tecnológico Autónomo de México; *Expositor.

Cuando dos especies químicas pueden reaccionar y difundirse, sus concentraciones forman patrones en el estado estacionario que pueden explicarse a través del mecanismo de reacción-difusión de Turing, este se ha propuesto para modelar los patrones complejos que aparecen en algunos sistemas biológicos. En esta plática presentamos el estudio de este mecanismo en dos situaciones a saber: Por un lado se ha visto que en sistemas donde el sustrato donde se difunden los reactivos es curvo la relación de dispersión y el rango de modos inestables se modifica con respecto al caso plano. Por otro lado, la difusión en canales se da principalmente a lo largo de su eje, por lo que la dinámica se describe con un operador proyectado y una difusividad efectiva dependiente de la geometría. Para el sistema de reacción-difusión en canales encontramos modificaciones en la relación de dispersión, el intervalo de modos inestables y en las condiciones de inestabilidad, dependiendo de la forma del canal.

Física Médica

Auditorio de la Biblioteca Central

Moderador: Cesar Ruiz Trejo

8:30 - 9:00 **Adquisición de Imágenes Sintéticas por el Método de Compilación de Imágenes por Resonancia Magnética** María Margarita López Títla* (MaríaMargarita.Lopez1@ge.com), CML MR PET/MR RESEARCH LATAM GE Healthcare; *Expositor.

El método de diagnóstico de Resonancia Magnética, tiene como ventajas el ser no invasivo y dar buen contraste entre tejidos blandos. Sin embargo, una de sus desventajas es que el tiempo de adquisición es más largo que el de otros métodos de diagnóstico, por lo que es más probable tener artefactos de movimiento. Un protocolo básico de RM incluye imágenes con distintos contrastes, pesadas en: T1, T2, DP, etc. y se puede tardar en adquirir entre 15 y 30 minutos. Algunos estudios de RM no se finalizan debido a que el paciente comienza a moverse o experimenta claustrofobia dentro del resonador. El método de Compilación de Imágenes por Resonancia Magnética (MAGiC) adquiere en una sola adquisición una secuencia que muestrea diferentes parámetros físicos para los distintos contrastes de RM como el: TR, TE, TI, etc. A partir de esa adquisición se pueden reconstruir las imágenes incluidas en un protocolo básico clínico. Los tiempos de adquisición se reducen y ayudan a tener un diagnóstico más rápido, para casos difíciles como en pacientes pediátricos, pacientes con desórdenes motores o con claustrofobia.

9:00 - 9:15 **Reconocimiento de patrones de señales EEG de movimientos imaginarios con machine learning** Ricardo Thaddeus Páez Amaro* (thaddeus.paez@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; 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; *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 como la mera intención de movimientos de extremidades, motor imagery (MI). Una interfaz cerebro-máquina (BMI) 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 machine learning, en particular redes neuronales artificiales (ANN) y k-nearest neighbor, para realizar la clasificación de patrones MI de lecturas EEG tomadas con la diadema EMOTIV EPOC.

9:15 - 9:30 **Variabilidad del ritmo cardíaco en jóvenes en situación de calle** María Clementina Castañares Garrido (mccg93@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; Ana Leonor Rivera López* (anarivera2000@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares; Alí Ruiz Coronel (alircoronel@yahoo.com.mx), Instituto Nacional

de Cancerología; Lesli Álvarez (*lesli26@ciencias.unam.mx*), Centro de Ciencias de la Complejidad; Ruben Fossion (*ruben.fossion@nucleares.unam.mx*), Centro de Ciencias de la Complejidad; *Expositor.

Desde el punto de vista de las Ciencias de la Complejidad, la salud puede considerarse como el estado homeostático de equilibrio entre la solidez y la adaptabilidad a los cambios en el entorno. Consideramos que vivir en condiciones extremas (como las personas sin hogar) afectará a los sujetos, ocasionando una pérdida de este estado de equilibrio homeostático. Aquí analizamos la variabilidad del ritmo cardíaco de jóvenes que viven en la calle comparándolos con jóvenes de control para encontrar parámetros que permitan evaluar no-invasivamente si se encuentran en un estado de balance homeostático. Encontramos que el ritmo cardíaco de los jóvenes de la calle tiene una dinámica más aleatoria que los controles, a diferencia de los adultos mayores que se desvían a un estado más rígido. Esta aleatoriedad tal vez se debe a que estos jóvenes se encuentran en un estado de alerta permanente debido a las condiciones extremas bajo las que viven.

Moderadora: Olga Leticia Aguirre

10:00 - 10:30 El papel del físico médico en la detección del cáncer de mama por mastografía Adriana Moreno Ramírez* (*miplacebo@gmail.com*), Dirección de Cáncer de la Mujer Centro Nacional de Equidad de Género y Salud Reproductiva Secretaría de Salud, México; *Expositor.

El cáncer de mama es el cáncer más frecuente en las mujeres de todo el mundo. Uno de cada cuatro casos de cáncer diagnosticados en mujeres corresponde a cáncer de mama. En México, dicha enfermedad también representa la primera causa de muerte por cáncer en este sector de la población. La mastografía es el mejor método de imagen para la detección temprana de cáncer de mama y es fundamental en un programa de tamizaje poblacional. En 2018, tan solo la Secretaría de Salud realizó cerca de 800,000 mastografías de tamizaje a mujeres entre 40 y 69 años de edad. Sin embargo, para encontrar mujeres con cáncer de mama no basta una buena cobertura, se requiere también garantía de calidad. El físico médico es el profesional idóneo para implementar y llevar a cabo acciones para la garantía de la calidad, tales como el control de calidad del equipamiento empleado en la toma y lectura de mastografía y la cuantificación de la calidad de las imágenes. Estas acciones son esenciales para asegurar la certeza diagnóstica de la mastografía y detectar más casos en etapas cada vez más tempranas.

10:30 - 10:45 Mamografía digital: propuesta de lineamientos de control de calidad a la Secretaría de Salud Eduardo Martínez López (*eduardo-556@hotmail.com*), Facultad de Ciencias, UNAM; César Ruiz Trejo* (*cesar@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Adriana Moreno

Ramírez (*adriana.fisica.medica@gmail.com*), Centro Nacional de Equidad de Género y Salud Reproductiva, Secretaría de Salud; Naxi Cansino González (*naxicansino@gmail.com*), Centro Nacional de Equidad de Género y Salud Reproductiva, Secretaría de Salud; Juan Carlos Cruz Hernández (*jccruz.physics@gmail.com*), Centro Nacional de Equidad de Género y Salud Reproductiva, Secretaría de Salud; María Ester Brandan (*brandan@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En la revisión de la NOM-041-SSA2-2011, Para la prevención, diagnóstico, tratamiento, control y vigilancia epidemiológica del cáncer de mama, se informó que se ampliaría el apéndice normativo D sobre el control de calidad de sistemas de mastografía analógica, para incluir sistemas digitales. En la norma vigente se establecen pruebas con frecuencias y criterios de aceptación para equipos analógicos, para los digitales únicamente se hace referencia al manual del fabricante. En tanto la NOM siga vigente, sería conveniente proponer otro instrumento legal: los Lineamientos Generales. Se presenta una propuesta de lineamientos, basada en protocolos de control de calidad internacionales, la que contiene pruebas y procedimientos de control de calidad, frecuencias y criterios de aceptación, además de asignar responsabilidades al personal en el programa de control de calidad. Esta propuesta puede ser retomada cuando los trabajos de actualización de la NOM se concluyan.

10:45 - 11:00 Dosis de radiación al personal de anestesia en procedimientos de radiología intervencionista. Diana López Ángeles* (*dianalopez@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; María Isabel Gamboa De Buen (*gamboa@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; César Alejandro Martínez De Los Santos (*cesar_marinez23@hotmail.com*), Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suárez"; Susana Vega Montesino (*suvemont@gmail.com*), Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suárez"; Xóchitl López Rendón (*xochitl.lopez@innn.edu.mx*), Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suárez"; *Expositor.

Los procedimientos de radiología intervencionista (RI) involucran dosis relativamente altas tanto para el paciente, como para los trabajadores que se encuentran realizando el procedimiento. Los médicos intervencionistas (MI), por lo general, tienen conocimientos básicos de protección radiológica (PR). Sin embargo, muchas veces los anestesiólogos no cuentan con conocimientos básicos de PR para poder tener buenas prácticas. El objetivo de este trabajo es medir la dosis de radiación del personal (neuroanestesiólogos, MI, enfermeros) que se encuentra trabajando en procedimientos de RI en el Departamento de Terapia Endovascular del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, mediante el uso de dosímetros termoluminiscentes. Los resultados preliminares muestran que las dosis recibidas al cristalino derecho o izquierdo, dependen de la posición del

personal con respecto al paciente. Mientras que las dosis a tórax por arriba del mandil siempre son más altas para los MI.

Física de Radiaciones ***Sala de la Laguna I***

8:30 - 8:50 **Measurement of radon exhalation in rocks, by Nuclear Track Detectors in the vicinity of Taxco, Guerrero** *Yadira Sánchez Venancio (ami_3515@hotmail.com), Posgrado en Recursos Naturales y Ecología. Universidad Autónoma de Guerrero.; Guillermo Espinosa García (espinosa@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Thalía Peña Salgado (tyn_love30@hotmail.com), Posgrado en Recursos Naturales y Ecología. Universidad Autónoma de Guerrero.; José Ignacio Golzarri Moreno (golzarrr@unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro H. Ramírez Guzmán* (halessandro2@hotmail.com), Facultad de Ciencias de la Tierra y Posgrado en Recursos Naturales y Ecología. Universidad Autónoma de Guerrero.; *Expositor.*

In this work, the concentration of Radon (^{222}Rn) was analyzed in thirteen samples of rocks that emerge in the vicinity of Taxco de Alarcón, Guerrero. The exhalation of radon was measured in rock mass, by means of a container of 0.70 m long PVC pipe, in which 4 kilos of crushed rock was introduced. A CR-39 solid-state detector was then placed on the lid, sealed and stored for a period of two months. Finally, the chemical development and reading of the tracks was carried out. The result for the exhalation of rock masses showed that the highest average of tracks was 37 400 T / cm². The objective of the study was to evaluate the natural ionizing radiation of ^{222}Rn , related to the rock formations in which the population of Taxco de Alarcón sits and at the same time to know the exhalation potential of the construction materials of the homes in the area.

8:50 - 9:10 **Characterizing a mini gamma detector.** *Edmundo Marques Quintos* (mundomaque06@gmail.com), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Eduardo Moreno Barbosa (emoreno@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Benito De Celis Alonso (bdca@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; José Eduardo Espinosa Rosales (pepeespinosa58@gmail.com), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Margarita Amaro Aranda (mgmaro@ece.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Martín Rodolfo Palomino Merino (palomino@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.*

The response of a low energy gamma radiation detection system developed in our laboratory for nuclear medicine

purposes was assessed for this work. The setup consisted of a BGO scintillator crystal attached to a semiconductor photodiode (SiPM). The scintillator crystal was first characterized to establish its optical properties. This was achieved by using a kit with six different emission energies from different gamma radiation sources. Characteristics such as efficiency or energy resolution were obtained. After this the crystal was coupled to the SiPM. Subsequently data was acquired by connecting the system to an oscilloscope. A Python program was implemented to this end. For each signal generated in the detector, data was recorded, loaded and fully characterized (amplitude, time of rise, time of fall, etc.). Histograms obtained for each of the radioactive sources used are shown here. Finally, each histogram was analyzed to calibrate the system.

9:10 - 9:30 **Source of radon in water supply in Taxco Guerrero, Mexico** *R. Ramírez (halessandro2@hotmail.com), Posgrado en Recursos Naturales y Ecología. Universidad Autónoma de Guerrero.; Guillermo Espinosa García (espinosa@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro H. Ramírez Guzmán* (halessandro2@hotmail.com), Facultad de Ciencias de la Tierra y Posgrado en Recursos Naturales y Ecología. Universidad Autónoma de Guerrero.; O. Talavera (halessandro2@hotmail.com), Posgrado en Recursos Naturales y Ecología. Universidad Autónoma de Guerrero.; S. Souto (halessandro2@hotmail.com), Facultad de Ciencias de la Tierra. Universidad Autónoma de Guerrero.; José Ignacio Golzarri Moreno (golzarrr@unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

The presence of radon gas (^{222}Rn) in Chacualco's spring, which is used to supply drinking water to the city of Taxco de Alarcón, was determined. The supply water is taken directly from the source without any treatment. Ingesting or inhaling a small amount of radionuclides can be a risk to human health. The analysis of ^{222}Rn had been carried out at 25 samples of water supply by dynamic measurement system with an Alfagar equipment. Mayor, minor ions and trace elements were analyzed by mass spectrometry (ICP-MS). The concentrations of ^{222}Rn present an average of 22.99 ± 2.43 Bq L⁻¹. This value is approximately twice as established by the EPA standard for water. Radon is produced by the igneous rock that is the top of the stratigraphic column, the rainwater when descending through the fractures is impregnated with ^{222}Rn gas and accumulated in the underlying rock that has sufficient porosity to accumulate water and gas.

10:00 - 10:20 **Study of CT images processing with the implementation of MLEM algorithms using CUDA on NVIDIA'S GPU Framework** *Tomás Antonio Valencia Pérez,* (antonio_2827@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

In medicine, the acquisition process in Computed Tomography Images (CT) is obtained by a reconstruction al-

gorithm. The classical method for image reconstruction is the Filtered Back Projection (FBP). This method is fast and simple but does not use any statistical information about the measurements. The appearance of artifacts and its low spatial resolution in reconstructed images must be considered. Furthermore, the FBP requires of optimal conditions of the projections and complete sets of data. In this paper a methodology to accelerate acquisition process for CT based on the Maximum Likelihood Estimation Method (MLEM) algorithm is presented. This statistical iterative reconstruction algorithm uses a GPU Programming Paradigms and was compared with sequential algorithms in which the reconstruction time was reduced by up to 3 orders of magnitude while preserving image quality. Furthermore, they showed a good performance when compared with reconstruction methods provided by commercial software. The system, which would consist exclusively of a commercial laptop and graphical card, could be used as a fast, portable, simple and cheap image reconstruction platform in the future.

10:20 - 10:40 **STUDY OF THE COPPER EROSION BY HOT PLASMA** Alfonso Monzamodeth Román Sedano (amrsroman@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Fermin Castillo Mejía* (ciro@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Osvaldo Flores Cedillo (osvaldo@fis.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Bernardo Campillo Illanes (bci@fis.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Horacio Martínez Valencia (hm@fis.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; *Expositor.

An exhaustive study of the erosion process of a copper anode exposed to a hot plasma column of 2kJ of energy and of high electron density is made, as well as the radiation field of charged and neutral particles. To achieve the highest electrical conductivity of the copper anode, it was made of oxygen-free copper. The characterization of the cumulative damage generated by the plasma/anode interaction was made by the use of metallographic techniques, scanning electron microscopy (SEM) and by the analysis of mechanical properties. The accumulation of the damage produced by the impacts of the discharge of deuterium plasma creates in the copper anode a deep cavity similar to a crater; this indicates that there must be a change in the morphology of the surface and below it. Images are captured in the SEM at different distances from the center of the surface. These phenomena studied are important to understand the nature of the plasma/wall interaction in any fusion device.

10:40 - 11:00 **SURFACE MODIFICATION OF POLYETHYLENE TEREPHTHALATE USING A DISCHARGE AT ATMOSPHERIC PRESSURE IN AIR** Jesus Colín De La Cruz* (jcolin@uaem.mx), Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería UAEM; Fermin Castillo Mejía (ciro@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Osvaldo Flores Cedi-

llo (osvaldo@fis.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Bernardo Campillo Illanes (bci@fis.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Sergio Serna Barquera (aserna@uaem.mx), Centro de Ingeniería e Investigación y Ciencias Aplicadas UAEM; Horacio Martínez Valencia (hm@fis.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; *Expositor.

The study of polyethylene terephthalate (PET) is presented, treated by an electrical discharge (corona) at different conditions, namely, corona treatment for positive and negative polarities, as well as the treatment time. All this at atmospheric pressure in air. The properties of the surface are characterized by: the measurement of the contact angle, and the scanning electron microscopy. It has been found that this treatment modifies the PET surface in both morphology and composition. The corona discharge is more effective in modifying the PET surface, since it can modify the surface more evenly, implant more oxygen atoms on the surface and cause the contact angle to drop to a lower level. Working at 50 Hz with a distance of 5 mm, analysis of the polymer after treatment has shown that it can be considered a limit in the transformation of the surface. This defines a critical time between the transformation and degradation of PET. The results are discussed.

11:00 - 11:20 **Development and validation of an X-ray imaging detector for digital radiography at low resolution** Uzziel Caldiño Herrera (caldino@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Abdiel Ramírez Reyes* (abdiel.ramirez@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Fernando Hidalgo García (a1156851@alumnos.uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Elsa Ordoñez Casanova (eordonez@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Gerardo Herrera Corral (gherrera@fis.cinvesta.mx), CINVESTAV; *Expositor.

Digital X-ray detectors are necessary in different sciences, however many of them are expensive and high resolution images are not necessarily required. We report an easy way to construct detector capable of forming X-ray digital images and video with very large area (20×25 cm²). The detector has three basic components: scintillator, optics lenses and CMOS camera. The scintillator is Gadox type, area 20x25 cm², regular type, lambda 547 nm, with cellulose protective layer of 2 mm. The optics lenses are generic, with manual focus and widely visual field. CMOS Camera has a sensor size 4/3 , 4656×3520 pixels, 23FPS, ADC 12 bits and pixel size 3.8 microns and monochrome. Finally, we characterize the detector, we express the spatial resolution with Modulated Transfer Function, by means of the method of opaque edge. This detector can create digital radiological images of biological or inert objects, as well as real-time X-ray video (we give examples).

11:20 - 11:40 **COMPARATIVE STUDY OF THE MEASUREMENT OF FAST NEUTRONS BY**

BUBBLE DETECTORS AND CR-39 TRACK DETECTORS *B. Leal** (otro@otro.com), *Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-543, 04510 CDMx., México; *Expositor.*

In this work, the measurements of two different types of fast neutron integrating detectors are compared: the bubble detectors and the CR-39 tracers. The comparison of the measurements, of the two different types of integrating detectors, for the fast neutrons generated by a source of Americium Beryllium ($^{241}\text{Am-Be}$) is made. Bubble detectors, which provide limited energy information, have been studied using Am-Be and D-D neutron sources. The bubble detection spectrometer (BDS) has six different energy thresholds ranging from 10 keV to 10 MeV. The standardized response $R_i = B_i / S_i$ is defined, where B_i and S_i are the number of bubbles formed and the sensitivity, in $\text{B} / \mu\text{Sv}$, of the detector, respectively. The number of bubbles obtained in each measurement is related to the equivalent dose of neutrons through the sensitivity and also to the neutron flux (neutrons per unit area) through a ratio provided by the manufacturer. Six bubble detectors with different sensitivities were used ($0.11 \text{ B} / \mu\text{Sv}$, $0.093 \text{ B} / \mu\text{Sv}$, $0.14 \text{ B} / \mu\text{Sv}$, $0.17 \text{ B} / \mu\text{Sv}$, $0.051 \text{ B} / \mu\text{Sv}$). To test the response of the BDS, a set of six with different sensitivity was irradiated, placing them at distances from the source between 4 and 20 cm for 2 h. The standardized response, in μSv , is reported for each of the six detectors. The CR-39 detectors (allyldiglycol carbonate and Lantrack), placed under a 1-5 mm polyethylene radiator, were exposed at different time intervals to have given neutron fluences. After several chemical etching processes of the detectors with different conditions, the optimum characteristics for chemical etching were found in a 6N KOH solution, $60 \pm 1^\circ \text{C}$, for 12 h. A precise relationship was obtained between the dose and the yield calculations as a function of the density of the traces. The experimental results are compared.

11:40 - 12:00 **PADC-NTM Applied in $7\text{Li}+\text{Pb}$ at 31 MeV Reaction Products Study** *M. Cinausero* (sajobohus@gmail.com), *International Laboratori Nazionali di Legnaro, Italy.*; *A.M. Sajo-Castelli* (sajobohus@gmail.com), *Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela*; *Laszlo Sajo-Bohus* (sajobohus@gmail.com), *Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela*; *J. Palfalvi* (sajobohus@gmail.com), *HAS KFKI Atomic Energy Research Institute, Budapest, Hungary.*; *Guillermo Espinosa García** (espinosa@fisica.unam.mx), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Passive nuclear track methodology (NTM) is applied to study charged particles products of the reaction $7\text{Li}+\text{Pb}$ at 31 MeV. It is a contribution to the $8\pi\text{LP}$ Project (LNL-INFN-Italy) in where we show an alternative approach to register charged particle from reaction fragments by PADC detection. The main advantage is that the passi-

ve system integrates data over the whole experiment and has its importance for low rate reaction processes. Reaction products as well as scattered beam particles are determined from track shape analysis. Some limitations are inherent to NTM since a priori knowledge is required to correlate track size distribution given by each type of particle emerging from the target. Authors wish to thank the accelerator team of LNL-Legnaro-Italy for their technical skill, and to J.I. Goltzari for his technical help. This work was performed under the partial economic support of UNAM-DGAPA-PAPIIT project IN-102819.

12:00 - 12:30 **Asamblea Física de Radiaciones** *Asamblea Física De Radiaciones* *Asamblea Física De Radiaciones** (no@no.com), *Asamblea Física de Radiaciones; *Expositor.*

Asamblea Física de Radiaciones

Óptica
SUM Juchimán

Moderador: Eduardo Ortiz

8:30 - 9:00 **AJUSTE POLINÓMICO PARA DEFINIR LA FORMA DE SUPERFICIES ÓPTICA LIBRES** *Fermín Salomón Granados Agustín** (fermin@inaoep.mx), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Pendiente, se enviará por correo electrónico- Plática invitada en simultánea de la División de ÓPTICA

9:00 - 9:15 **Diseño de un telescopio de dos espejos usando trazo exacto de rayos** *Jorge De Jesús Alvarado Martínez** (jorgedejesusalvaradomartinez@gmail.com), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Fermín Salomón Granados Agustín* (fermin.salomon@gmail.com), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Sergio Vazquez Montiel* (sergiovazquez6969@gmail.com), *Universidad Interseleccionada del Estado de Puebla Ahuacatlán; Alejandro Cornejo Rodríguez* (acornejo@inaoep.mx), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Se presenta el diseño de un telescopio de dos espejos mediante el trazo exacto de rayos. En este diseño se utiliza un número finito de rayos, a distintas alturas de incidencia respecto al eje óptico. Para ello se calcula la diferencia de camino óptico (DCO), entre la distancia que recorre cada rayo hasta alcanzar el plano de imagen y la distancia para un rayo paraxial. Asegurando que la (DCO) sea cero mediante el principio de Fermat para el conjunto de rayos analizado y a través de la Ofensa contra la Condición del seno (OCS), de este análisis se obtiene un conjunto de valores de constantes de conicidad para corregir las aberraciones de esférica y coma simultáneamente. Con el conjunto de valores obtenidos de las constantes de conicidad es posible obtener la forma de cada una de las superficies de los espejos, mediante un ajuste polinómico.

9:15 - 9:30 **Sistema de inspección de color en frutos utilizando una cámara multispectral** *Ivan Antonio Juárez Trujillo** (*ivan.juarez@alumnos.uaem.mx*), *Universidad autónoma del estado de Morelos*; *Omar Palillero Sandoval* (*omar.palillero@uaem.mx*), *Universidad autónoma del estado de Morelos*; *Jonny Paul Zavala De Paz* (*jonny.zavala@upq.edu.mx*), *Universidad Politécnica de Queretaro*; *Cesar Isaza Boórquez* (*cesar.isaza@upq.edu.mx*), *Universidad Politécnica de Queretaro*; *Ely Karina Anaya Rivera* (*karina.anaya@upq.edu.mx*), *Universidad Politécnica de Queretaro*; *Expositor.

La necesidad de crear dispositivos automáticos capaces de extraer y evaluar las características de un objeto para tomar decisiones a partir del conjunto de información es cada vez mayor. En el presente trabajo se realiza una inspección de color a partir de un análisis de huellas espectrales de objetos previamente separados en diferentes longitudes de ondas, a partir de imágenes 2D, mediante el uso de una cámara multispectral, estas imágenes pueden analizarse para diferentes propiedades. Con el tiempo, el análisis de huellas espectrales ha transitado hacia la tecnología aplicada, presentando en este trabajo resultados usando procesamiento de imágenes multispectrales en aplicaciones a la inspección de color para la calidad de frutos que son transportados y llevados a consumidores.

Moderador: Fermín Granados Agustín

10:00 - 10:30 **Diseño nanoestructurado de maniqués ópticos de tejido y aplicaciones en terapia fototérmica** *Eduardo Ortiz Rascón** (*eduardo.ortiz@fisica.uson.mx*), *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - Universidad de Sonora*; *Expositor.

Plática invitada. El estudio de los mecanismos de acción de la terapia fototérmica en tejidos biológicos requiere del conocimiento de las propiedades ópticas del medio que se desea tratar, particularmente de sus coeficientes de esparcimiento y de absorción. En esta plática veremos algunos conceptos básicos sobre el comportamiento de la luz en tejidos biológicos y los avances en el diseño de un maniqué nanoestructurado que tenga utilidad tanto en terapia fototérmica como en formación de imágenes para el posible diagnóstico médico.

10:30 - 10:45 **Suma de frecuencias paramétricas mediante un cristal de triborato de bismuto (BiB3O6)** *Jorge Luis Domínguez Juárez** (*jluisdominguezj@fata.unam.mx*), *UNAM-CONACYT Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada*; *Rafael Quintero Torres* (*rquintero@fata.unam.mx*), *UNAM Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada*; *José Luis Aragón Vera* (*aragon@fata.unam.mx*), *UNAM Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada*; *Expositor.

La generación paramétrica por suma de frecuencias es de interés en aplicaciones con técnicas espectroscópicas y para la investigación en ciencia y tecnología con láseres ultrarápidos. Los osciladores paramétricos, la espectroscopia

por absorción y las técnicas de microscopía ultra rápida en regiones del rango visible, tienen oportunidades en las áreas científicas modernas de biofotónica, así como biofísica, bioquímica y bioingeniería. La caracterización de la dinámica molecular con espectroscopia temporal en menos de un nanosegundo así como instrumentos de microscopía que permitan obtener imágenes con análisis dependiente de la longitud de onda llevarían a una mejor comprensión de la interacción luz con la materia. Se presenta la generación paramétrica por suma de frecuencias ajustable mediante un cristal de triborato de bismuto (BiB3O6) como material no lineal que puede ser una posibilidad para la fuente de conversión de frecuencia utilizada en muchas aplicaciones.

10:45 - 11:00 **Análisis espectroscópico de emisión Láser Aleatorio por coloides basados en nanopartículas de SiO₂ y células sanguíneas** *Angel Eduardo Escarcega Mendicuti** (*aeem@ciencias.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM*; *Crescencio García Segundo* (*crescencio.garcia@icat.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM*; *Expositor.

Los Láseres Aleatorios son materiales o dispositivos fotónicos desordenados capaces de producir una emisión tipo láser pero sin la necesidad de una cavidad resonante. El presente estudio tiene la finalidad de utilizar los láseres aleatorios como dispositivos analíticos en el área Biomédica. Diseñamos y caracterizamos coloides en los cuales se emplearon nanopartículas de SiO₂, a una concentración de $1.2 \times 10^{12} \frac{ng}{ml}$, como medio esparidor, sangre entera al 5% por mililitro como medio activo y, con la finalidad de prevenir la hemólisis de las células, suspendimos ambos medios, esparidor y activo, en solución salina. Al excitar los coloides con pulsos lásera $\lambda = 532$ nm, ancho temporal de 7 ns a una frecuencia de 10 Hz y energía por pulso alrededor de 15 mJ, el campo de radiación emitido exhibe dos delgadas bandas características: una a 437 nm y otra a 968 nm. Ambas satisfacen las condiciones de las emisiones tipo láser aleatorio.

Óptica

Teatro Universitario

13:00 - 14:00 **LA GEOMETRÍA EVIDENTE Y ESCONDIDA EN LA ÓPTICA** *Miguel Alonso** (*miguel.alonso@rochester.edu*), *Institut Fresnel, Centrale Marseille, Aix Marseille Université / University of Rochester*; *Expositor.

Pendiente- se enviará por correo- Plática plenaria DIVISIÓN DE OPTICA

Rayos Cósmicos

Teatro Universitario

11:00 - 12:00 **El Observatorio HAWC: Resultados Recientes y Perspectivas** *Andrés Sandoval Espino-*

za* (*asandoval@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

El Observatorio HAWC, situado en la Sierra Negra en México a una altura de 4100 m.s.n.m, es capaz de detectar rayos gamma con energías entre 1-100 TeV a través de las cascadas de partículas secundarias que producen los rayos gamma primarios al interactuar con la atmósfera terrestre, tiene el potencial de estudiar los fenómenos más energéticos del Universo. En esta plática se presentan los resultados científicos más importantes obtenidos por el Observatorio HAWC desde el inicio de su toma de datos en 2012, mediante los 30 detectores Cherenkov de agua con que contaba inicialmente, hasta la actualidad en que cuenta con más de 300 detectores. Se presentan también los resultados obtenidos conjuntamente con otros detectores como LIGO/Virgo y IceCube, entre otros.

Información Cuántica
Teatro Universitario

12:00 - 13:00 **Breaking Quantum and Thermal Limits on Precision Measurements** *James Thompson**

(*jkt@jila.colorado.edu*), JILA and Department of Physics, University of Colorado, Boulder; *Expositor.

A long-standing theme of atomic physics is a continual striving to gain ever greater control over single quantum objects, starting with their internal degrees of freedom and now extending to their external degrees of freedom. Having learned to exert similar levels of control over the interactions and correlations between atoms, with examples including quantum computing with trapped ions, quantum many-body simulations in degenerate atomic gases, and the deterministic assembly of molecules. Our Lab has been asking the question: is it also possible to exploit atom-atom correlations and entanglement to advance the field of precision measurement beyond the single-tomo paradigm that dominates the field? Using laser-cooled rubidium and strontium atoms inside of high finesse optical cavities, we have explored this question along two fronts: surpassing the extandard quantum limit on quantum phase estimation by a factor of 60 and overcoming thermal limits on laser frequency stability.

Estado Sólido
Auditorio Juchimán

Modera: Miguel Cruz Irisson

8:30 - 9:00 **Estudio estructural de la perovskita híbrida CH₃NH₃PbI₃, con dopaje controlado de Sn y Cl.** *Bertha Oliva Aguilar Reyes** (*irisson.ipn@gmail.com*), *Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales, Antigua Carretera a Pátzcuaro No 8701, Col Ex Hacienda San José de la Huerta. C.P.58190, Morelia, Michoacán, México.*; **Expositor.*

Las perovskitas híbridas han sido ampliamente estudiadas en los últimos 10 años, ya que representan una nueva alternativa para la fabricación de celdas solares, ya que se han alcanzado eficiencias de hasta 23 %. Con el fin de minimizar y/o evitar la degradación debido a la humedad ambiental, se dopó tanto el plomo como el yodo en la perovskita híbrida CH₃NH₃PbI₃. Las perovskitas estudiadas se obtuvieron en película delgada sobre sustrato de vidrio atacado químicamente, a partir de una solución precursora 1 Molar. Las películas delgadas de CH₃NH₃Pb_{1-x}Sn_xI_{3-x}Cl_{x/2}, se sinterizaron a 100°C durante 2 minutos en condiciones ambientales. Se determinó la estructura cristalina mediante Difracción de rayos X; se estudió la morfología mediante microscopía electrónica de barrido, encontrando un llenado mayor al 80 % en los sustratos y confirmando la homogeneidad de las muestras. Mediante espectroscopía UV-Vis se calculó el valor del ancho de banda prohibido, variando en el rango 1.5-2.0 eV.

Este trabajo fue parcialmente apoyado por los proyectos No. 252677 del Conacyt y PAPIIT: IN111218 y IN105019 de la UNAM, México.

9:00 - 9:15 **Relación de Rutgers en la determinación de las propiedades de los cupratos YBa₂Cu₃O_{6+x} bajo dopados** *Patricia Salas Casales** (*patysalasc@hotmail.com*), *INSTITUTO DE FÍSICA, UNAM; Miguel Ángel Solís Atala* (*masolis@fisica.unam.mx*), *INSTITUTO DE FÍSICA, UNAM; *Expositor.*

En el marco del modelo Bosón-Fermión Multicapas de la superconductividad [1,2] revisamos el formalismo que lleva a la ecuación de Rutgers, la cual relaciona la diferencia entre los calores específicos normal y superconductor con el campo crítico termodinámico. Al incluir los términos que comunmente se desprecian, y que son importantes para los superconductores de alta temperatura crítica T_c , se llega a una expresión más general de la longitud de penetración $\lambda(T)$, la cual se utiliza para calcular la densidad superfluida $\rho(T)$. Mostramos los efectos de dicha expresión

en el cálculo de las longitudes de penetración y de coherencia así como en la densidad superfluida los cuales comparamos con los datos experimentales y con nuestros resultados previos. [1] P. Salas, et al., *Physica C* 524 37 (2016). [2] P. Salas, et al., *Int. J. Mod. Phys. B* 31 1750100 (2017). Agradecemos el apoyo recibido de los proyectos CONACyT 221030 y DGAPA-PAPIIT IN110319.

10:00 - 10:30 **Teoría no-local de homogeneización de cristales piezoelectromagnéticos** *Felipe Pérez Rodríguez** (*fperez@ifuap.buap.mx*), *Instituto de Física, BUAP; *Expositor.*

Se presenta una teoría de homogeneización para calcular los parámetros efectivos de estructuras periódicas compuestas de materiales tanto piezoeléctricos como piezomagnéticos. La teoría se basa en el formalismo de Fourier y considera cualquier forma de las inclusiones, red de Bravais arbitraria, y cualquier mecanismo lineal de acoplamiento entre las propiedades electrodinámicas y elásticas de los componentes. La teoría desarrollada proporciona expresiones explícitas para los elementos de la matriz de respuesta efectiva dada por los tensores efectivos: bianisótropo, de densidad de masa, de flexibilidad, piezoeléctrico y piezomagnético. La respuesta efectiva del cristal piezoelectromagnético homogeneizado (es decir, el metamaterial piezoelectromagnético) es no-local debido a que los elementos de la matriz efectiva dependen tanto del vector de onda de Bloch como de la frecuencia. Con base en esta teoría, la estructura de bandas fotónicas-fonónicas de cristales piezoelectromagnéticos se ha podido describir incluso más allá del límite de grandes longitudes de onda, donde los efectos no-locales son importantes. Además, se muestra como la teoría de homogeneización no-local propuesta y el método de expansión en modos de bulto se pueden aplicar para calcular e interpretar los espectros ópticos y acústicos de metamateriales piezoelectromagnéticos de tamaño finito.

10:30 - 10:45 **Estudio de primeros principios de la estructura electrónica de semiconductores bajo presión hidrostática con la aproximación DFT-1/2** *Diego Manuel Ku Toval** (*diego.toval.95@hotmail.com*), *Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán; Miguel Eduardo Cifuentes Quintal* (*cifuentes.quintal@gmail.com*), *Departamento de Física Aplicada, Cinvestav-Mérida; Romeo Humberto De Coss Gómez* (*romeo.decoss@cinvestav.mx*), *Departamento de Física Aplicada, Cinvestav-Mérida; *Expositor.*

El estudio de los materiales semiconductores basados en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) proporcionan información útil de las propiedades estructurales y electrónicas de los materiales bajo diferentes condiciones

externas, por ejemplo, la presión hidrostática. Sin embargo, una de las limitaciones de DFT se encuentra en la predicción de la brecha de energía prohibida. Así, el método DFT-1/2 surge como una alternativa para calcular brechas de energía en mejor acuerdo con los datos experimentales. Presentamos cálculos para la brecha de energía y la estructura electrónica de bandas de compuestos semiconductores bajo presión hidrostática, obtenidos mediante los métodos DFT estándar y DFT-1/2. El desempeño de ambos métodos se evalúa comparando los resultados de la brecha de energía prohibida en función de la presión, con los datos experimentales disponibles en la literatura. Este trabajo fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del Proyecto No. 288344.

10:45 - 11:00 **Microcavidad híbrida (Al,Ga)As - Silicio Poroso** *Hector Francisco Lara Alfaro* (A181549@alumnos.uaslp.mx), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Edgar Armando Cerda Méndez (edgar.cerda@uaslp.mx), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Francisco Javier Rocha Reina (A175781@alumnos.uaslp.mx), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Augusto David Ariza Flores (david1cool@gmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Raúl Eduardo Balderas Navarro (raul.balderas@gmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Klaus Biermann (biermann@pdi-berlin.de), Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Berlin, Alemania; Paulo V. Santos (santos@pdi-berlin.de), Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Berlin, Alemania; Torres Rosales Ángel Andrés (croiysz@gmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*

Los polaritones excitónicos son cuasipartículas formadas por la superposición de excitones y fotones en una microcavidad (MC) óptica con pozos cuánticos (PCu) embebidos [1]. Estos heredan una masa efectiva pequeña del componente fotónico y una interacción fuerte del excitónico, volviéndolos atractivos para la implementación de novedosos dispositivos de estado sólido. En este trabajo se describe el diseño y la fabricación de una MC híbrida formada por un reflector de (Al,Ga)As con PCu de GaAs, y un reflector de silicio poroso (SiP) depositado en su superficie. Este diseño permite colocar patrones metálicos intermedios para la modulación de polaritones. Simulaciones numéricas muestran una reducción en la energía de los polaritones bajo la capa metálica de hasta 10 meV, dando lugar a un fuerte confinamiento espacial. [1] E. A. Cerda-Mendez, D. N. Krizhanovskii, M. S. Skolnick, P. V. Santos. Quantum fluids of light in acoustic lattices. J. Phys. D: Appl. Phys., 51(3):033001, 2018.

Estado Sólido Teatro Universitario

11:00 - 12:00 **Structural Stability of Graphene Nanoflakes: from the View Point of Aromaticity** *Jun Nakamura* (junj@ee.uec.ac.jp), Universidad de Electrocomunicaciones (Tokio), Japón; *Expositor.*

The so-called Clar formula is useful for describing the resonance structure of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in terms of aromaticity. As for doped systems, however, it is not always valid to predict the aromatic rings using the Clar formula, since the number of electrons for dopants and neighboring carbon atoms is not necessarily predictable unlike in the case of non-doped carbon systems. We have quantitatively investigated the relationship between the aromaticity and structural stability of graphene nanoflakes (GNFs) using first-principles calculations. The aromaticity of each six-membered ring of GNFs is evaluated with the nucleus-independent chemical shifts (NICS). We have found that for armchair-edge GNFs, the degree of stability is proportional to the average NICS for all six-membered rings. Even for doped GNFs, the average NICS strongly correlates with the structural stability. Our results indicate that NICS is a good measure not only for the aromaticity but also for the structural stability of pristine/doped nanographene systems. It has also been clarified that aromaticity is relevant to stability not only for pristine GNFs but also for doped GNFs, where the Clar formula is necessarily applicable.

Física Estadística y Termodinámica Aula Magna

Moderador: Jose Elias Perez

8:30 - 9:00 **Modelado molecular de adsorción de gases en materiales poliméricos** *Susana Figueroa Gertenmaier* (sufigueroa0802@gmail.com), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

En esta charla hablaremos de como modelar el comportamiento de adsorción de diferentes fluidos (nitrógeno, hidrógeno, etano, eteno) en materiales porosos hechos de poliestireno sindiotáctico, el cual presenta un alto grado de cristalinidad. Dos de sus fases regulares (δ y ϵ) presentan nanoporosidad, siendo capaces de adsorber moléculas de bajo peso molecular en sus cavidades (δ) y canales (ϵ). Mediante el uso de simulación molecular Monte Carlo, en el colectivo grand canónico, calculamos isoterma de adsorción, explorando el potencial de estos materiales para ser usados con diferentes propósitos; almacenamiento, separación de mezclas, y caracterización de superficies.

9:00 - 9:15 **Estacionariedad entrópica en el modelo de Bose-Hubbard** *Miguel Alejandro Pérez Contreras* (alex16@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Andrea Valdés Hernández (avh@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma*

de México; Francisco Javier Sevilla Pérez (fjsevilla@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La estacionariedad temporal alcanzada por la entropía de una de las partes de un sistema bipartido es analizada teóricamente cuando el estado inicial del sistema total es puro. El sistema consiste de una red de seis sitios y seis bosones indistinguibles, descrito por el Hamiltoniano de Bose-Hubbard. El análisis se concentra en el caso cuando el subsistema de interés corresponde a un solo sitio de la red. Se halla que el equilibrio en el régimen estacionario puede ser descrito por una matriz de densidad reducida canónica, caracterizada por una temperatura efectiva que depende del cociente de la energía que caracteriza las transiciones de un bosón entre sitios de la red, y la energía de interacción entre bosones en un mismo sitio. Se agradece a DGAPA-PAPIIT-UNAM IN114717.

9:15 - 9:30 **Glassy dynamics in asymmetric binary mixtures of hard spheres** Edilio Lázaro Lázaro* (oilide25@fisica.uaslp.mx), Instituto de Física "Manuel Sandoval Vallarta" de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Jorge Adrián Perera Burgos (jorge.perera@cicy.mx), CONACYT-Unidad de Ciencias del Agua, Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. (CICY), Calle 8, No. 39, Mz. 29, S.M. 64, 77524 Cancún, Quintana Roo, Mexico; Tatjana Sentjabrskaja (Tatjana.Sentjabrskaja@uni-duesseldorf.de), Condensed Matter Physics Laboratory, Heinrich Heine University, Universitätsstraße 1, 40225 Düsseldorf, Germany; Gabriel Pérez Ángel (gabriel.perez.angel@gmail.com), Departamento de Física Aplicada, Cinvestav, Unidad Mérida, Apartado Postal 73 Cordemex, 97310 Mérida, Yucatán, Mexico; Marco Laurati (mlaurati@fisica.ugto.mx), Departamento de Ingeniería Física, División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato, Loma del Bosque 103, 37150 León, Mexico; Stefan U. Egelhaaf (stefan.egelhaaf@uni-duesseldorf.de), Condensed Matter Physics Laboratory, Heinrich Heine University, Universitätsstraße 1, 40225 Düsseldorf, Germany; Magdaleno Medina Noyola (medina@fisica.uaslp.mx), Instituto de Física "Manuel Sandoval Vallarta" de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Thomas Voigtmann (thomas.voigtmann@dlr.de), Department of Physics, Heinrich Heine University, Universitätsstraße 1, 40225 Düsseldorf, Germany and Institut für Materialphysik im Weltraum, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Linder Höhe 51170, Köln, Germany; Ramón Castañeda Priego (ramoncp@fisica.ugto.mx), Departamento de Ingeniería Física, División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato, Loma del Bosque 103, 37150 León, Mexico; Luis Fernando Elizondo Aguilera (luisfer.elizondo@gmail.com), Institut für Materialphysik im Weltraum, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Linder Höhe 51170, Köln, Germany; *Expositor.

We perform a systematic and detailed study of the glass transition in highly asymmetric binary mixtures of colloidal hard spheres, combining differential dynamic microscopy experiments, event-driven molecular dynamics simulations, and theoretical calculations, exploring the whole state diagram and determining the self-dynamics and collective dynamics of both species. Two distinct glassy states involving different dynamical arrest transitions are consistently described, namely, a double glass with the simultaneous arrest of the self-dynamics and collective dynamics of both species, and a single glass of large particles in which the self-dynamics of the small species remains ergodic. The theoretical results, obtained within the self-consistent generalized Langevin equation formalism, are in agreement with both simulations and experimental data, thus providing a stringent validation of this theoretical framework in the description of dynamical arrest in highly asymmetric mixtures.

10:00 - 10:30 **Sobre ruido 1/f en modelos de sistemas complejos** Lev Guzman Vargas* (lguzmanv@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Durante las últimas décadas ha ido creciendo el uso de metodologías de la física no lineal para el estudio de sistemas complejos, y en particular, para la caracterización de secuencias o registros de valores con una alta variabilidad. En esta charla se presentan algunos resultados acerca de las propiedades de modelos de ruido tipo 1/f o ruido correlacionado, donde se presenta un escalamiento y fractalidad similar a lo observado en series de tiempo reales. Particularmente, se describen algunos modelos basados en redes complejas del tipo mundo-pequeño y libres de escala que permiten generar dinámicas con presencia de memoria y no linealidad en series irregulares como las observadas en sistemas físicos y biológicos. Finalmente, se comparan con algunos resultados sobre series de tiempo reales de sistemas biológicos como registros electroencefalográficos y de interlatido cardiaco.

10:30 - 10:45 **Estructura de una Mezcla fluida Confinada en un nanoporo** Carlos Alberto Torres Lázaro* (ctorres.ct911@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; José Guadalupe Segovia López (jose.segovia@ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

Usando la teoría de funcionales de la densidad (DFT), estudiamos una mezcla fluida inhomogénea compuesta de un número arbitrario de componentes, confinada en un nanoporo de paredes planas. Se calcula la expresión microscópica del tensor de esfuerzos en una aproximación de campo medio, bajo el supuesto que el sistema se trata de un medio continuo elástico, se introduce la deformación infinitesimal. Se obtiene la expresión microscópica de la diferencia del tensor de esfuerzos antes y después de la deformación a orden lineal. El resultado microscópico es comparado con la forma fenomenológica de la ley de Hooke, para identificar las expresiones microscópicas de

las propiedades elásticas y se muestra que la generalización mantiene la misma estructura que el caso de un solo componente.

10:45 - 11:00 **Caracterización de campos de nubes Sc por un modelo de difusión estocástico.** Gerardo García Naumis (*naumis@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Diana Laura Monroy Mérida* (*dial_mm@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Regiones de océanos subtropicales están cubiertas de nubes estratocúmulos (Sc) que se presentan como celdas cerradas que reflejan la radiación solar, o celdas abiertas que permiten que alcance la superficie del planeta; dichos cúmulos se autoorganizan en patrones hexagonales que son controlados por procesos desde el orden de micrómetros hasta la escala de kilómetros. Los modelos actuales no pueden resolver estas escalas de longitud, por lo que las nubes Sc son una gran incertidumbre para las proyecciones climáticas. En este trabajo se analizan los patrones de Sc por medio de un modelo idealizado de la dinámica del agua atmosférica como un proceso de difusión estocástico. Se muestra que los regímenes de nubes así como la interfaz entre ellas se ajustan al paradigma de transiciones de fase estableciendo relaciones con el modelo de Ising. Se comparan los patrones de las simulaciones y fotografías satelitales usando recursos de análisis fractal para caracterizar el espacio fase de nubes Sc

Física Estadística y Termodinámica Teatro Universitario

12:00 - 13:00 **Application of First-Passage Ideas to Nonequilibrium Processes** Sidney Redner* (*redner@santafe.edu*), Santa Fe Complex Systems Institute; *Expositor.

A fundamental aspect of a random walk is knowing when it reaches a specified threshold position for the first time. This first-passage time, and more generally, the distribution of first passage times underlies many phenomena, such as the statistics of cell division, the triggering of integrate and fire neurons, and the execution of stock options. The computation of the first-passage time and its distribution is both simple and beautiful, and has profound connections to electrostatic potential theory. I will present some aspects of these fundamentals and then discuss the application of first-passage ideas to diverse phenomena in non-equilibrium physics, including the dynamics of the voter model, the efficiency of stochastic search processes, and the species abundance distribution of the microbiome.

Información Cuántica Auditorio de la Biblioteca Central

Modera: Raúl Ignacio Hernández Aranda

8:30 - 9:00 **Condensados de Bose espinoriales como simuladores de dominios magnéticos** Gustavo Alexis Domínguez Castro (*rosario@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Christian Jesús Madroño Carvajal (*rosario@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Antonio González García (*rosario@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Rosario Paredes Gutiérrez* (*rosario@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se presenta una investigación sobre la persistencia de dominios magnéticos y su evolución dinámica bajo la presencia de potenciales desordenados en dos dimensiones. La evolución dinámica de dominios magnéticos, representados por la distribución espacial de dos estados hiperfinos de un gas de Bose débilmente interactuante en su fase condensada, y confinados en una red cuadrada, se sigue a través de la ecuación no lineal de Gross-Pitaevskii, partiendo de un estado inicial en ausencia de desorden. Se encuentra que existe un valor umbral de la amplitud de desorden para el cual la dinámica del gas espinorial es simplemente un estado estacionario con oscilaciones de spin, en tanto que a medida que la magnitud del desorden se incrementa, la persistencia del dominio magnético original se ve favorecida.

9:00 - 9:15 **Valores débiles en sistemas entrelazados** Andrea Valdés Hernández (*andreavh@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; Luis De La Peña (*luis@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En años recientes, los llamados valores débiles (o weak values) han mostrado ser una herramienta útil en el estudio de diversos fenómenos cuánticos, tanto desde el punto de vista teórico como experimental. En particular, la parte real del valor débil del operador de momento lineal ha sido ampliamente estudiada, principalmente en relación con el estudio de trayectorias cuánticas. En este trabajo nos enfocamos en la parte imaginaria del valor débil del momento y en su relación con el enredamiento en un sistema bipartita. Específicamente, establecemos un criterio de enredamiento para sistemas de variables continuas, basado en la noción de correlaciones débiles de operadores de momento, que permite determinar si el entrelazamiento es atribuible a la amplitud y/o a la fase de la función de onda. Nuestros resultados revelan nuevos aspectos del rol físico de las partes real e imaginaria de los valores débiles, y destacan su importancia en el escenario multipartita.

9:15 - 9:30 **Control robusto de estados cuánticos** Christian Ventura Velázquez (*chvv@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Benjamín Raziél Jaramillo Ávila (*jaramillo@inaoep.mx*), Instituto

Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Blas Manuel Rodríguez-Lara (bmlara@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.*

Presentaremos una propuesta de control robusto de estados cuánticos en un sistema optomecánico en presencia de pérdidas. Nuestra propuesta se basa en hacer cambios en la fase de bombeo del sistema, los cuales permiten robustecer la transferencia de excitaciones entre la cavidad y el oscilador mecánico. El robustecimiento consiste en introducir fases que minimizan los efectos de tener imprecisiones en la caracterización del sistema. Usamos diferentes técnicas para calcular o simular la evolución de nuestro sistema y validar nuestra hipótesis de que ciertas fases del bombeo pueden blindar la transferencia entre excitaciones mecánicas y de la cavidad ante variaciones en los parámetros del sistema.

Moderador: Rosario Paredes Gutiérrez

10:00 - 10:30 **Classical states of light and their application in quantum information** Raúl Hernández Aranda* (raul.aranda@tec.mx), Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.

In recent years an increased attention has been observed in the application of paraxial optical beams for the implementation of quantum information protocols. Although the similarities between paraxial optics and quantum mechanics has been known for many decades, it has been until recent years that these similarities have found fertile ground in the field of paraxial optical beams. Some of the applications of these beams have been in the implementation of quantum gates, search algorithms, quantum key distribution protocols and the characterization of quantum channels. This is mainly due to the accessibility of new means for the tailoring and generation of paraxial optical beams. We will discuss the similarities between paraxial optics and quantum mechanics, also a concept that has come to be known as classical entanglement, and the potential applications and limitations of classical entanglement for carrying out quantum tasks.

10:30 - 10:45 **Estructura, estabilidad, y transiciones de fase en sistemas cuánticos de espines** David Stefan Lohr Robles (elmlvi@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Víctor Hernán Torres Brauer (elmlvi@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Marcela Dolores Grether González (mdgg@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Enrique López Moreno* (elmlvi@gmail.com), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se considera el modelo Hamiltoniano algebraico de Lipkin que describe una clase de nano-ímanes formados por un cúmulo molecular estable encerrando un carozo de ocho átomos de Fe. Las transiciones de fase cuánticas se tratan mediante los Estados Coherentes (EC) y la Teoría de Catástrofes (TC). Demostramos que la estructura cuántica

de los estados está organizada por las singularidades semiclásicas de los puntos críticos del valor de expectación Hamiltoniano en los EC del sistema. A bajas temperaturas estas moléculas se comportan como un solo objeto con un espín gigante controlado por una familia de parámetros, y sus eigenestados se establecen por la competencia de las interacciones magnéticas entre los ocho espines, $s = 5/2$, del Fe. El análisis de la TC establece la existencia de distintas regiones de estabilidad, bien delimitadas por una Separatriz dentro del espacio de la familia de parámetros. Las propiedades cuánticas experimentan así una transición de fase al cruzar la Separatriz.

10:45 - 11:00 **Método para encontrar hamiltonianos efectivos de sistemas cuánticos con potenciales periódicos en el tiempo** Víctor Guadalupe Ibarra Sierra* (vickkun@fisica.unam.mx), Instituto de Física Universidad, Nacional Autónoma de México; Juan Carlos Sandoval Santana (jcss.pms@gmail.com), Instituto de Física Universidad, Nacional Autónoma de México; Pedro Roman Taboada (pedro.roman.taboada@gmail.com), Instituto de Física Universidad, Nacional Autónoma de México; José Luis Cardoso (jlcc@correo.azc.uam.mx), Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco; Alejandro Kunold Bello (akb@correo.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.

Los sistemas cuánticos dependientes del tiempo son importantes en muchos campos diferentes de la física como los átomos fríos, el estado sólido, la óptica, etc. Muchas de sus propiedades están codificadas en el operador de evolución temporal o en el hamiltoniano efectivo. Encontrar estos operadores generalmente requiere cálculos muy complejos que a menudo involucran algunas aproximaciones. En este trabajo, presentamos un modelo teórico que explota la estructura del grupo de Lie asociado a hamiltonianos con potenciales periódicos en el tiempo. Este método nos permite encontrar por medio de una descomposición de cada generador del grupo al operador de evolución temporal y posteriormente al hamiltoniano efectivo.

Partículas y Campos
Sala de Ex directores DACEA

Moderador: Eduard De La Cruz Burelo

8:30 - 9:00 **El concepto del experimento MAT-HUSLA en el LHC** Karen Salomé Caballero Mora* (karen.scm@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Juan Carlos Arteaga Velázquez (arteaga@ifm.umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Arturo Fernández Tellez (Arturo.Fernandez.Tellez@cern.ch), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Guillermo Tejeda Muñoz (Guillermo.Tejeda.

Munoz@cern.ch), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Rodríguez Cahuantzi (*mario.rodriguez.cahuantzi@cern.ch*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Iván Martínez Hernández (*Mario.Martinez.Hernandez@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; *Expositor.

Se describe al detector MATHUSLA (MAssive Timing Hodoscope for Ultra-Stable neutral pArticles), experimento propuesto para estudiar partículas neutras de larga vida en el LHC. El estudio de dichas partículas revelaría física más allá del Modelo Estándar y podría ayudar a resolver muchos de los problemas abiertos de la física de partículas elementales. Las señales de las partículas de larga vida pueden aparecer en muchas construcciones teóricas que tocan temas como el Problema de la Jerarquía, Materia Oscura, la masa del neutrino y la asimetría bariónica del universo. Por otro lado, debido a sus características como detector de superficie, se podrían realizar otros estudios considerando a las astropartículas, tales como la posición de las estructuras en el espectro de los rayos cósmicos, la composición de los mismos e información sobre modelos hadrónicos. MATHUSLA podría instalarse en la superficie terrestre a la altura de los experimentos ATLAS o CMS. Se presentarán algunos resultados

9:00 - 9:15 Dependencia de norma de las funciones de correlación en QCD *Pietro Dall'Olio** (*odiotin@hotmail.com*), Centro de Ciencias Matemáticas (Unam Campus Morelia); Adnan Bashir (*adnan@i.f.m.umich.mx*), Instituto de Física y Matemáticas de la Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Se presenta una reciente derivación, en el contexto de teorías cuánticas de campo con simetría de norma no-Abeliana, de las transformaciones LKF y de las identidades de Nielsen, las cuales permiten controlar la dependencia en las funciones de correlación, sobre el parámetro de norma asociado a la clase de normas covariantes. Se discuten en particular los ejemplos del propagador del gluón y del quark.

9:15 - 9:30 Revisión del momento dipolar cromomagnético del quark top *Jorge Isidro Aranda Sánchez* (*jarandas@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Javier Montaña Domínguez (*j.montano.d@hotmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Brenda Quezadas Vivian* (*brendysqu19@hotmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (*feramirez@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Eduardo Salvador Tututi Hernández (*tututi@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

El modelo estándar (ME) de interacciones fundamentales es una teoría muy exitosa debido a que sus predicciones teóricas han concordado con las mediciones experimentales a una precisión sin precedentes, donde los resultados teóricos han sido escrutados mediante los colisionadores de partículas en las últimas décadas. Entre los ejemplos típicos de mediciones de precisión se encuentran las mediciones que se realizan a los momentos magnéticos anómalos del electrón y el muón. Sin embargo, aún no está determinado el momento magnético anómalo de los quarks. Es por ello que en este trabajo se presenta una revisión del momento dipolar cromomagnético anómalo (MDCM) de los quarks en el ME, donde se consideran las contribuciones de los sectores débil y fuerte. Enfocamos nuestros resultados numéricos sobre el quark top en el escenario de capa de masa $q^2 = 0$, y fuera de capa de masa con $q^2 = \pm m_Z^2$, los cuales se comparan con la literatura existente.

10:00 - 10:30 Explorando el Bosque de Lyman alfa con DESI *Alma Xochitl Gonzalez Morales** (*alma.gonzalez@fisica.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Se presenta una breve descripción del estatus, objetivos principales, y participación mexicana en la colaboración DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument), así como la motivación y descripción de las observaciones asociadas al denominado Bosque de Lyman alfa, y el trabajo que se desarrolla en México sobre esta línea de investigación.

10:30 - 10:45 Determinación de Δm_{ee}^2 y θ_{13} mediante el análisis de los datos de neutrinos de reactor del experimento RENO *Jesús Escamilla Roa* (*roa@uaeh.edu.mx*), Instituto Politécnico Nacional; Karla Yolanda Gordillo Rivas (*e_pi_ypsi@hotmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Carlos López Lima (*carlosomega40@hotmail.es*), Instituto Politécnico Nacional; Jorge García Bello (*fisjorge@live.com*), Instituto Politécnico Nacional; Jesús García Ravelo (*g.ravelo@hotmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; José Juan Peña Gil (*jjpg@correo.azc.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana; Dionisio Tun Molina (*dtun@outlook.com*), Instituto Politécnico Nacional; Benito Vargas Perez* (*fis.vargas.perez@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Los neutrinos son partículas del modelo estándar con sabor leptónico y masa cero. Sin embargo, el cambio de sabor de los neutrinos, puede ser explicado si su masa no es cero. El modelo teórico de oscilaciones de neutrinos, contiene parámetros de mezcla y de masas que deben ser medidos experimentalmente. Los experimentos de oscilaciones de neutrinos de reactor como RENO aportan información útil para la determinación del ángulo de mezcla θ_{13} y la diferencia de masas cuadradas efectiva Δm_{ee}^2 . En este trabajo se realiza una prueba χ^2 , con la que se determina que $\text{sen}^2(2\theta_{13}) = 0.0865_{-0.0069}^{+0.0054}$ y $\Delta m_{ee}^2 = (2.75 \pm 0.15) \times 10^{-3} \text{eV}^2/c^4$. Estos resultados

son consistentes con los publicados por la colaboración en 2018.

10:45 - 11:00 **Extensión analítica del modelo de Lindhard, para calcular el "quenching factor" a bajas energías en Si y Ge.** *Youssef Sarkis Mobarak** (*youssef.sarkis@correo.nucleares.unam.mx*), *Instituto de ciencias Nucleares*; *Alexis Aguilar Arévalo* (*alexis@nucleares.unam.mx*), *Instituto de ciencias Nucleares*; *Juan Carlos D'Olivo Saez* (*dolivo@nucleares.unam.mx*), *Instituto de ciencias Nucleares*; *Expositor.

Se presentará una descripción teórica para obtener los primeros principios la eficiencia de ionización ("Quenching Factor") en un medio cristalino puro; este enfoque consiste en extender el modelo de Lindhard de tal forma que este nuevo modelo su pueda resolver numéricamente sin simplificaciones, como sucede en el caso del modelo simple de Lindhard, que falla en describir los datos experimentales del Si a bajas energías. Se demostrará que en este modelo es suficiente suponer una energía de amarre constante para explicar los datos existentes hasta el momento. Se presentarán los resultados para Si, Ge y Xe.

Óptica SUM Juchimán

Moderador: Ibis Ricardez Vargas

8:30 - 9:00 **DIGITALIZACIÓN 3D DE UNA HUELLA DIGITAL USANDO EL EFECTO TALBOT** *Mauricio Ortiz Gutiérrez** (*mortizg@yahoo.com*), *Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo*; *Expositor.

En ocasiones surge la necesidad de estudiar la forma tridimensional de objetos para extraer la información deseada como por ejemplo la topografía de la superficie entre otros parámetros. Uno de los problemas que surgen es que los objetos no pueden ser manipulados con facilidad, es entonces cuando surge la necesidad de generar modelos digitalizados que contengan toda la información referente al objeto real. Un ejemplo de objetos que son difíciles de manipular es la huella digital que es empleada como una herramienta biométrica que permite la identificación de individuos a partir de la impresión dactilar formada por las crestas y valles localizadas en la superficie de nuestros dedos. En este trabajo se emplea el efecto Talbot para proyectar franjas sobre una muestra que contiene la impresión de la superficie de una huella digital ejemplar, se analiza el patrón de franjas deformadas y con ayuda de la técnica de recuperación de fase por transformada de Fourier se recupera el perfil tridimensional de la muestra. Esta técnica tiene la ventaja de ser una prueba óptica no destructiva, ya que únicamente se utiliza la proyección de la luz estructurada evitando así el contacto directo con la muestra.

9:00 - 9:15 **Semejanza Entre los Modelos de Z-scan para No Localidad y Absorción Multifotónica** *Ma-*

*ximino Luis Arroyo Carrasco** (*marroyo@fcfm.buap.mx*), *BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA*; *José Juan Méndez Rodríguez* (*tun00huang@gmail.com*), *BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA*; *Emma Vianey García Ramírez* (*evgarcia@fcfm.buap.mx*), *BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA*; *Marcela Maribel Méndez Otero* (*motero@fcfm.buap.mx*), *BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA*; *Marcelo David Iturbe Castillo* (*diturbe@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica*; *Expositor.

La técnica de Z-scan permite determinar de forma simple y eficiente los coeficientes de refracción y absorción no lineales, no sólo en el caso de medios locales y con una respuesta a tercer orden como originalmente se propuso, sino también en los casos de respuestas ópticas no locales o de más alto orden como los correspondientes a la absorción multifotónica. En éste trabajo se hace un análisis del modelo de z-scan que considera una respuesta óptica no local [1] y del modelo para absorción multifotónica presentado en la referencia [2], para mostrar la similitud de los resultados en las curvas de z-scan que se obtienen al considerar diferentes grados de no localidad y diferente orden de no linealidad. La semejanza de resultados se explica a partir del mayor confinamiento espacial de la respuesta multifotónica en el material no lineal. 1. J. Opt. 13(8), 085203(2011). 2. Opt. Comm. 277, 440(2007).

9:15 - 9:30 **Modulación de fase de cristal líquido nemático biaxial bajo la acción de un campo eléctrico** *Paola Castro Garay* (*paola@CIFUS.uson.mx*), *INTITUTO NACIONAL DE ASTROFISICA, OPTICA Y ELECTRONICA*; *Rodrigo Arturo Rosas Burgos* (*rodrigo.rosas@unison.mx*), *UNIVERSIDAD DE SONORA*; *José Ángel Valenzuela Barrón** (*a2172072@alumnos.unison.mx*), *UNIVERSIDAD DE SONORA*; *Expositor.

Los cristales líquidos han sido ampliamente utilizados en las pantallas de dispositivos ópticos tales como pantallas de celulares, calculadoras, computadoras, etc. Sin embargo, debido a la birrefringencia las pantallas de cristal líquido carecen de visibilidad cuando el ángulo de visión se encuentra a incidencia oblicua. Más aún, la calidad de las imágenes en movimiento se degrada debido a que dichos cristales responden lentamente en presencia de un campo eléctrico. En este trabajo se plantea el uso del compensador de Babinet-Saleil sobre una mezcla de cristal líquido expuesto a un campo eléctrico entre polarizadores cruzados. Estudiando con ello la respuesta óptica y la compensación de fase de polarización, causada por el cristal cuando es expuesto a un campo eléctrico a diferentes voltajes a una frecuencia no variable de 10kHz.

Moderador: Mauricio Ortiz Gutiérrez

10:00 - 10:30 **MICROMANIPULACIÓN DE PARTÍCULAS MIE POR IRRADIACIÓN LASER EN MICROESTRUCTURAS METÁLICAS** *Ibis*

Ricardez Vargas* (*ibis.ricardez@ujat.mx*), *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*; *Expositor.

Se pretende dilucidar la física de la dinámica de los procesos de captura y micromanipulación de partículas Mie por efectos de irradiación láser en microestructuras metálicas, un arreglo estándar de pinzas ópticas. Se aprecia que partículas dieléctricas son atraídas a la región local de microesferas metálicas cuando estas son fuertemente enfocadas con luz láser. Se discuten algunos fenómenos físicos involucrados como son los efectos hidrodinámicos debido a la absorción de luz por las partículas metálicas, los gradientes de flujo y de convección inducidos, así como los potenciales electroforéticos y termoforéticos latentes en el sistema, los cuales arrojan novedosos resultados.

10:30 - 10:45 **Desplazamiento de micropartículas dieléctricas tipo “Shell” mediante campos evanescentes** Luis Germán Morales Valenzuela* (*lmorales@cicese.edu.mx*), *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*; Víctor Ruiz Cortés (*vruizc@cicese.mx*), *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*; *Expositor.

El estudio y uso de la luz como fuente principal para la manipulación de partículas, es de gran interés en distintas áreas de investigación. El uso de la luz para manipulación de partículas de tamaño micrométrico mediante la presión de radiación, es una técnica bien conocida desde la publicación de Ashkin [1]. Una alternativa al asimiento convencional fue propuesta por Kawata y Sugiura [2]. Ellos observaron el movimiento de partículas desplazadas por medio de un campo evanescente. Esta técnica permite la manipulación óptica simultánea de un gran número de partículas en un área extendida. En este trabajo se mostrará un estudio experimental y numérico del guiado de

partículas tipo “shell” (partículas huecas) mediante una onda evanescente, generada por la reflexión total de un haz láser que incide en un prisma semicilíndrico a un ángulo de incidencia igual o mayor al crítico.

[1] Ashkin, A. (1970) *Phys Rev Lett*, 24(4) 156–159 [2] Kawata, S., & Sugiura, T. (1992) *Opt Lett* 17(11) 772

10:45 - 11:00 **Pinzas ópticas para el estudio mecánico de eritrocitos humanos** Héctor Alejandro Contreras Sánchez* (*hectoralexcs.bio@gmail.com*), *Universidad Autónoma de San Luis Potosí*; Beatriz Morales Cruzado (*bettiche_1102@yahoo.com.mx*), *Universidad Autónoma de San Luis Potosí*; Erick Sarmiento Gómez (*esargom@gmail.com*), *Universidad de Guanajuato*; Francisco Gerardo Pérez Gutiérrez (*fgperezg@gmail.com*), *Universidad Autónoma de San Luis Potosí*; *Expositor.

Se presenta un estudio a nivel celular de la respuesta mecánica que presentan los glóbulos rojos humanos al ser deformados de manera periódica. Se implementó un sistema de pinzas ópticas holográficas que facilita el estudio de células individuales. La técnica se fundamenta en la adhesión de dos partículas coloidales a la célula de estudio de tal manera que se encuentren diametralmente opuestas. Las partículas son atrapadas por dos pinzas ópticas generadas a partir de un solo haz de luz que pasa por un modulador espacial de luz y se convierte en dos trampas ópticas obedeciendo el diseño de un holograma. El objetivo de la deformación periódica es obtener el espectro viscoelástico de la célula e identificar si su respuesta ante la deformación es puramente elástica, solo viscosa o ambas. Los primeros resultados obtenidos sugieren que, dentro del intervalo de frecuencias accesibles experimentalmente, el eritrocito humano responde como un material elástico tipo Hooke.

M7 Ciencias de la Tierra
Explanada frente a Rectoría

M774 Estudio de la irradiancia solar con dos modelos de transferencia radiativa y su comparación con mediciones en la ciudad de Monterrey *Giovanni Gamaliel López Padilla* (giovannilopez9808@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Adriana Ipiña Hernandez (ipina@ifir-conictet.gov.ar), Instituto de Física Rosario; Benedetto Schiavo (schiavobenedetto@hotmail.it), Centro de Ciencias de la Atmósfera; Martin Freire (martinf2311@gmail.com), Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura; Rubén Darío Narciso Piacentini (rubenpiacentini@yahoo.com.ar), Universidad de París; *Expositor.*

Determinar la intensidad solar que llega a nivel del suelo nos permite identificar y cuantificar los componentes que afectan en su atenuación. Presentamos un análisis de la irradiancia solar global (VIS-NIR*) en el periodo 2015-2018 medida por el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental de Nuevo León, utilizada como referencia para la aproximación con los modelos TUV y SMARTS. Se seleccionaron mediciones bajo cielo despejado de la estación San Nicolás (25.75N, 100.26W, 512 m.s.n.m.) y se varió en los modelos la profundidad óptica de aerosol en 550nm entre 0.2-0.65, el albedo de dispersión simple entre 0.87-0.93 y el NO₂ superficial en el rango 0.1-1DU hasta lograr cercanía con la medición. Los resultados muestran que las diferencias relativas entre los valores obtenidos por ambos modelos son menores al 5% al mediodía solar. Se discute la variación de las diferencias relativas en función de las horas del día debido a la influencia principalmente de agentes antropogénicos.

**M7186 INTERCOMPARACION DE LA RADIA-
CION SOLAR EN TEMIXCO, MORELOS Y EN
AGUASCALIENTES** *Jesús Arturo Mota Ramírez* (jamr@azc.uam.mx), universidad autónoma metropolitana; Omar Arturo Mota Escalante (jamr@azc.uam.mx), universidad autónoma metropolitana; *Expositor.*

El conocimiento de la Radiación Solar en la superficie terrestre es fundamental para el desarrollo de muchos dispositivos solares y para poder estimar sus componentes. En este trabajo se intercompara la Radiación solar durante los meses de enero a abril en las ciudades de Temixco, Morelos y Aguascalientes con las modas de un método basado en el modelo Weibull. Para lo anterior se realizaron observaciones de Radiación Solar durante el periodo anterior en las dos ciudades. Estas observaciones se hicieron con un Piranometro debidamente calibrado. Los resultados se muestran en forma de tablas y gráficas para poder comparar las observaciones y las modas del modelo Weibull. De

la intercomparación de los promedios de las integrales horarias, resultó que Temixco, tiene más Radiación durante los meses de enero y febrero, y Aguascalientes tiene más Radiación en marzo y abril. Con respecto a la moda esta es más alta que las dos en enero y febrero y más baja que Aguascalientes en marzo y abril.

M7197 Análisis temporal del AOT derivado de satélite y PM10 medido en la ciudad de Monterrey *Constanza Zúñiga Villarreal* (constanzazu@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; Luis Mario Zepeda Guzmán (luis.zepedagu@uanl.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; Adriana Ipiña Hernandez (iphadra@gmail.com), Instituto de Física Rosario, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de Rosario; *Expositor.*

El estudio de las partículas en suspensión atmosférica aporta a la evaluación de la calidad del aire, el deterioro de ésta y la reducción de la visibilidad han sido un problema cada vez más acentuado en la zona metropolitana de Monterrey. Presentamos un análisis de mediciones de PM10 in situ y de AOT derivadas del instrumento satelital MODIS/Terra durante el periodo 2015-2018. Los promedios horarios de PM10 fueron adquiridos de la estación Noreste (25.75N, 100.26W, 512 m.s.n.m.) perteneciente al Sistema Integral de Monitoreo Ambiental de Nuevo León. Se aplicaron filtros para considerar solo aquellas mediciones en días de cielo despejado para facilitar su correlación con el AOT satelital. Los resultados muestran que los valores de AOT se encuentran en el intervalo [0.15, 0.6] similares a los determinados previamente con el modelo TUV a 550nm. Se discute la variación del PM10 promedio con relación al valor de AOT, así como la ubicación de sus posibles fuentes.

M7290 Actividad Geomagnética Reciente en México *Pedro Corona Romero* (piter.cr@gmail.com), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; Maria Sergeeva (maria.a.sergeeva@gmail.com), 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; Ernesto Aguilar Rodríguez (ernesto@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; Julio César Mejía Ambriz (jcmejia007@gmail.com), 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; José*

Juan González Avilés (*chinofismat@gmail.com*), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; *Expositor.

Es ampliamente aceptado que el campo geomagnético sufre alteraciones espontáneas, siendo las tormentas geomagnéticas las más sobresalientes. Las tormentas geomagnéticas ocurren cuando el campo magnético del medio interplanetario se reconecta con el campo geomagnético. Las tormentas geomagnéticas son de gran interés para el clima espacial, ya que están asociados a efectos nocivos en múltiples tecnologías imprescindibles para: nuestra sociedad. El impacto de las tormentas geomagnéticas se determina por medio de los índices de actividad geomagnética. En este trabajo se presentan algunos ejemplos de tormentas geomagnéticas intensas recientes, por medio de los índices regionales de actividad geomagnética ΔH_{mex} y K_{mex} . Índices que son calculados en colaboración del Laboratorio Nacional de Clima Espacial y el Servicio Magnético, ambos del Instituto de Geofísica de la UNAM.

M7350 **Modelo de Dispersión de ondas Rayleigh en la República Mexicana** Luis Martín Sandoval Magallanes* (*lsandovalm@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Chiapas; Héctor González Huizar (*hgonzalez@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior y The University of Texas at El Paso; Roberto Arceo Reyes (*roberto.arceo@unach.mx*), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

En el presente trabajo mostramos un análisis de curvas de dispersión de ondas sísmicas Rayleigh. Los sismogramas obtenidos para la creación del modelo corresponden a eventos transitorios, específicamente sismos de magnitudes superiores a 5 ocurridos en el país y sus litorales desde 2004 hasta 2018. En el modelo se utiliza una técnica en la que se considera la trayectoria de las ondas sísmicas desde su fuente, que es llamado evento, hasta la estación en donde son registradas. Las velocidades sísmicas promedio son entonces estimadas considerando las distancias calculadas con geometría esférica y los tiempos de viaje del grupo de onda. Estos grupos de onda corresponden a diferentes anchos de banda con periodos entre los 10 y los 100 segundos. Las estaciones sísmicas en las cuales se registraron los eventos se encuentran localizadas dentro y alrededor de la República Mexicana, en Centroamérica y en el sur de los Estados Unidos.

M7366 **Alternativas a la ecuación de Penman-Monteith para la evaluación de la evapotranspiración en regiones semiáridas cuando se posee poca información meteorológica** Jesús Marcel Alfaro Santos* (*marceldetodoslossantos@gmail.com*), Universidad de Sonora; César Omar Ramírez Álvarez (*cesaromarramirezalvarez@gmail.com*), Universidad de Sonora; Julio Cesar Cons Calderon (*jconscalderson@gmail.com*), Universidad de Sonora; Carlos Lizarraga Celaya (*clizarraga@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

La evapotranspiración de referencia (ET_o) es un parámetro muy importante en los estudios de balance hidrológicos. La estimación de ET_o, ayuda a mejorar la gestión del agua, aumentar la productividad y eficiencia en el uso de la misma. La ecuación de Penman Monteith para la estimación de ET_o, promovida por la FAO, goza de aceptación mundial como la ecuación más precisa, aunque el número de variables climáticas requeridas hace que su aplicación sea poco práctica bajo condiciones de escasez de datos. El objetivo de este trabajo fue evaluar alternativas a la ecuación de Penman Monteith cuando los datos climáticos son limitados. Se hizo un estudio comparativo de ecuaciones de ET_o alternativas que requieren pocas variables climáticas, utilizando datos de tres cultivos (Vid, Nopal Pecanero y Espárrago) ubicados en el noroeste de México. Se muestran las que mejor desempeño tuvieron en comparación con la ecuación original de Penman Monteith.

M7373 **Generador de energía eléctrica para la Luna usando su movimiento natural** Jorge Luis Briseño Gómez* (*jorgeluisbrisenio@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro Reyes Coronado (*coronado@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Ángel Pizaña López (*map@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

En este trabajo se presenta el cálculo de la fuerza electromotriz (fem) inducida sobre la superficie de la Luna, debida al campo magnético en su región circundante. El campo magnético producido por la Tierra se modela a partir de la Referencia Internacional de Campo Geomagnético (IGRF). Así mismo se calcula la corriente inducida sobre un alambre de cobre, enrollado sobre la superficie de la luna. Por medio de estos resultados se estima la cantidad de energía que se podría generar y almacenar de manera autosuficiente en la Luna. Adicionalmente al campo magnético que produce la Tierra, se calcula la contribución a la fem por parte de las tormentas solares, y se analiza la posibilidad de implementar superconductores de alta temperatura crítica debido a las condiciones térmicas en la Luna.

M7452 **Estudio y preservación de icnitas dinosaurias en San Martín Atexcal, Puebla** Juan José Zaldivar Vázquez* (*juanjo.25.ae@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Alvarez-Cruz Luz Itzel (*mispaginasazules@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ricardo Agustín Serrano (*ragustin@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Francisco Javier Jiménez Moreno (*pacosaurus1@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Gerardo Carbot Chanon (*gfcarbot@gmail.com*), Museo de Paleontología "Eliseo Palacios Aguilera"; *Expositor.

Las paleoicnitas atribuidas al superorden dinosauria (Owen 1842), se encuentran en una localidad fosilífera

propia del Cretácico Inferior perteneciente al municipio de San Martín Atexcal, Puebla. Se ubican en la ladera poniente de la barranca del cauce del río Magdalena a 0.5 km del poblado. La pared cubre un área de 14 m² y presenta una inclinación de 70° con respecto a la horizontal, para evitar su derrumbamiento se sostiene de dos contrafuertes de 30 cm de grosor. Debido a la erosión se desprendió la parte superior del muro, perdiéndose dos huellas que correspondían a contra-moldes naturales. Por lo que el objetivo del presente trabajo es reconstruir dichas huellas a través del escaneo y técnicas de impresión 3D para contribuir al conocimiento de la paleoicnología en México, inspirando el estudio y preservación de icnitas en otras localidades.

M7466 **Aplicación del Índice de Moratalla a Partir del Escaneo 3D de Paleoicnitas** *María Lyzeth López Toxqui** (dustprofecia@outlook.es), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Andrés Alfonso Saavedra Romero* (crestodrek@gmail.com), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Francisco Javier Jiménez Moreno* (pacosaurus1@gmail.com), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Ricardo Agustín Serrano* (ragustin@cfm.buap.mx), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Gerardo Carbot Channon* (gfcarbot@gmail.com), *Museo de Paleontología Eliseo Palacios Aguilera*; **Expositor.*

La paleoicnología es el estudio científico de los fósiles de actividad indirecta (producidos en vida por los organismos). En este trabajo se analizaron dinosauricnitas mediante la implementación de tecnología 3D, la cual es de carácter no destructivo. De acuerdo con la metodología de Thulborn, el largo de la icnita se obtuvo midiendo desde la punta del dedo medio (III) hacia la parte posterior del mismo, con el cual se puede estimar la altura del acetábulo para poder inferir la longitud total del organismo. La metodología propuesta por Moratalla permitió inferir la identidad del organismo generador correspondiente a Teropoda u Ornithopoda, permitiendo conocer las posibles interacciones del paleoecosistema. El presente trabajo tiene como objetivo contribuir al incipiente estudio, conocimiento y desarrollo de la paleoicnología en México.

M7490 **Propiedades físicas de un tabique producido con materiales arcillosos endémicos del estado de Sonora** *Iván Eduardo Jiménez Martínez** (jimenezivan20@gmail.com), *UNIVERSIDAD DE SONORA*; *Jesús Daniel Minjares Borbón* (danielminjares11@hotmail.com), *UNIVERSIDAD DE SONORA*; *Gustavo Isaías Salazar Serrano* (hscostruccionmateriales@gmail.com), *UNIVERSIDAD DE SONORA*; *Marco Antonio Vizcarra Pacheco* (marco.vizcarra74@gmail.com), *UNIVERSIDAD DE SONORA*; *Kassim José Mendoza Peña* (maestro.kassim.mendoza@gmail.com), *Asociación de Ciencias y*

Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A. C.; **Expositor.*

En México existe una gran problemática en cuanto a los costos de las viviendas, sobre todo de la población más vulnerable. A pesar de tener buenas propiedades mecánicas y térmicas, el uso del adobe es rechazado debido a que las personas lo relacionan con pobreza, sin embargo, su uso puede ser una gran alternativa para disminuir el costo de las viviendas.

Para ofrecer una solución a la problemática descrita, en el caso especial de estado de sonora, cuyas temperaturas ascienden hasta 50°C durante el verano, se elaboró un tabique utilizando materiales arcillosos endémicos de este estado.

El tabique fue caracterizado mecánica y térmicamente, determinando en el primer caso el módulo de Young con el fin de verificar que este cumpliera con la Norma Mexicana sobre mampostería avalada por el "ONNCCE" y en el segundo caso determinando la conductividad térmica del material con el fin de verificar la viabilidad de su utilización en estos climas extremos.

M7526 **Inteligencia Artificial y Técnica PIXE para determinar Posibles Enfermedades en la Población, por Inhalación de las PM2.5** *Raul Venancio Diaz Godoy** (raul.diaz@inin.gob.mx), *Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares*; *José López Monroy* (jose.lopezm@inin.gob.mx), *Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares*; *Jaime Moreno Alcántara* (jaime.moreno@inin.gob.mx), *Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares*; *María Teresa Nuñez Cardona* (isabelnunez08@gmail.com), *Universidad Autónoma Metropolitana*; *María Judith Castellanos Moguel* (mjcastellanos@gmail.com), *Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco*; *Martha Patricia Sierra Varga* (mpsierra@iner.gob.mx), *Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*; **Expositor.*

En la Inteligencia Artificial los Sistemas Expertos (SE) se destacan en gran número de aplicaciones en la solución de problemas, rapidez, calidad y confiabilidad, lo que hace del SE herramienta importante para la toma de decisiones en el área de administración del riesgo. Se presenta SE que utiliza base de conocimientos formada por reglas de producción y máquina de inferencia que utiliza técnica de encadenamiento. 243 reglas para diagnóstico de las posibles enfermedades que pueden causar los elementos químicos de las PM2.5; 237 reglas, hacen las operaciones lógicas en el sistema. Se obtuvieron 30 muestras, se caracterizaron utilizando PIXE (Emisión de rayos X inducida por partículas) obteniendo 12 elementos: S-Cl-K-Ca-Ti-V-Mn-Fe-Ni-Cu-Zn y Pb. Se determinó su dosis de exposición para las personas de 2-6 y de 6-12 años y adultos. A partir de ésta dosis y de referencia, se calculó el riesgo a la salud de estos grupos. Con lo que adultos no tienen posibilidad de padecer alguna enfermedad

M7627 **Pastos de corte: fuentes alternas para la producción de bioenergía.** *Angélica Evelin Delgadillo López** (adelgadillo@upmh.edu.mx), *Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo*; *Elizabeth González Escamilla* (egonzalez@upmh.edu.mx), *Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo*; *Andrés Salazar Texco* (asalazar@upmh.edu.mx), *Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo*; *Rogelio Pérez Cadena* (roperez@upmh.edu.mx), *Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo*; *Hugo Hernández Contreras* (hhernandezc@ipn.mx), *Instituto Politécnico Nacional*; *Gerardo Silverio Contreras Puente* (gscp1953@yahoo.com), *Instituto Politécnico Nacional*; *Expositor.

Debido al inminente crecimiento de los precios, demanda y agotamiento de los combustibles fósiles, es necesario ampliar los recursos destinados al suministro energético, lo que ha llevado a considerar a las energías renovables como un eje para el desarrollo económico de las entidades y la preservación del ambiente. En este contexto, la producción de bioenergéticos, es una alternativa.

Los pastos gigantes de corte representan insumos potenciales para la producción de bioetanol, debido a sus altos contenidos de celulosa. Para su conversión, se eliminó la lignina con NaOH al 2%, a 120°C. La obtención de azúcares fermentables se realizó por hidrólisis ácida, para su posterior fermentación con *Saccharomyces cerevisiae*.

El bioenergético obtenido se sometió a un proceso de destilación, rectificación y adsorción de humedad mediante tamices moleculares. El rendimiento máximo fue de 68%, con relación a la celulosa contenida en el pasto.

M7643 **Identificación por EDS y DRX de materiales rocosos asociados a campos geotérmicos de alta entalpía** *Rebeca Franco Reyes** (rebeca.franco@alumno.buap.mx), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Ignacio Muñoz Máximo* (ignacio.munozmax@correo.buap.mx), *Dirección de Innovación y Transferencia de Conocimiento, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Martín Rodolfo Palomino Merino* (palomino@fcfm.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*; *Expositor.

En México, los campos geotérmicos de alta entalpía comparten características geológicas asociadas con la evolución de las distintas zonas de alteración, familias de aguas, rocas encajonantes y minerales, por tal es importante identificar aquellos materiales rocosos y grupos minerales que sirvan como identificadores de potenciales campos geotérmicos de alta entalpía. En esta investigación se llevó a cabo una caracterización de 25 especímenes de rocas y minerales, colectados en la región del campo geotérmico los Humeros, mediante la técnica de espectroscopia de rayos X por dispersión en energía (EDS) y la técnica de polvos de rayos X (DRX). La composición química ele-

mental detectada por EDS, presenta la identificación de los elementos: S, O, Si, Fe, Al, principalmente. Mientras que los resultados obtenidos por DRX permiten identificar los minerales: azufre, cuarzo, plagioclasas Na, feldespatos K, algunas fases de vidrios (asociadas con rocas ignimbritas) y arcillas (esmectita-ilmenita).

M7645 **Evaluación multicriterio para la identificación de materiales pétreos asociados a campos geotérmicos de baja y media entalpía** *Rebeca Franco Reyes** (rebeca.franco@alumno.buap.mx), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Ignacio Muñoz Máximo* (ignacio.munozmax@correo.buap.mx), *Dirección de Innovación y Transferencia de Conocimiento, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Martín Rodolfo Palomino Merino* (palomino@fcfm.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*; *Expositor.

La principal fuente de interés económico en México para la producción de energías limpias recae en los campos geotérmicos de alta entalpía, poca investigación se ha enfocado en el potencial de la producción de energía geotérmica de baja y media entalpía. En esta investigación con el uso de imágenes satelitales LANDSAT 8 se ha realizado una identificación de sitios potenciales de energía geotérmica de baja y media entalpía en la región de Huehuetlán el Grande, mediante la aplicación de técnicas de percepción remota. A partir del uso combinado del método multicriterio con técnicas de análisis multivariante soportadas en la aplicación Q-GIS (Sistema de Información Geográfica) se ha generado una zonificación de la región de interés, que permite identificar la aptitud del territorio y su potencial geotérmico, mediante la combinación de distintas capas temáticas (e.g., uso del suelo, vegetación, suelos, pozos, ríos, etc.) cruzadas con la información espectral de las imágenes LANDSAT 8.

M7903 **Caracterización fisicoquímica de material fósil pleistocénico (*Bison antiquus*) y moderno, holocénico (*Bison bison*); de la región Valsequillo, Puebla.** *Alvarez Cruz Luz Itzel** (mispaginasazules@gmail.com), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Juan José Zaldívar Vázquez* (juanjo.25.ae@gmail.com), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Francisco Javier Jiménez Moreno* (pacosaurus1@gmail.com), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Martín Rodolfo Palomino Merino* (palomino@fcfm.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*; *Expositor.

El Pleistoceno se divide en dos edades de mamíferos o NALMAS, Irvingtoniano y Rancholabreano; este último abarcó de 400-11.5 ka; se caracterizó por la presencia del género fósil-índice Bison en Norteamérica. En México se han registrado restos de bisontes fósiles en diferentes estados, entre ellos Puebla, concretamente en la región Valsequillo. En el presente trabajo se muestran los resultados de la comparación de composición química, estructura ósea, fases cristalinas y propiedades ópticas de los materiales que componen a las muestras de Bison antiquus y Bison bison. Dichos resultados se obtuvieron mediante las técnicas: DRX, microscopía electrónica de barrido, EDS, fotoluminiscencia y UV-Vis. El objetivo del presente estudio es contribuir al conocimiento y comprensión de una muestra fósil y moderna, para así advertir si la fosilización modifica la estructura y composición de la muestra fósil.

M7989 **Monitoreo de la actividad solar en ondas de radio** Alejandra Rojas Duque* (*alee.rojas@live.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; María Isabel Pérez Martínez (*ip.1307@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En este trabajo se presentan las observaciones obtenidas a partir del monitoreo solar, a una frecuencia de 20.1 MHz que se ha estado realizando mediante un proyecto llamado Radio Jove de la NASA. Este proyecto es una colaboración en conjunto con CeCyT 18 y la Universidad Autónoma de Zacatecas, en CeCyT 18 contamos con las antenas instaladas las cuales nos permiten registrar las observaciones. Como se sabe, el Sol tiene un ciclo solar de 11 años, actualmente el Sol se encuentra en un mínimo de actividad, sin embargo, esto no quiere decir que no presente fenómenos como manchas y tormentas solares. Así, el pasado 5 y 6 de mayo se registró una tormenta solar la cual se comparó con un observatorio de Estados Unidos llamado Muskegon Community, corroborando así nuestras observaciones. Debido a que el Sol es la principal fuente de energía para la Tierra es de suma importancia monitorear de forma continua sus ciclos de actividad solar.

M71061 **Determinación de los tiempos de exposición solar para el tratamiento de Psoriasis en la ciudad de Monterrey** Giovanni Gamaliel López Padilla* (*giovannilopez9808@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Adriana Ipiña Hernández (*ipina@ifir-conictet.gov.ar*), Instituto de Física Rosario; Rubén Darío Narciso Piacentini (*ruben.piacentini@gmail.com*), Instituto de Física Rosario; *Expositor.

Los tratamientos de Psoriasis emplean radiación UV artificial sin embargo, éstos no siempre son accesibles. La exposición solar es una alternativa, pero el desconocimiento de la misma desalienta su uso. Por ello diseñamos una herramienta para calcular los tiempos de exposición al Sol en la ciudad de Monterrey, que acumulan de 1 a 3 J/cm² de dosis UVA aplicada a pacientes con Psoriasis. Este programa utiliza el modelo TUV y mediciones de irradiancia solar global (periodo 2016-2018) del Sistema Integral de

Monitoreo Ambiental de Nuevo León. Se calculó la irradiancia solar UVA para cielo despejado ingresando los parámetros geográficos y atmosféricos correspondientes. Los resultados muestran que al mediodía las dosis se alcanzan entre 10-35min a lo largo del año. La intensidad solar UV en la región es suficiente para lograr en un corto tiempo las dosis recomendadas en fototerapia. Este sistema, con asesoría dermatológica, permite llevar a cabo tratamientos económicos y de fácil acceso.

M71088 **Modelo molecular de la interacción de Chabasita modificada con lantano y su interacción con iones pesados.** Pablo Guillermo Nieto Delgado* (*guillermo.nieto@uaslp.mx*), Departamento Físico Matemáticas 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; Jose Elpidio Morales Sanchez (*elpidio@uaslp.mx*), Departamento Físico Matemáticas Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Maria Irene Liliana Gallegos García (*liliana.garcia@uaslp.mx*), Departamento Físico Matemáticas Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

La literatura experimental ha reportado que adsorbentes catiónicos como las zeolitas podrían ser usados en la remoción de aniones en efluentes contaminados, modificando la superficie de la zeolita (chabasita) con algún agente químico (lantano) que le permita incrementar la adsorción de iones contaminantes, como pudiera ser el Cromo. Mediante la metodología de teoría fundamental de la densidad proponemos un modelo molecular de la superficie de la chabasita, modificando la superficie de esta con átomos de Lantano; a su vez hacemos interaccionar varios iones pesados (Cromo, por ejemplo) con el fin de cuantificar las diferencias estructurales, de densidad de carga y polarización.

M71120 **Construcción y caracterización de un instrumento portátil para el estudio de la actividad microbiana en muestras de diferentes suelos.** Ana Karla Cruz Barrera* (*a_karla12@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; Eduardo Ruíz Sandoval (*lalor@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; Fernando Angeles Uribe (*angel@astro.unam.mx*), Instituto de Astrofísica; Valente Vázquez Velázquez (*valente@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; *Expositor.

Se construyó un dispositivo basado en arduino capaz de medir el CO₂ producto de la descomposición de la materia orgánica en el suelo, además de determinar si el dispositivo es una posible alternativa y/o complemento para estudiar los procesos de respiración microbiana. Se discutieron las ventajas y desventajas que tiene esta implementación, su influencia para comprender mejor los procesos dinámicos del suelo y su interpretación el estudio de Ciencias de la Tierra. 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.

M71121 Propuesta de Estación Meteorológica para radiosondeos ensamblada a un Dron. *Diana Laura Díaz García** (diana.diaz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; *Manuel Castro Zavala* (manuelczavalza@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; *Salvador Reynoso Cruces* (salvadoreynoso17@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; *Fernando Angeles Uribe* (angel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; *Valente Vázquez Velázquez* (valente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; *Expositor.

Se propone un método de mejora para el radiosondeo convencional, reduciendo costos, usando componentes comerciales y microcontroladores arduino, además de la implementación de un Dron para la recuperación de la estación meteorológica. Se espera que este instrumento pueda llevarse a cabo, con el fin de probar su eficacia y viabilidad. El encontrar métodos económicos y viables pueden mejorar sin duda los modelos de pronóstico del tiempo y calidad del aire. Agradecemos al Dpto. de Física y al Taller de Control y Electrónica de la Fac. de Ciencias, U.N.A.M., el apoyo facilitado para la realización y exposición del presente trabajo.

M71122 Implementación de una microestación ambiental para realizar monitoreos en campo. *Esmeralda Amaya Cruz* (esmeraldaamaya@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; *Belén Zacarías Galindo* (belenzacarias@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; *Brenda Porcayo Alcalá* (brenda_porcayo@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; *Fernando Angeles Uribe* (angel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; *Valente Vázquez Velázquez** (valente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; *Expositor.

Se describe el diseño, construcción y caracterización de una microestación ambiental utilizando diversos sensores y microcontroladores de bajo costo. Este dispositivo monitorea zonas puntuales, obteniendo una visión más clara de su ambiente local, puesto que se obtiene un muestreo más preciso. La implementación de estas microestaciones son una excelente alternativa para su uso en campo gracias a su autonomía, ayudando así al estudio del ambiente. Agradecemos al Dpto. de Física y al Taller de Control y Electrónica de la Fac. de Ciencias, U.N.A.M., el apoyo facilitado para la realización y exposición del presente trabajo.

M71141 VARIACIONES DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD EN EVENTOS DE HELADAS SEVERAS EN UNA ZONA DEL MUNICIPIO DE VILLA MADERO MICHOACÁN *Gabriel Arroyo Correa* (garroyo@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Carlos Heriberto Mendoza Pérez* (carloschmp@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *José Vega Cabre-*

*ra** (joveca33@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En regiones agrícolas, sobre todo de cultivos de alto valor agregado, es importante conocer las variaciones de variables climatológicas, en particular en épocas de cambios severos que pueden afectar considerablemente la productividad de los agricultores. En este trabajo se presentan un análisis de las variaciones de la temperatura y la humedad en una zona del municipio de Villa Madero, Michoacán. El periodo abarca las mediciones hechas con un datalogger de noviembre de 2018 a enero de 2019, en donde se presentaron heladas severas en esta región. Adicionalmente a los métodos que hemos utilizado en trabajos anteriores (espectros de Fourier, mapas de retorno y correlaciones), se aplica el método de descomposición empírica de modos (EMD, por sus siglas en inglés). Los resultados muestran que existen características específicas asociadas a los eventos de las heladas. En específico, la aplicación del método EMD, por su naturaleza, permite identificar señales propias de las heladas.

M71149 Transferencia de energía como fenómeno cuántico *Sylvana Castro Lohr** (castrosylvana@gmail.com), Centro de Estudios Bchillerato Sonora S.C.; *Abraham Ramses Velazquez Kraff* (profesor.kraff@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.

El calor como forma de energía puede ser transferida de un lugar a otro y esta transferencia puede hacerse de tres formas: conducción, convección y radiación. Independientemente del sistema que nos ocupe, la transferencia de calor neta solo se produce entre un elemento y otro cuando existe diferencia de temperatura (en equilibrio térmico) ninguna energía calórica neta pasa del uno al otro. Aunque la conducción del calor en los materiales se puede explicar parcialmente por vibraciones atómicas, la tasa de transporte de calor también depende de la naturaleza del material. En el siguiente trabajo explicaremos desde cómo se origina hasta cuales son las consecuencias de este tipo de transferencia.

M71263 Caracterización de parámetros ópticos no lineales en medios delgados, no lineales. *Doralycia Carranza Zúñiga** (doralycia.carranza@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila; *Beatriz Adriana Martínez Irvias* (beatrizirivas@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila; *Raúl Ochoa Valiente* (raul.ochoa.valiente@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila; *Expositor.

El estudio de la interacción entre la radiación electromagnética y la materia, sobre todo, usando láseres como fuente de luz, sigue siendo un campo de investigación muy importante tanto a nivel científico como tecnológico. Los nuevos desarrollos en el área de fotónica se basan en el entendimiento y manejo de las propiedades de la luz, a través de cambios inducidos en diferentes materiales, por la propia luz. Entre los materiales que llaman la atención se encuentran los materiales ópticos no lineales, que de acuerdo a sus

propiedades pueden tener aplicaciones que contempla las áreas de sensores ópticos, computación cuántica, biofísica, entre otros. En este trabajo se estudia la respuesta óptica no lineal a tercer orden presente en materiales delgados no lineales, no locales de manera experimental usando la técnica de Z-scan, obteniendo parámetros como n_2 y β . Los resultados obtenidos se comparan con el modelo fenomenológico para describir curvas de Z-scan y calcular los parámetros.

M71308 **Relación entre ICMEs y CMEs en el periodo de 2008 a 2012** *Luis Roberto Zaragoza Gonzalez** (*rea_zaglz@hotmail.com*), *Escuela Superior de Física y Matemáticas - Instituto Politécnico Nacional*; *Mary Carmen Pérez Morales* (*quimperez.mo@gmail.com*), *Escuela Superior de Física y Matemáticas - Instituto Politécnico Nacional*; *Guadalupe Muñoz Martínez* (*gumunozm@ipn.mx*), *Escuela Superior de Física y Matemáticas - Instituto Politécnico Nacional*; **Expositor*.

El Viento Solar permea completamente el Medio Interplanetario y define los límites de nuestro sistema solar presentando fluctuaciones continuamente; de manera general, pueden tratarse de variaciones transitorias en sus principales parámetros físicos. Entre las variaciones transitorias del viento solar, se encuentran las Eyecciones Coronales de Masa (Coronal Mass Ejections, CMEs) que son eventos eruptivos durante los cuales, grandes cantidades de material son lanzadas hacia el medio interplanetario a velocidades supersónicas. Calculamos parámetros dinámicos para CMEs de eventos publicados en el Catálogo de CMEs de SOHO/LASCO y las Eyecciones Coronales de Masa Interplanetarias (ICMEs) reportadas en el Catálogo HELCATS, para los años de 2008 a 2012. Analizamos posibles correlaciones entre ambos grupos para establecer perfiles que correspondan no únicamente a CMEs individuales, sino a grupos que pueden presentar un perfil de CMEs combinadas.

M71417 **Factores meteorológicos y de composición atmosférica en la Ciudad de México** *Rafael Silva Quiroz** (*sgrf@icloud.com*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Ana Leonor Rivera López* (*ana.rivera@nucleares.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Paulina Ordoñez-Pérez* (*p.ordonez.perez@gmail.com*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Alejandro Frank* (*frank@nucleares.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Carlos Gay* (*cgay@unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor*.

La contaminación atmosférica es de carácter multifactorial; se ve influida por las emisiones de los automóviles en circulación, la eficiencia del combustible, los desechos industriales, así como a las condiciones orográficas y meteorológicas que determinan la circulación del aire. Aquí se muestra que en la temporada de clima seco (de marzo a mayo) en la Ciudad de México (CDMX), con frecuencia se produce el rompimiento de la onda de Rossby en las

latitudes tropicales. Lo anterior, sumado a las condiciones orográficas de la CDMX, genera una inversión térmica de subsidencia y por tanto un bloqueo atmosférico. Esto se ve reflejado en una atmósfera estable: la magnitud de la velocidad del viento superficial es casi nula, baja humedad relativa y pequeñas fluctuaciones de temperatura. Estas condiciones meteorológicas aunado a que el aire de la CDMX contiene grandes cantidades de precursores del ozono, eleva los niveles de Ozono a los establecidos para declarar una contingencia ambiental.

M71423 **Un observatorio de actividad solar y climatológico** *Alejandra Rojas Duque* (*alee.rojas@live.com*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; *Claudia Rafela Escobedo Galván** (*rafelaescobedo1@gmail.com*), *Centro de Estudios Científicas y Tecnológicas número 18, Zacatecas*; *María Isabel Pérez Martínez* (*ip.1307@gmail.com*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; **Expositor*.

El Sol al ser considerada una estrella joven, presenta ciclos de actividad fuertemente ligados a su campo magnético y su periodo de rotación. Así, estos ciclos de actividad han sido objeto de estudio por varios años, de manera que se conoce el ciclo de actividad de once años, en el cual, el Sol exhibe manchas solares en su superficie, que a su vez dan lugar a tormentas solares en las que se expulsa materia al espacio. Por otro lado, este ciclo de actividad tiene un impacto sobre la Tierra, como es el caso del mínimo de actividad de Maunder y su relación con la pequeña era de hielo. En este trabajo se presentan los avances del Observatorio de actividad solar, que consiste en el monitoreo continuo del Sol en diferentes rangos del espectro, por el momento, contamos con una antena de radio tipo dipolo, y una estación meteorológica. Sin embargo, se contempla monitorear al Sol a través de un detector de rayos cósmicos, así como a través de un telescopio solar.

M71652 **MAS ALLA DE LA HIPOTESIS DE GAIA. ENTROPÍA Y PRODUCCIÓN DE MÁXIMA ENTROPÍA EN EL SISTEMA TIERRA.** *Armando Cuauhtemoc Perez Guerrero Noyola** (*acpgn@yahoo.com*), *Universidad Autónoma Metropolitana Izta-palapa*; **Expositor*.

¿Hay algún principio físico que describa cómo la vida (biota) afecta el funcionamiento del sistema Tierra (ST)? La hipótesis de Gaia (HG) aborda esta pregunta al proponer que las condiciones casi homeostáticas en la Tierra se han mantenido "por y para la biosfera" en un estado de casi equilibrio. El papel de la biota en el ST puede introducirse desde un punto de vista de la termodinámica fuera de equilibrio, enfatizando la producción de máxima entropía (PME). En este trabajo, se analizan ideas que argumentan que la biota introduce grados adicionales de libertad a los procesos del sistema terrestre motivando que evolucione a diferentes estados de PME. Los efectos demuestran al considerar ciclos biogeoquímicos extremos vgr., un "Mundo Desierto", un "Planeta Verde" ó un modelo simple de ciclo de carbono y clima acoplados, que modifican el albe-

do y conducen a diferentes PME. Se discute los resultados en el contexto de la HG e ideas de Prigogine a la luz reciente sobre Cambio Climático.

M71733 Descripción del oleaje en una playa somera mediante el uso de un sensor de presión de profundidad. *Edgard Esquer Miranda** (*edgard.esquer@gmail.com*), Universidad Estatal de Sonora; *Daniel García Bedoya* (*dgbedoya@gmail.com*), Universidad Estatal de Sonora; *Luis Patricio Ramírez Rodríguez* (*patricio.ramirez@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; *Temístocles Mendivil Reynoso* (*temistocles.mendivil@unison.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; *Roberto Pedro Duarte Zamorano* (*roberto.duarte@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; *Expositor.

En este trabajo se utilizan sensores de presión para registrar el oleaje somero y así tener datos precisos de cómo se comporta la masa de agua oceánica. Se usaron sensores "HOBO" de 30m anclados a una plancha de cemento, para asegurar el punto por donde pasará la masa de agua que compone a la Ola (H). Cabe aclarar que los datos que provee el sensor ayudan a saber cual es la profundidad media del mar en ese punto para así calcular la altura (H), de forma que $H = P_{max} - P_{avg}$. El sensor se programó para medir cada segundo teniendo así los siguientes valores promedio: L 4.4m; T 9.56s; H 0.22m; H/L 20m; A 7.5m; V 0.46m/s. También se calcularon los siguientes valores: Índice de refracción 0.9998, ángulo de refracción de las olas en zona profunda 33°, Angulo de refracción de las olas en la zona de la rompiente 32.9°, Celeridad de las olas en aguas profunda 2m/s; Celeridad de la ola a la profundidad de la rompiente 0.003 m/s; Profundidad de la rompiente 1m, presión debida al oleaje 0.02788 T/m².

M7 Enseñanza

Explanada frente a Rectoría

M724 Enseñar a razonar: objetivo general de la Educación Héctor Gerardo Riveros Rotgé* (*riveros@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El objetivo general de la Educación es enseñar a razonar, y la Física es la materia que permite cumplir este objetivo mejor. El problema radica en que no hay manera de obligar a razonar, podemos inducir el razonamiento exponiendo situaciones que lo fomenten, pero nadie aprende a razonar viendo como el profesor razona. Conforme avanza la investigación en Enseñanza de la Física, se diseñan cursos para profesores incorporando los descubrimientos recientes. Las enseñanzas de Competencias, la Clase Inversa y Just in Time Teaching, intentan hacer razonar al estudiante mediante la aplicación de sus conocimientos. Pero todos los nuevos métodos quedan englobados en enseñar a razonar, con la ventaja de que tenemos solo dos tipos de razonamiento: inductivo y deductivo. Dado un

tema del curso, el profesor decide si lo induce o lo deduce; tomando en cuenta lo que sabe de sus estudiantes. Experimentos favorecen la deducción y las demostraciones la inducción.

M726 Taller: La computadora en el laboratorio Héctor Gerardo Riveros Rotgé* (*riveros@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La computadora se usa para buscar información y como procesador de palabras, pero también se puede usar para resolver ecuaciones, simular experimentos y como instrumento de laboratorio. Estudiantes y profesores requieren información sobre cómo utilizar en sus actividades, este instrumento tan versátil. Para buscar información han aprendido a utilizar los diferentes exploradores de internet. Para escribir reportes usan las varias versiones de procesadores, como Word. Para bases de datos suelen conocer Excel, ajustar datos a modelos teóricos y para elaborar las gráficas necesarias. Computadoras con Tracker y Audacity, gratis en internet. Para aprender a manejar un instrumento, se requiere haber leído su manual y utilizarlo en algún experimento o actividad, tales como:

- 1.- Dibujar las líneas de fuerza de un imán en el campo magnético terrestre, en la aproximación de dipolo puntual. El experimento requiere un imán, una brújula y papel. Calcular las líneas de fuerza, con dipolo puntual
- 2.- Medir el coeficiente de fricción de un proyectil liviano viajando en el aire. Una cámara de video y el programa Tracker sustituyen el uso de un estroboscopio para determinar la posición del proyectil. El experimento requiere una botella de refresco desechable, 30 cm de tubo de PVC de media pulgada, un acetato enrollado como proyectil y Cinta engomada para sellarlo. Ver video : <https://www.youtube.com/watch?v=wxmDhRqdOoY>
- 3.- Entonar 8 copas de vidrio, para construir un instrumento musical. La frecuencia de resonancia de una copa se puede cambiar, agregándole agua. Con el analizador de sonidos Audacity se puede medir esta frecuencia. Ver video : <https://www.youtube.com/watch?v=Fq6Oy6D2XS0>
- 4.- Medir el tiempo de vuelo de los rebotes de una pelota. Grabando el sonido producido rebotando sobre madera, con el programa Audacity: se puede medir el tiempo de vuelo con precisión de diezmilésima o millonésima de segundo. Este taller ha sido impartido 2 veces y se grabó en <https://www.youtube.com/watch?v=GzEtLWIE2Jc>

M7145 Resolviendo numéricamente ecuaciones tipo Schrödinger: del pozo cuadrado infinito a las estrellas de bosones Argelia Bernal Bautista (*bernal.a@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Pablo Reyes Hernández* (*reyeshp2015@licifug.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Los métodos numéricos son herramientas de gran utilidad en física ya que permiten resolver sistemas de ecuaciones diferenciales que modelan sistemas físicos relevantes en distintas áreas de la física como cosmología, gravita-

ción mecánica cuántica, etc. Dichos sistemas de ecuaciones pueden carecer de solución analítica, de ahí la importancia de estos métodos.

En este proyecto se explicará y se hará uso del "Método de Disparo" con el fin de resolver sistemas de ecuaciones diferenciales que poseen eigenvalores, los cuales aparecen en cursos típicos de Mecánica Cuántica para licenciatura. Para problemas con soluciones analíticas compararemos estas soluciones con las obtenidas numéricamente. Pero además se empleará este método para resolver el sistema de ecuaciones Schrödinger-Poisson, que modela estrellas de bosones y el cual no posee soluciones analíticas. Estas son de gran interés en astrofísica ya que se han propuesto como modelos de estructuras formadas por materia oscura.

M7193 **Pozo infinito de potencial con un campo eléctrico uniforme** *Pedro Gilberto Alvarado Leyva (pgaluaslp@gmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Natividad Del Carmen Debo Sandoval* (naty_debo@hotmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*

Presentamos resultados de un estudio teórico del efecto de un campo eléctrico perpendicular a las caras de pozo infinito de potencial, sobre las funciones de onda y los niveles energéticos del electrón. El estudio es hecho reduciendo la ecuación de Schrödinger a una ecuación del tipo de Airy.

M7211 **"Estudio de las ecuaciones de movimiento de las bombas V2"** *Hancel De Jesús Borrego Cortez* (hancelborrego3@gmail.com), Ideas; Abraham Ramsés Velázquez Kraff (profesor.kraff@gmail.com), sociedad sonorensis de física; *Expositor.*

En este trabajo se analizarán los diferentes casos de las trayectorias de un cohete pensando específicamente en dos etapas. La primera etapa se tratará el caso del ascenso vertical hasta una altura h y de ahí realizará el movimiento en un plano hasta lograr alcanzar su objetivo específico. Se quiere entender y reproducir las posibles trayectorias de las famosas bombas V2 que fueron los primeros cohetes en la historia, fueron usados durante la segunda guerra mundial. También se requiere solucionar el problema en dos casos, el caso ideal y el caso real; el caso ideal se prescinde de las fuerzas de rozamiento con el aire y se considera la masa constante; para el caso real se hacen las consideraciones de las fuerzas de arrastre proporcional a la velocidad y a la fuerza gravitacional constante, además se toma a la masa del cohete como una función del tiempo. Se obtendrán las curvas de velocidad y de posición para cada caso y cada etapa y se compararán ambas mediante los sistemas de masa variable.

M7247 **Los interferómetros de Albert. A. Michelson** *Efren Santamaría Juárez* (efren.san@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; María Elizabeth Percino Zacarías (epercino@inaoep.*

*mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Pedro Tecuatl Tecuatl (ptecuatl@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Guadalupe Flores Serrano (flores@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Fermín Salomón Granados Agustín (fermin@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Alejandro Cornejo Rodríguez (acornejo@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

A fines del siglo XIX y principios del XX, Albert A. Michelson desarrolló dos interferómetros: El primero, para medir la velocidad de la luz, clasificado como un interferómetro de división de la amplitud de la radiación, y de trayectorias diferentes. El otro, conocido como el interferómetro estelar, que por medio de cuatro espejos separados hacían coincidir la luz en un plano, donde a partir del interferograma observado midió diámetros de estrella. Se describirán con detalle sus estructuras y componentes experimentales, y como éstas fueron modificadas para ser aplicadas para encontrar las ondas gravitacionales con el instrumento LIGO, y los hoyos negros con ondas en radiofrecuencias; pasando de arreglos con distancias en cm o m, a km o intercontinentales, requiriendo para ello de las avanzadas tecnologías de los años recientes..

M7251 **Diseño y construcción de placa de prácticas de laboratorio de Máquinas Digitales con Arduino UNO** *José Luis Del Río Valdés* (jluisdru@unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Fernando Angeles Uribe (fernando.angeles@gmail.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Donajé Xochitl Cruz López (xochitl.cruz@gmail.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; *Expositor.*

Se diseñó una placa de desarrollo para la placa Arduino UNO, con el fin de que los alumnos aprendan a utilizar y a programar el microcontrolador ATmega 328, en esta placa se conecta de forma sencilla el arduino uno, y posee todos los componentes necesarios para la realización de las prácticas de la materia de Máquinas Digitales de la Facultad de Ciencias de la UNAM, tales componentes son botones, leds, displays de 7 segmentos, display LCD, motores, bluetooth, sensores reflexivos, sensor ultrasónico, además de permitir su uso sin complicaciones para los alumnos, esta placa sirve para verificar el correcto funcionamiento de los componentes que usan los alumnos en el desarrollo de sus robots móviles. Se agradece a la Facultad de Ciencias el apoyo brindado para el desarrollo de este proyecto

M7253 **Diseño y construcción de prototipo para la enseñanza de control PID mediante Arduino** *José Luis Del Río Valdés (jluisdru@unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Carlos Velázquez Díaz* (jcvd13@ciencias.unam.mx), Departamento de Física,*

Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Ianka Ivonne Castillo Gutierrez (*ianka.ivonne@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se diseñó y construyó un dispositivo para la enseñanza del control PID, se trata de una balancin controlado por un microcontrolador Atmega, en una placa de desarrollo Arduino UNO, la cual mantiene en equilibrio y en la posición deseada a una pequeña esfera, mediante potenciómetros es posible cambiar los tres parámetros de control (Proporcional, Integral y Derivativo) para observar los efectos en el dispositivo, es muy ilustrativo y sirve para aterrizar los conceptos teóricos de control que se ven en el curso de Robótica y Control en la Facultad de Ciencias de la UNAM, a la que extendemos un agradecimiento por las facilidades para la realización de este proyecto

M7255 REVISION CRÍTICA DEL PRINCIPIO DE INCERTIDUMBRE Victor David Granados García* (*granados@esfm.ipn.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Roberto Daniel Mota Esteves (*rdmotae@yahoo.com.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Carlos German Pavia Y Miller (*cgpm@azc.uam.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.

Víctor David Granados García Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional. Carlos Germán Pavia y Miller Departamento de Ciencias Básicas. DCBI. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional, Roberto Daniel Mota Esteves ESIME Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional RESUMEN. Revisamos la deducción del principio de incertidumbre dada por Heisenberg basada en las anchuras de un paquete de onda gaussiano y su transformada de Fourier en el espacio de momento que es orto paquete gaussiano y el producto de estas anchuras. Comparamos con las demostraciones del producto de las desviaciones cuadradas medias de posición y momento dadas por Weyl, Robertson y Schrödinger que tienen un significado diferente. Concluimos que Heisenberg no puede afirmar que no existen trayectorias de partículas, ni que la mecánica cuántica no sea determinista.

M7256 REPRESENTACIÓN DE MAXWELL-DIRAC, INTRODUCIDA POR SANDOVAL-VALLARTA Victor David Granados García* (*granados@esfm.ipn.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Carlos German Pavia Y Miller (*cgpm@azc.uam.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Roberto Daniel Mota Esteves (*rdmotae@yahoo.com.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.

Víctor David Granados García Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional. Carlos Germán Pavia y Miller Departamento de Ciencias Básicas. DCBI. Universidad Autónoma

Metropolitana-Azcapotzalco; Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional, Roberto Daniel Mota Esteves ESIME Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional. RESUMEN. Discutimos la representación de las ecuaciones de Maxwell en forma matricial de Dirac, introducida por Sandoval-Vallarta con el bivector del campo electromagnético $C = E + i B$. Resaltamos la conservación de la densidad de energía y momento con la ecuación de continuidad. Concluimos la prioridad de Sandoval-Vallarta en la representación de Maxwell-Dirac sobre Majorana y Good, que de las matrices de Dirac de Sandoval-Vallarta se obtienen las de Majorana y Good.

M7293 Diseño y construcción de dispositivo electromecánico para medir el módulo de Young de algunos tejidos animales usando un microcontrolador Atmega 328p. José Luis Del Río Valdés (*jluisdrv@unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Víctor Aaron Domínguez Ramírez (*fekal_vadr@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Mario Alberto Valle Zavala (*mario_valle@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Ianka Ivonne Castillo Gutierrez* (*ianka.ivonne@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se diseñó y construyó un dispositivo que consta de una parte mecánica y una parte electrónica. La primera consiste en un mecanismo de soporte de 50cm x 30cm, en el cual se montaron los componentes electrónicos, motor y tejidos animales. La parte electrónica consiste en una celda de carga de 20kg encargada de medir la fuerza con la cual el motor es capaz de elongar un trozo de tejido, conectado por un extremo a dicha celda y por el otro al motor. Paralelamente, con un sensor infrarrojo de distancia se mide la elongación, mientras los datos son recabados por el microcontrolador Atmega 328p en la placa Arduino UNO. Se realizaron experimentos con el dispositivo utilizando tejidos como pulmón, páncreas, estómago, hígado, grasa y corazón para determinar su módulo de Young a partir de los datos recabados. Se agradece a la Facultad de Ciencias por las facilidades para realizar este trabajo.

M7315 El efecto hidrofóbico: aspectos históricos y fisicoquímicos Thelma Mariana Vallejo Valdez* (*mariana-vallejo26@hotmail.com*), Departamento de Física, Universidad de Sonora; Brenda Karytza Montiel Ramírez (*karymontt14@gmail.com*), Departamento de Física, Universidad de Sonora; Amir Darío Maldonado Arce (*amir.maldonado@unison.mx*), Departamento de Física, Universidad de Sonora; *Expositor.

El efecto hidrofóbico explica por qué el agua y el aceite no se mezclan. La intuición física sugiere que la insolubilidad se debe a fuerzas de repulsión entre sus moléculas. Sin embargo, el efecto hidrofóbico se debe más bien a efectos

entrópicos relacionados con la estructura del agua, debida a su vez a los puentes de Hidrógeno entre moléculas. En este trabajo hacemos una revisión de conceptos que condujeron a esta conclusión (regla de Traube, estabilidad de proteínas, etc) y discutimos algunas propiedades termodinámicas de soluciones de moléculas hidrofóbicas, cuya interpretación conduce a la visión contemporánea del efecto hidrofóbico. En particular mostramos que la ecuación de Gibbs-Helmholtz permite asegurar que la baja solubilidad de benceno en agua se debe a efectos entrópicos. Finalmente, mencionamos la formación de sistemas autoensamblantes como monocapas, micelas y membranas. El efecto hidrofóbico es un tema importante que debe ser desarrollado en cursos de Termodinámica.

M7335 **Construcción de una placa de Chladni usando Arduino para la enseñanza de ondas mecánicas** José Luis Del Río Valdés (*jluisdrv@unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Carlos Velazquez Diaz (*jcvd13@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Oscar Anuar Alvarado Morán* (*oscaralvarado@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Mediante una placa de desarrollo arduino UNO, se diseñó y construyó un generador de señales con frecuencias entre 1Hz y 30KHz, que se conectó a una bocina, mediante una etapa de amplificación, sobre la cual está una placa que contiene cloruro de sodio (placa de Chladni), para de esta forma mediante botones programados a distintas frecuencias se pueden visualizar las distintas figuras que se forman por la superposición de ondas, y mediante un potenciómetro el alumno puede explorar con diversas frecuencias. Este dispositivo es didáctico y muy ilustrativo para enseñar al alumno conceptos como las ondas mecánicas, ondas estacionarias, superposición de ondas, nodos y valles, se agradece a la Facultad de Ciencias de la UNAM por el apoyo a este trabajo

M7337 **El modelo cosmológico del Big Bang: una actualización** Humberto Vazquez Castro* (*humbertovazquezcastro@gmail.com*), Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Alberto Maya Mendieta (*mmaya@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Una teoría que intente explicar el inicio y la evolución del Universo debe basarse en tres hechos que se han estudiado en detalle: 1) la expansión del Universo, 2) el fondo cósmico de radiación y 3) la cantidad relativa de los elementos químicos ligeros. Para tener una teoría que esté de acuerdo con lo anterior debe estar basada en nuestro conocimiento de lo más pequeño: las interacciones fundamentales entre las partículas elementales (teoría cuántica

de campos), y lo más grande: el comportamiento y estructura de las galaxias (teoría general de la relatividad). La combinación de ambas da la teoría cosmológica más aceptado actualmente, el modelo del Big Bang. Pero este modelo está mejorándose continuamente por los descubrimientos más recientes, entre los que podemos mencionar al bosón de Higgs y a las ondas gravitacionales. En este trabajo de enseñanza, dirigido a estudiantes de los primeros semestres de ciencias e ingenierías, hacemos una revisión actualizada del modelo del Big Bang.

M7398 **PLANEACIÓN, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, PRUEBAS, Y MEDICIONES DE UN PROTOTIPO PARA ESTUDIAR LAS CORRIENTES ELÉCTRICAS DE DESPLAZAMIENTO** Rodrigo Aguilar Meneses* (*rodriezk@gmail.com*), Universidad de Guanajuato; María José Fonseca Vázquez (*majofons21@hotmail.com*), Universidad de Guanajuato; Omar Alejandro Lezama Gallegos (*lezamago2016@licifug.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Julián Félix Valdez (*felix@fisica.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Las corrientes eléctricas de desplazamiento fueron consideradas por Wilhelm Conrad Röntgen, descubridor de los rayos X, más importantes que su propio descubrimiento. Son una de las contribuciones fundamentales de J. C. Maxwell a la electrodinámica. Son la base de las telecomunicaciones contemporáneas, y son las grandes olvidadas en los cursos elementales de electricidad y magnetismo. En este trabajo reportamos la planeación, el diseño, la construcción, las pruebas, y las mediciones realizadas de un prototipo para estudiar las corrientes eléctricas de desplazamiento. Ofrecemos detalles técnicos del prototipo experimental y resultados físicos preliminares.

M7411 **CUANTIZACIÓN DE LOS MODOS NORMALES DE UNA CUERDA VIBRANTE** Víctor David Granados García (*granados@esfm.ipn.mx*), INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; Roberto Daniel Mota Esteves (*rdmotae@yahoo.com.mx*), INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; Carlos German Pavia Y Miller* (*cgpm@azc.uam.mx*), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA; INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; *Expositor.

Carlos Germán Pavía y Miller Departamento de Ciencias Básicas. DCBI. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional. Víctor David Granados García Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional. Roberto Daniel Mota Esteves ESIME Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional. RESUMEN. Por separación de variables resolvemos la ecuación de una cuerda vibrante con densidad de masa lineal y tensión constantes, fija por sus extremos. Se determinan las frecuencias de los modos normales de vibración y se cuantizan con la relación de la longitud de onda de Louis de Broglie. Concluimos que aunque

se obtienen las autofunciones y el espectro de energía de una partícula en un pozo cuántico infinito con las mismas condiciones de frontera, no es fácil su interpretación ortodoxa de Copenhague

M7412 PROCESOS TERMODINAMICOS ADIABATICOS EN RADIACION TÉRMICA *Victor David Granados Garcia (granados@esfm.ipn.mx), INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; Roberto Daniel Mota Esteves (rdmotae@yahoo.com.mx), INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; Carlos German Pavia Y Miller* (cgpm@azc.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA; INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; *Expositor.*

Carlos Germán Pavía y Miller Departamento de Ciencias Básicas. DCBI. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional. Víctor David Granados García Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional. Roberto Daniel Mota Esteves ESIME Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional. RESUMEN. Con la termodinámica de la radiación térmica de cuerpo negro se determinan las ecuaciones de los procesos adiabáticos. Probamos que la capacidad calorífica a presión constante no está definida, contrario a lo afirmado en algunos textos y por lo tanto tampoco lo está la relación entre esta capacidad y la de volumen constante. Concluimos que las ecuaciones de procesos adiabáticos considerados no son análogos a los de los gases ideales clásicos de Poisson.

M7416 CONECTA CIENCIA Divulgando la física con medios digitales *Liliana Evelyn Monterrosas Martínez* (lmonterrosasmartinez@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Honorina Ruiz Estrada (hruizestrada@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Se muestra la importancia de la divulgación científica a través de medios digitales con videos enfocados a niños y jóvenes. El proyecto contiene las siguientes secciones: Ciencia en la vida diaria que busca explicar fenómenos físicos que ocurren en la vida cotidiana. Entiende los experimentos: se les presenta a las estudiantes una gran variedad de experimentos curiosos, y se explica a detalle la ciencia detrás de estos, este apartado busca que el participante entienda conceptos de física a través de experimentos caseros. Noticias, tendencias y peticiones, los medios digitales tienen la ventaja de interactuar con el usuario y este proyecto intenta satisfacer los intereses de la comunidad. Se analiza si el impacto es significativo para saber si esta es una buena herramienta para que la ciencia llegue a más usuarios y así incrementar el número de estudiantes en las áreas de ciencias exactas como la carrera de física.

M7419 El efecto Marangoni: experimentos y aplicaciones *Melissa Matrecitos Avila* (matrecitosm@gmail.com), Departamento de Física, Universidad de Sonora;*

*David Fernando Rodríguez Arnold (glaucus1995@gmail.com), Departamento de Física, Universidad de Sonora; Amir Dario Maldonado Arce (amir.maldonado@unison.mx), Departamento de Física, Universidad de Sonora; *Expositor.*

Se llama efecto Marangoni al flujo de masa debido a la existencia de gradientes de tensión superficial en una interface líquida. Este efecto explica las “lágrimas del vino” (gotas debidas a la evaporación de alcohol) pero también otros fenómenos importantes en fisicoquímica superficial y en mecánica de fluidos. Por ejemplo, una burbuja que sube debido a la fuerza de empuje, lo hace más lentamente en una solución de surfactante que en agua pura; esto se debe a la concentración no homogénea de surfactante en la interface agua-aire de la burbuja en movimiento, efecto que impacta la naturaleza del flujo de fluidos burbujeantes. De igual forma, gradientes de temperatura permiten controlar el movimiento de gotas sobre superficies hidrofóbicas (efecto termocapilar). En este trabajo, discutimos el efecto Marangoni poniendo especial atención en experimentos sencillos y vistosos, así como en sus aplicaciones. El material presentado puede ser útil en cursos de Termodinámica o Mecánica de Fluidos.

M7444 Cálculo del movimiento de un planeta bajo la presencia de un campo gravitomagnético clásico. Segunda parte *Aristóteles Bertoni Alvarez* (arisbeal@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Marco Antonio Contreras Soto (marco_cs@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Rodriguez Fernandez (luisrf@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Se muestra la continuación del cálculo de las órbitas de un planeta que se mueve bajo el campo gravitacional de un objeto masivo que rota sobre su propio eje, generando un campo gravitomagnético clásico. De esta manera, se considera que la rotación del Sol sobre su propio eje induce una fuerza de Lorentz equivalente sobre los planetas. Para el cálculo de las trayectorias se utiliza la aproximación dipolar magnética y el movimiento en las tres dimensiones espaciales. Se compara el comportamiento en las órbitas en presencia del campo gravitomagnético y cuando no lo hay.

M7535 Desarrollo histórico de la ley de radiación de Planck desde una perspectiva moderna *José Francisco Pérez Barragán* (jfcoperez@ciencias.unam.mx), Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México; Luis De La Peña Auerbach (luis@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La ley de radiación de Planck es uno de los resultados más conocidos en la historia de la física debido a que su deducción requirió de hipótesis heurísticas que eventualmente llevaron al desarrollo de la mecánica cuántica. Sin embar-

go, el tratamiento originalmente utilizado por Planck es pocas veces revisado en los libros de texto a pesar de su importancia histórica. Ello se debe a que este está basado en argumentos puramente termodinámicos y electromagnéticos, y en una interpolación matemática que el mismo Planck llamó "una adivinanza afortunada". En este trabajo se hará una revisión, desde una perspectiva moderna, de los estudios termodinámicos y estadísticos que llevaron a Planck a proponer su ley de radiación en 1900.

M7548 **Divulgación por medios digitales de experimentos diseñados por estudiantes** Héctor Miguel González Arteaga* (*hecmikega@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; Catalina E Stern Forgach (*catalina@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; David Porta Zepeda (*davidporta@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; Carlos Echeverría Arjonilla (*carlosea1982@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; *Expositor.

La única manera de que los resultados científicos se conviertan en cultura es la divulgación adecuada de la ciencia. Dicha tarea puede lograrse por diversos medios como lo son los talleres, las publicaciones, las ferias de ciencias, etc. Los jóvenes de hoy participan de manera muy dinámica en medios digitales por lo que el Taller de Hidrodinámica y Turbulencia ha elaborado un página web y una galería virtual, y ha aprovechado dos canales de youtube para divulgar y poner a disposición del público en general, resultados obtenidos en experimentos diseñados y desarrollados por estudiantes y académicos de la Facultad de Ciencias. Ver: <http://pasionporlosfluidos.fciencias.unam.mx/>, canales de YouTube <https://www.youtube.com/channel/UCg06hxxk5EY655uRkXVjDhHogizaci3n> y https://www.youtube.com/channel/UCGvEpAk9q79OIdDe_

M7557 **RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR: FUNDAMENTOS Y SUS APLICACIONES EN IMAGENOLÓGIA Y ESPECTROSCOPIA** Roberto Contreras Bárbara (*contreras@itatitalaquia.edu.mx*), Instituto Tecnológico de Atitalaquia; Héctor Alejandro Trejo Mandujano (*htrejo@uacj.mx*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Abdiel Ramírez Reyes* (*abdiel.ramirez@uacj.mx*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Alberto Alberto Aristeo Domínguez (*ar111795@hotmail.com*), Centro de Investigación en Química Aplicada; Keops García Galván (*keops.xeki@gmail.com*), Instituto Tecnológico de Atitalaquia; *Expositor.

La técnica de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) es una técnica que permite elucidar estructuras moleculares, así como formar imágenes biomédicas. Es una técnica tan importante en investigación como en medicina que es ya una técnica obligada en muchos casos, sin embargo, los fundamentos teóricos no son bien comprendidos los usuarios de estas técnicas por su naturaleza cuántica. Una primera parte del presente trabajo da los fundamentos teóricos básicos de la RMN de una manera asequible para la gran mayoría de los usuarios no expertos en RMN,

principalmente en espectroscopía e imagenología (imágenes biomédicas). Presentamos posteriormente gráficos de las etapas de la RMN. En una tercera parte del trabajo, se abordan ejemplos prácticos de espectroscopía de RMN que tenemos en nuestro laboratorio para diversos materiales, también mostramos imágenes de RMN de pacientes, dando su interpretación física acorde a los fundamentos teóricos previos.

M7566 **Diseño y construcción de una cámara de vacío experimental para la investigación y enseñanza de la física de plasmas** Guillermo Gerardo Bustos Maya* (*gbustos@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas-Universidad Nacional Autónoma de México; Armando Bustos Gómez (*bustos@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas-Universidad Nacional Autónoma de México; Jaime De Urquijo Carmona (*jdu@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas-Universidad Nacional Autónoma de México; Olmo González Magaña (*olmogm@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas-Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se ha diseñado y construido una cámara de vacío versátil para la investigación y enseñanza de la física de plasmas, buscando con ello que tanto el investigador como los estudiantes interactúen con el fenómeno físico en un ambiente práctico, automatizado y seguro. La cámara está diseñada para poder realizar tres experimentos diferentes. El diseño está basado en una cámara de descargas del tipo Townsend para el estudio de plasmas de baja temperatura. Los modos de operación serán (1) Estudio del transporte de partículas y su ionización; (2) Fotodesprendimiento electrónico de iones negativos, y (3) desprendimiento colisional asistido por conteo fotónico. El sistema se ha automatizado para poder medir los parámetros que conlleva cada experimento, entre otros, el desplazamiento de los electrodos de descarga dentro de la cámara para estudiar la destrucción de iones negativos por fotodesprendimiento o conteo fotónico. Agradecimiento PAPIME PE108518, PA-PIIT IN108417, y apoyo técnico de H. Hinojosa

M7571 **Programación de la Transformada de Radón y su uso en la Tomografía Computarizada** Eugenio Galicia Larios* (*eugenio98@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; Jorge Abel Mejía Venegas (*memomendez@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; Ricardo Méndez Fragoso (*rich@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

La Transformada de Radón (TR) es una herramienta fundamental utilizada para obtener imágenes en una Tomografía Computarizada, a través de ella se puede conocer información sobre la forma y posición de una figura con ayuda de la T. Inversa (TIR) y el Sinograma trazando líneas que cortan la figura. Se propuso realizar una simulación de una TC programando la TR para observar como se realizan las proyecciones y obtener el sinograma de una imagen, así como su reconstrucción programando la TIR sobre el sinograma obtenido. Se hicieron pruebas en ma-

trices de figuras simples, en el fantoma de Shepp-Logan y para una imagen de TC donde se obtuvieron los Sinogramas y las figuras reconstruidas, se varió el ángulo (AR) de las rectas que evalúan la figura, se observaron cambios en el sinograma y en la reconstrucción de las figuras, llegando a la conclusión que la reconstrucción de la imagen varía dependiendo del AR.

M7593 Enseñanza de la Física a través de experiencias cotidianas Patricia Goldstein Menache (*patricia.goldstein@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física. Facultad de Ciencias. UNAM; Mirna Villavicencio Torres* (*mirnavt@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física. Facultad de Ciencias. UNAM; *Expositor.

Actualmente, para enfrentar los nuevos retos globales es necesario contar no solo con una ciudadanía mucho más informada en temas científicos, sino también con un trabajo interdisciplinario en el que la Física y los físicos juegan un papel relevante. Así pues, la enseñanza de la Física requiere de profesores que dominen la disciplina y puedan innovar en su práctica docente proponiendo estrategias didácticas encaminadas a que el estudiante alcance un aprendizaje significativo y en las que se discutan las aplicaciones de la Física en la vida diaria y en el desarrollo de la tecnología. En este trabajo, se presenta una propuesta didáctica, implementada en un grupo de profesores de Física de diferentes niveles educativos, la que se aplicó el desarrollo de proyectos y el aprendizaje contextual para diseñar secuencias didácticas, que pueden aplicarse directamente en el aula.

M7594 Caracterización de magnetos comerciales mediante un sensor Hall analógico Ahmed Guarneros López* (*ahmed.gl.99@gmail.com*), Facultad de Artes de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Elías López Cruz (*elopez@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas" de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Mediante un sensor Hall (UGN3503U) se hicieron caracterizaciones de varios magnetos comerciales en forma de disco tanto de cerámica como de Neodimio. Se estudió la repulsión entre ellos para encontrar valores de la intensidad de los polos magnéticos. En imanes de tipo "dona" se estudió la intensidad del campo magnético a lo largo del eje de simetría y se modeló la variación del mismo como función de la distancia. Se obtuvo un buen ajuste de los datos a una expresión (Ref. 1) que toma en cuenta los parámetros del imán de dona como son: diámetro exterior y diámetro interior. En el caso del magneto de dona se obtiene como resultado la corriente de magnetización responsable del campo magnético. 1. Javier I. Atorino, Luciano P. Bortolín, Ezequiel Rodríguez, Rubén O. Farías y Eduardo E. Rodríguez. Lat. Am.J. Phys. Educ. Vol.3, No. 3, Sept. 2009. Trabajo apoyado parcialmente por el IFUAP.

M7631 Pozo de potencial de potencial infinito con un campo magnético uniforme Jorge Blanco Liñan (*jorge18702@gmail.com*), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Andres Denisse Carrillo Vázquez* (*andreavzzquez@gmail.com*), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Abraham Rafael Reyes Velázquez (*cueponcayotl@hotmail.com*), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Pedro Gilberto Alvarado Leyva (*pal@ciencias.uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Presentamos resultados de un estudio teórico de la influencia de un campo magnético uniforme aplicado a un pozo de potencial infinito. Nuestros resultados muestran que la polarización del estado base decrece de manera monótona con el aumento de la intensidad del campo magnético. Discutimos el efecto del campo magnético en los estados excitados.

M7661 DESARROLLO EXPERIMENTAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CARGA ELEMENTAL Jesús Jiménez Márquez* (*jesus.jim.m.17@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; María José Rodríguez Sánchez (*rosm88@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Cotzomi Paleta (*jcotzomi@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Daniel Juárez Flores (*djuarez@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa (*emoreno@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En el año de 1909 Millikan y Fletcher lograron calcular la carga elemental del electrón, con un experimento el cual lleva por nombre Gota de Millikan. Nuestro arreglo experimental es una alternativa para el cálculo de dicha carga, utilizando el principio de la ley de Stokes y un potencial eléctrico. El arreglo consiste de un par de placas conductoras paralelas verticales, como medio usamos aceite de canola, las gotas de aceite de Millikan son sustituidas por gotas de agua con sal, las cuales son introducidas al medio con ayuda de una micropipeta y la gota es ionizada por medio de una cápsula de Cobalto 60. Este arreglo experimental nos permite ver la desviación horizontal de las gotas debido a que estas están cargadas e interactúan con el campo eléctrico generado en las placas paralelas. Los resultados obtenidos son aproximados al valor aceptado de la carga elemental.

M7668 Cómo convertir un oscilador armónico en una partícula libre Hilda Noemi Núñez Yépez (*nyhn@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana; Rodrigo Sánchez Martínez* (*rodrigo96fml@gmail.com*), Universidad Veracruzana; Alvaro Lorenzo Salas Brito (*asb@correo.azc.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

El oscilador armónico es quizá uno de los problemas más estudiados de la física. Encuentra aplicaciones desde la

mecánica clásica hasta la teoría cuántica de campo. En nuestro trabajo utilizamos las Transformaciones Canónicas (TC) de la teoría hamiltoniana para transformar el problema de la dinámica de una partícula bajo un potencial armónico en el problema de una partícula libre, cuyas soluciones son triviales. Esto ejemplifica de manera clara y simple la utilidad de las TC. Además, ofrecemos una discusión acerca del nuevo espacio de fases transformado, en donde podemos decir que ahora el sistema se mueve "geodésicamente" debido a su nueva geometría.

M7672 **Caracterización de una bobina de Tesla de 3.5KV** *Marijosse Martínez Fernández** (*marijosse1221@hotmail.com*), Benemérita universidad autónoma de Puebla; *Daniel Juárez Flores* (*djuarez@fcfm.buap.mx*), Benemérita universidad autónoma de Puebla; *Rafael Tonatiuh Fuerte Pérez* (*hayabusang@hotmail.com*), Benemérita universidad autónoma de Puebla; *Jorge Cotzomi Paleta* (*jcotzomi@fcfm.buap.mx*), Benemérita universidad autónoma de Puebla; *Ricardo Agustín Serrano* (*ragustin@fcfm.buap.mx*), Benemérita universidad autónoma de Puebla; *Benito Zenteno Mateo* (*bzenteno1999@yahoo.com*), Benemérita universidad autónoma de Puebla; *Expositor.

La bobina de Tesla toma su denominación de su inventor Nikola Tesla, que consta de un circuito eléctrico resonante RLC y un toroide. La bobina de Tesla fue diseñada y caracterizada con fines didácticos en el Laboratorio de Electromagnetismo de la FCFM BUAP. En este trabajo presentamos y describimos las mediciones y su funcionamiento de cada etapa de la bobina. En particular justificamos el uso de una resistencia de carga de 19.50 ohms y 800W acoplada a un par de transformadores en paralelo alimentados con 120V a 60Hz, así como un condensador primario de 126cm² de área y espesor de 9.09mm, un condensador de electrodos dinámico, además de una bobina primaria y una secundaria, finalmente el uso de un condensador secundario Toroidal acoplado en la terminal superior de la bobina secundaria donde se llevan acabo las descargas eléctricas de alta tensión.

M7786 **Osciladores Acoplados No Lineales y El Teorema de Equipartición de la Energía** *Ronaldo Jardiel Miranda Guevara** (*mirandaguevara866@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Fidel Azuara* (*ficho1661@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Jorge Ibarra* (*rekolita_fotiro@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Ana Aurelia Avilez Lopez* (*aavilez@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo se estudió el sistema de N osciladores acoplados. Por razones de didáctica, fueron estudiados los casos de osciladores con 2 y 3 masas, posteriormente se hizo la generalización a N masas. En primer lugar, se determinaron los modos normales de oscilación del sistema, así como sus frecuencias, resolviendo el problema de va-

lores y vectores propios, con lo cual fue posible integrar el sistema y escribir cualquier solución en términos de los modos normales. Posteriormente, se introdujo un término no lineal para describir un sistema con interacciones entre los modos normales. Se estudiaron los efectos del termino no lineal en la solución asintótica del sistema. Se derivó la función de distribución para energía y con ello se mostró el teorema de la equipartición de la energía en el límite en que el número de osciladores es muy grande.

M7787 **Ley de conservación de la masa y el principio de Arquímedes** *Judith Magdalena Vera López** (*jmvul@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Jorge Pérez López* (*jpl@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Susana Reza Olvera* (*sus@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. Desde hace tiempo, hemos observado que un experimento al que recurren para mostrar la ley de conservación de la masa, por medio de una reacción química; utilizan como dispositivo un matraz y un globo, este último para contener el gas producto de la reacción química. El experimento está mal planteado, pues en esas condiciones, en la realidad sí hay una diferencia de masa, por efecto del Principio de Arquímedes. En este trabajo hacemos una serie de observaciones sobre la forma en que presentan el experimento en diferentes medios y los errores que cometen y mostramos una manera de hacerlo más interesante, al cuantificar el efecto en el que está involucrado el principio de Arquímedes.

M7791 **Herramientas didácticas para la enseñanza de la óptica** *Manuel Campos García** (*manuel.campos@icat.unam.mx*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología; *Oliver Huerta Carranza* (*oliver@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología; *Expositor.

Con el fin de mejorar el aprendizaje de la óptica a nivel licenciatura hemos desarrollado unas notas que sirvan de apoyo al estudiante, en las cuales se trata de discutir con mayor profundidad temas correspondientes a la óptica clásica y moderna. Además, el estudiante no sólo tendrá acceso a material escrito (teoría y problemas resueltos), también podrá interactuar con la teoría mediante un laboratorio virtual, el cual está compuesto por interfaces ejecutables de experimentos virtuales y de experimentos demostrativos que contribuyen a mejorar el aprendizaje de la óptica. Las anteriores herramientas didácticas son el resultado de varios años de impartir el curso de óptica en la facultad de ciencias de la UNAM. Trabajo apoyado por DGAPA-UNAM, PAPIME No. PE110419.

M7795 **Cuantic Comix** *Ángel Chánez Santín* (*capitntsunami@gmail.com*), Universidad de las Américas Puebla; *Melina Gómez Bock* (*melina.gomez@udlap.mx*), Universidad de las Américas Puebla; *Julieta*

*Dominique Padilla Fernández** (*padilla.fernandez.dominique@gmail.com*), *Universidad de las Américas Puebla*; **Expositor*.

El formato de cómic para la enseñanza de la física se ha sugerido mucho pero se ha utilizado poco; en la nueva era del internet y mayor acceso a la información visual se requiere producir materiales con un mayor atractivo gráfico y con información precisa en temas poco accesibles didácticamente de la física contemporánea. Este trabajo presenta una propuesta de material educativo introductorio a temas de actualidad científica e interés general por medio de una página web ilustrada con el formato de cómic para complementar la información sobre el tema tratado.

M7817 **¿Cuál es la física detrás de un CanSat?** *Claudia Zendejas Morales** (*clausia@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, UNAM*; *Bianca Saraim Zavalza Arellano* (*bianca7classical@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, UNAM*; *Arturo García Zurita* (*arturo_zurita@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, UNAM*; *Esmeralda Lizet Martínez Piñero* (*esmeraldamartinez@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, UNAM*; **Expositor*.

El espacio siempre ha llamado la atención de los seres humanos, por lo que el diseño de dispositivos que exploran el espacio es muy atractivo, volviendo a estos sistemas una inigualable oportunidad de aprender física. Con el uso de este satélite enlatado es posible ejemplificar temas como caída libre, velocidad terminal, aceleración, velocidad angular, dinámica de fluidos, electromagnetismo y ondas. El CanSat fue construido y diseñado para participar en un concurso internacional, que tiene como objetivos el descenso controlado usando un paracaídas y un autogiro. Para lograrlo se tomaron los conceptos físicos involucrados y se realizaron los cálculos para el diseño e implementación, por lo que este proyecto resulta muy útil para la enseñanza de la física. También muestra el efecto Hall para contar las revoluciones por minuto del autogiro. Se agradece el apoyo brindado por el PEU de la UNAM para participar en la competencia internacional de CanSat.

M7890 **Movimiento de una partícula en un campo central perturbado por un campo dipolar** *César Omar Ramírez Álvarez* (*cesaromarramirezalvarez@gmail.com*), *Universidad de Sonora*; *José Gabriel Navarro Islas** (*josenavs22@gmail.com*), *Universidad de Sonora*; *Sergio Gutiérrez López* (*sgutier@correo.fisica.uson.mx*), *Universidad de Sonora*; **Expositor*.

En este trabajo se estudia el movimiento de una partícula en un campo central perturbado por un campo dipolar. La energía total de la partícula y la componente del momento angular a lo largo del dipolo son constantes de movimiento. Usando métodos elementales de Mecánica Newtoniana se demuestra la existencia de una tercera constante de movimiento β característica de este problema. En coordenadas esféricas, estas tres constantes de movimiento independientes reducen la solución formal del problema a

la evaluación de cuatro integrales (cuadraturas) para obtener las tres coordenadas como función del tiempo. Las propiedades más importantes del movimiento se pueden estudiar usando estas tres constantes de movimiento independientes, sin necesidad de resolver ninguna ecuación diferencial, este procedimiento se ilustra con el potencial central Coulombiano perturbado por un dipolo eléctrico puntual actuando sobre una carga.

M7893 **Acciones para la enseñanza de la física en licenciatura en terapia física y rehabilitación.** *Alejandra Alicia Silva Moreno** (*alejansilva@yahoo.com*), *Universidad de Guanajuato*; *Alfredo Jiménez Tovar* (*alto_26@hotmail.com*), *Universidad de Guanajuato*; **Expositor*.

La comprensión de las ciencias básicas es muy importante para las profesionistas de las áreas de las ciencias. Se sabe que los jóvenes universitarios aprenden de acuerdo con el tipo de aprendizaje que presentan, por lo que es importante generar estrategias de desarrollo e implementación de técnicas y herramientas didácticas que les ayuden a apropiarse del conocimiento. En este trabajo, se presentan las acciones de aprendizaje centradas en el estudiante, que fueron implementadas para la comprensión de la física a estudiantes de una licenciatura en terapia física y rehabilitación, además se realiza una discusión acerca de las técnicas didácticas realizadas, se identifican las herramientas didácticas que pueden mejorar la asimilación de los temas.

M7896 **Observación de la señal de Bombeo Óptico** *Ricardo Martín Hernández Flores** (*saurio99@hotmail.com*), *Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad Ciencias*; **Expositor*.

Se presenta un arreglo experimental para docencia con una lámpara de Rubidio, la emisión de la línea D1 es utilizada por el ensanchamiento Doppler y que es utilizada para inducir las transiciones permitidas entre los niveles Zeeman de los estados $2S_{1/2}$ y $2P_{1/2}$. Una cámara con calefactor contiene gas de Rubidio y ésta es colocada en un arreglo de bobinas con un campo magnético débil en una dirección espacial y otro arreglo de bobinas que emiten en HF, el vapor es irradiado por la línea D1 con una polarización circular positiva, la absorción excita los niveles Zeeman, estos estados decaerán espontáneamente al estado base re-emitiendo fotones en todas las direcciones de acuerdo con el principio de las reglas de selección. Para que la observación de la señal sea posible, ésta tiene que estar en términos de la variación de la radiofrecuencia de irradiada.

M7902 **Caracterización de sistema dinámico rotacional con amortiguamiento electromagnético** *Jorge Antonio Sierra Banda* (*14030484@upgto.edu.mx*), *Universidad Politécnica de Guanajuato*; *Juan Antonio Guel Tapia** (*jguel@upgto.edu.mx*), *Universidad Politécnica de Guanajuato*; *Alejandro Barrientos García*

(abarrientos@upgto.edu.mx), Universidad Politécnica de Guanajuato; Miguel León Rodríguez (miguelleon@upgto.edu.mx), Universidad Politécnica de Guanajuato; *Expositor.

En atención a las necesidades de experimentos significativos en el área didáctica de ingeniería de control, en el presente trabajo se construyó y caracterizó un pequeño sistema rotacional, masa-resorte-amortiguador. Se aprovecha el efecto de inducción electromagnética de las corrientes parásitas o corrientes de Foucault para simular un amortiguador rotacional, a través del cual se acopla la señal de entrada al sistema. Se determinaron de forma experimental los parámetros del sistema (constante del resorte, coeficiente de fricción viscosa y momento de inercia) para calcular la salida del sistema mediante la solución numérica de la ecuación de transferencia. Finalmente se compara la salida real del sistema con los resultados calculados numéricamente.

M7920 Enseñanza de la Mecánica Cuántica con Python. José Blanco Valdés (pepe751644@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Alexis Misael Marquez Hollmann* (allenn_-_@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Juan Carlos Corona Oran (jccorona@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

A través de los avances continuos de la Física, particularmente de la Mecánica Cuántica, siempre surge la problemática de transmitir el conocimiento a las nuevas generaciones, donde se intenta, no perder el sentido físico ante una variedad de matemáticas bastante complejas. No es de extrañar que la Mecánica Cuántica sea una de las disciplinas que más retos pedagógicos proponga. En ejemplos clásicos se presentan retos pedagógicos como la inclusión de las nuevas tecnologías para la enseñanza. En el presente trabajo mostramos el uso de librerías de Python, especializadas en la solución de problemas de la mecánica cuántica. La librería QUTIP, es un software de código abierto especializado para la simulación de sistemas dinámicos cuánticos. Resolvemos analíticamente los problemas clásicos como el oscilador armónico, el efecto túnel y la partícula libre de manera analítica y numérica. Mostramos los resultados numéricos para la solución en 2d y aproximaciones a la solución analítica.

M7931 Diseño de un dispositivo para cuantificar la energía electromagnética. Juan Carlos Corona Oran (jccorona@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Alejandro Daniel González Vargas (alejandrodanielgv@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Edwin González Estrada* (edwin34871@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

El objetivo del presente trabajo es el desarrollo de un prototipo experimental que establezca de manera cuantitativa la equivalencia entre energía magnética y energía potencial. Analizamos la eficiencia del dispositivo para la

generación del campo con diferentes núcleos de materiales diversos. Proponemos el diseño de un dispositivo que cuantifique la equivalencia entre la intensidad del campo magnético y el trabajo mecánico maximizando la eficiencia. La intensidad de la fuerza electromagnética dependerá de las características del material del núcleo. Mostramos un estudio sistemático con diferentes fuentes generadoras de señales y mostrar la dependencia de la respuesta como función de la frecuencia de la señal de entrada. Demostramos de manera experimental las relaciones energéticas electromecánicas para el rediseño electroimanes de alto desempeño para aplicaciones robóticas.

M71045 La constante de Planck y la nueva definición del kilogramo Andrea Pizarro Medina* (pizarro@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Víctor Romero Rochín (romero@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En este trabajo se expone el contexto histórico en el cual se desarrolló la revolución científica que dio nacimiento a la mecánica cuántica, con Planck como principal exponente, la cual culminó con el descubrimiento de su constante h . Las implicaciones que tuvo tal revolución son numerosas; una de ellas resulta ser el replanteamiento de nuestro Sistema Internacional de Unidades (SI) resuelto el 20 de mayo de 2019. Se explica la relación entre la constante de Planck, y otras unidades derivadas de ella, como la carga del electrón e , la constante de Boltzmann k , y el número de Avogadro N_A ; con la nueva definición del kilogramo. Ésta se determina con la llamada "balanza de Kibble", cuyo funcionamiento requiere de la comprensión de fenómenos cuánticos como el efecto Josephson y el efecto Hall, explicados aquí de manera sencilla. Finalmente, se hace una recapitulación de los motivos históricos, técnicos y científicos de esta redefinición, y las implicaciones de este hecho.

M71065 Dispositivo de aprendizaje interactivo de la geometría básica para personas con capacidades diferentes. Matilde Pilotzi Domínguez (matilde.pilotzi@uptlax.edu.mx), Universidad Politécnica de Tlaxcala; Rodrigo Abaroa Farfan (rodrigo.a.farfan@hotmail.com), MKtroniK; Silvia Ajuéch Portillo* (02ajuéch@gmail.com), Universidad Politécnica de Tlaxcala; Miguel Ángel Mazatzi Hernández (wazzapentakill343@gmail.com), Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del estado de Tlaxcala. Plantel 08; Jesús Pérez Vázquez (jespeer08@gmail.com), Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del estado de Tlaxcala. Plantel 08; José Nemorio Méndez Mendoza (josenemorio.mendez@uptlax.edu.mx), Universidad Politécnica de Tlaxcala; María Teresa Chávez García (maria.teresa.chavez@uptlax.edu.mx), Universidad Politécnica de Tlaxcala; *Expositor.

En un tablero de 20 X 20 cm, con localización de un punto central, se establecen las coordenadas en los ejes del plano, con divisiones de un cm, se identifica cada división mediante código Braille y sensores; para que las personas con capacidades diferentes (débiles visuales) puedan identificar los valores de localización de cada punto coordenado (x, y) . Al mismo tiempo el dispositivo dispone de una regla con la misma escala de división, que gira sobre el punto central, y permite mediante el código Braille y sensores se pueda localizar y comparar las coordenadas polares (r, θ) , y así lograr comprender dicha equivalencia para posteriormente encontrar aplicabilidad en los entornos productivos, generando con ello mejores oportunidades para incursionar en los sistemas laborales.

M71100 **An alternative solution to the radial quantum condition for the hydrogen atom** Santiago Javier Alvarez Guerrero* (*santiago.alvarez@cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Romeo De Coss Gómez(*rh.decoss@gmail.com*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

En el desarrollo de la Teoría Cuántica, Bohr introdujo el concepto de cuantización en un modelo atómico con órbitas circulares, el cual se ajustó correctamente a los datos espectrales del hidrógeno, donde los niveles de los electrones se describen con el número cuántico principal. Posteriormente, Sommerfeld extendió el modelo de Bohr considerando órbitas elípticas, lo que implicó analizar un problema de dos grados de libertad. En coordenadas polares son el ángulo azimutal y la distancia radial núcleo-electrón. Aplicando las condiciones de cuantización de Wilson-Sommerfeld se obtienen las condiciones cuánticas azimutal y radial, las cuales son integrales de acción. Sommerfeld resolvió la condición radial empleando métodos de variable compleja. En este trabajo, presentamos una solución alternativa a la integral de la condición cuántica radial empleando métodos de variable real.

M71106 **Influencia de la Experimentación y la Tecnología en la Enseñanza y Aprendizaje del Fenómeno de Caída Libre en Nivel Secundaria.** Rosario Del Carmen Sánchez Alemán* (*rosariosanchez@uadec.edu.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA; Noelia Londoño Millán (*noelialondono@uadec.edu.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA; Raúl Ochoa Valiente (*raul.ochoa.valiente@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; *Expositor.

Los avances tecnológicos han traído consigo cambios significativos en la forma de vida de las personas y el estilo de aprendizaje no es la excepción. En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos al diseñar e implementar actividades experimentales y otras que involucran tecnología para posteriormente evaluar el impacto que éstas tuvieron en el aprendizaje del tema de caída libre en alumnos de secundaria. Todo esto con el fin de probar que

los estudiantes actualmente aprenden mejor un tema si hacen uso de la tecnología o experimentan ellos mismos. Se encontró un avance significativo en el aprendizaje y dominio del tema de caída libre analizando los aspectos específicos relacionados al tema que el alumno debe dominar de acuerdo con los aprendizajes esperados que señala el programa de la asignatura. De igual manera el alumno mostró preferencia a las técnicas de enseñanza utilizadas en la aplicación de este proyecto en comparación a la manera usual de enseñar.

M71118 **Estudio experimental de procesos de enfriamiento, calentamiento y cambios de fase de diferentes sustancias: Modelación matemática e implicaciones didácticas** Daniela Canul García* (*danncami@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Enrique Martínez Blanco (*matozlp401@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Patricia Mendoza Méndez (*patriciamndzmdz@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Roberto 'Alvarez Zavala (*quiah.editorial@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Honorina Ruiz Estrada (*hruizestrada@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo estudiamos experimentalmente procesos de enfriamiento, calentamiento y cambios de fase de diferentes sustancias. Analizaremos la magnitud de cambio de las propiedades que intervienen en dichos procesos; masa, volumen, temperatura, entre otros. Los datos experimentales obtenidos y su análisis serán proporcionados a estudiantes de maestría en educación matemática de la FCFM-BUAP, quienes usarán el contexto de la temperatura para conducir a sus estudiantes por algunas etapas de la modelación matemática y desarrollar la noción de número entero, razón, función lineal, cuadrática y exponencial. La importancia de este estudio se deriva del planteamiento de la Secretaría de Educación Pública (SEP) respecto a que la autenticidad de los contextos es crucial para que la resolución de problemas se convierta en una práctica más allá de la clase de matemáticas y que los fenómenos de las ciencias naturales entre otros, se consideran como contextos reales (SEP, 2017, p. 31).

M71123 **Modelo de medición de un perfil gravimétrico para una cavidad cerca de la superficie terrestre** Efraín Ossmar Díaz Pérez* (*ossmardiaz@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; Ricardo Méndez Frago (*rich@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

En esta contribución se muestra un modelo para medir el perfil gravimétrico de una cavidad o cambios de densidad cerca de la superficie terrestre. Primero se comienza con medidas gravitacionales de alta precisión para hacer un modelo de las capas terrestres a lo largo de los 6371 km de radio. Posteriormente se calcula la precisión que tendría que un gravímetro cuántico o de muy alta precisión para detectar fluctuaciones debido a este tipo de

cavidades en una columna de 80 km cerca de la superficie terrestre. El modelo desarrollado consiste en examinar una cavidad de volumen V a profundidad P y obtener la distribución de la aceleración gravitacional a una altura z sobre la superficie. Para lo anterior, se utiliza un campo gravitacional uniforme de fondo y la Ley de Gauss gravitacional, $\oint_S \vec{g}(\vec{r}) \cdot d\vec{S} = -4\pi GM_{int}$, para obtener contrastes en el perfil gravimétrico en la superficie en términos de la forma geométrica de la cavidad y su densidad.

M71135 Simulación del movimiento de una partícula cargada ante la presencia de distintos campos eléctricos y magnéticos simultáneos. *Enrique Fernando Ceceña Avendaño** (efca0801@gmail.com), Universidad de Sonora; *Leslie Maribel Bojórquez Vega* (leslimbv5@gmail.com), Universidad de Sonora; *Dupret Alberto Santana Bejarano* (dupret.santana@unison.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.

El movimiento de una partícula cargada ante la presencia de campos eléctricos y magnéticos externos se estudia con gran detalle en los cursos básicos de Física clásica. La trayectoria que seguiría una carga se analiza a través de modelos donde los campos se producen por medio de configuraciones bien conocidas, lo que nos conduce a resultados simples e ilustrativos. En este trabajo, se simula una partícula cargada expuesta ante la presencia de varios campos eléctricos simultáneos, (producto de distintas configuraciones de carga) y de campos magnéticos uniformes para estudiar las trayectorias que ésta seguiría bajo distintas condiciones iniciales. Se utilizaron herramientas de programación para introducir el modelo en cuestión, haciendo uso de métodos de integración de orden superior para determinar el desplazamiento de la partícula durante el tiempo de simulación.

M71192 Interferómetro tipo Michelson didáctico basado en un espejo *Carlos Ruben Ramírez Ramírez** (crramirez596@gmail.com), Universidad de Guanajuato; *Ana Dinora Guzmán Chávez* (ad.guzman@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Severino Muñoz Aguirre* (smunoz@cfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo se presenta un interferómetro tipo Michelson basado en un divisor de haz de un reproductor de discos versátiles digitales y un solo espejo. Aquí, el divisor no tiene un comportamiento ideal, por lo que presenta un tercer haz de luz de salida en la misma dirección del primer haz de luz de salida que se refleja a 90 grados del haz de luz incidente. Este primer haz de luz de salida es reflejado con un espejo para recombinarlo con el tercer haz sobre una pantalla de observación. El patrón de interferencia resultante es un patrón de franjas oscuras y brillantes (máximos y mínimos) en forma de círculos concéntricos. Las franjas generadas cambian cuando se modifica el camino óptico de uno de los haces, lo cual se hace desplazando el espejo. Finalmente, este dispositivo es de propósitos didácticos; ya que puede ser usado para mostrar a la co-

munidad estudiantil el fenómeno de interferencia de dos haces.

M71195 Lagrangianas Exóticas *Jorge Fujioka Rojas** (fujioka@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; *Aurea Espinosa Ceron* (spncrnau@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Manuel Velasco Juan* (m@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

En física existen muchas situaciones en las que la evolución de las variables físicas obedecen “ecuaciones no locales”, y hay 3 tipos básicos de ecuaciones de este tipo: (a) ecuaciones que contienen derivadas fraccionarias [1], (b) ecuaciones integrodiferenciales, y (c) ecuaciones “diferenciales y en diferencias” (en inglés: differential difference equations), que involucran los valores de las variables físicas en un número finito de puntos xi separados por distancias finitas. En este trabajo veremos que algunas de estas ecuaciones “no locales” pueden obtenerse mediante el principio de mínima acción, y en esos casos la forma de las ecuaciones de Euler-Lagrange que dan lugar a esas ecuaciones son “exóticas”, es decir, tienen una forma muy diferente de la forma habitual de las ecuaciones de Lagrange. Veremos, además, que en estos 3 casos pueden generarse lagrangianas equivalentes, que se relacionan entre sí de maneras totalmente novedosas. [1] J. Fujioka, Phys. Lett. A 374 (2010) 1126

M71196 Un primer curso de Solitones Ópticos *Jorge Fujioka Rojas** (fujioka@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

En este trabajo se describe la estructura de un primer curso de Solitones Ópticos [1], adecuado para los últimos 3 semestres de la licenciatura, o los primeros semestres del posgrado. Este curso está enfocado en la descripción matemática de estos solitones. Se muestran los distintos tipos de ecuaciones que aparecen en este campo, se analizan las propiedades de estas ecuaciones, y se estudian los distintos tipos de análisis que pueden aplicarse a estas ecuaciones, con el fin de investigar la estabilidad de las soluciones, las cantidades conservadas, y las formas de resolución numérica. Este curso no sólo sirve para aprender qué son los solitones ópticos, sino también para aprender diversos tipos de técnicas matemáticas que son de utilidad en muchos otros campos de la física. En este trabajo se muestran los temas que se presentan en cada una de las clases, y las técnicas matemáticas que se estudian durante el curso. [1] solitonesopticos.blogspot.com

M71198 Aplicación para celular que cuantifica la participación en clase. *Manuel De La Rosa Escareño* (160641@upslp.edu.mx), Universidad Politécnica 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).

mex), Departamento Físico Matemáticas Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Los modelos educativos actuales, consideran el hecho de que existe una fuerte necesidad de tener varios instrumentos de evaluación; dejando de lado en modelo tradicional donde se considera como único instrumento evaluador el examen. Así uno de los factores importantes para complementar la evaluación docente es el considerar la participación en clase, pero, en grupos donde el número de estudiantes es grande se tiene la problemática de cuantificar la participación de forma individual. En el presente trabajo proponemos una aplicación que permite a los estudiantes contestar de manera rápida las preguntas proporcionada por el docente, el cual a su vez recibe en tiempo real los resultados del grupo.

M71229 **Métodos de enseñanza para el aprendizaje de las matemáticas aplicados en el curso de métodos matemáticos impartido en INAOE.** Manuel Gerardo Corona-Galindo (*mcorona@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Luis Enrique Garduño-Puga* (*dataLife_enrique@hotmail.com*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Desde hace once años, en el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE) se comenzaron a impartir cursos de matemáticas a los profesores que enseñan esta disciplina a nivel de bachillerato. La contextualización de los problemas planteados, el contenido de conocimiento y la educación por competencias marcan los pilares de la enseñanza actual. Estos tres puntos se llevaron a una aplicación en el curso de métodos matemáticos que se imparte en INAOE cada verano con miras a preparar a los estudiantes para su ingreso a la maestría en Astrofísica. Con este marco de fondo, se asumió que los estudiantes eran capaces de aprender, en discusiones de grupo, los contenidos de probabilidad y aplicarlos para barruntar la presencia de estrellas Cefeidas en nuestra Galaxia. Como resultado se obtuvo un modelo para predecir la existencia de más estrellas Cefeidas, primeramente en nuestra Galaxia, y, en el acto, en la vecindad del Sol.

M71236 **Variación de la constante dieléctrica de un material no polar con respecto a la temperatura** Jorge Alejandro Bernal Arroyo (*jorge_bernalArroyo@hotmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Mateo Márquez Arias* (*masmat17@hotmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Lorena Del Carmen Ochoa López (*lolitsyolo@outlook.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

En este trabajo analizamos de manera teórica y experimental la variación de la constante dieléctrica de un material, no polar, que se expande en forma lineal con la temperatura, tales como la parafina y vidrio. El dispositivo experimental consiste en un capacitor de placas paralelas con el material como dieléctrico entre ellas, cargado por un relevador, y su temperatura es variada gradual-

mente mediante un baño maría en aceite; registrando los valores de carga instantánea se obtiene una gráfica que muestra que el valor de la constante dieléctrica decrece linealmente. Con base en los resultados obtenidos podemos también determinar otras propiedades del material como su polarizabilidad microscópica.

M71244 **Experiencia didáctica de la Física a nivel Bachillerato: Juego Intercambiable de Cartas de Física.** Juan Guillermo Téllez Villalobos* (*guillermo.tel@hotmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Dentro de la enseñanza de la Física se buscan encontrar diversas técnicas y estrategias para generar la debida predisposición e interés por parte de los alumnos hacia la materia, sobre todo en aquellos niveles escolares en donde los alumnos tienden a una mayor distracción debido a las etapas de desarrollo psicológico por las que atraviesan, tales casos se presentan a menudo en la educación en bachillerato. En la presente investigación se muestran las evidencias y los resultados obtenidos de una propuesta de investigación con enfoque cualitativo en donde se describe una actividad didáctica en la cual se desarrolló un juego intercambiable de cartas basado en el contenido de las materia de Física, tales como ecuaciones, leyes, personajes y momentos históricos. El profesor junto a los alumnos de la materia desarrollaron la metodología del juego, así como los diseños y estrategias del mismo.

M71357 **Análisis de ondas sonoras en una cámara acústica** Antonio Reyes Montaña* (*antonio.reyes.montano@gmail.com*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Roberto Pedro Duarte Zamorano (*roberto.duarte@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; *Expositor.

Para el acondicionamiento acústico de un lugar se busca encontrar la forma más efectiva de mantener un sonido claro, sin ecos que puedan confundir al escucha o reverberación que limite la capacidad para captar los sonidos; por lo que es importante conocer cómo las superficies con diferentes formas y de diferentes materiales afectan la absorción y reflexión del sonido, además de la percepción de este. Para analizar esto, con un propósito demostrativo y de extender el conocimiento sobre el tema en un curso de la licenciatura, se construyó una cámara acústica sencilla a la que se le colocaron una bocina y micrófonos en diferentes posiciones; los micrófonos permitieron registrar el sonido emitido por una bocina conectada a un generador de señales que permitió realizar el estudio considerando diferentes frecuencias, dentro del rango de la audición humana. Se presentan y comparan los resultados obtenidos, variando la frecuencia del sonido y considerando los diferentes materiales bajo estudio

M71440 **La contracción de las longitudes en Relatividad Especial** Byron Axel Hernández Mejía* (*axelhernandez95@Outlook.com*), Benemérita Universi-

dad Autónoma de Puebla; Cupatitzio Ramírez Romero (cramirez@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jesús Omar Hernández Prado (omar.hdez.prado@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La contracción de la longitud es uno de los resultados más conocidos de la relatividad general, habiendo sido establecido previamente por Lorentz como un intento para explicar el experimento de Michelson-Morley. Sin embargo, como ha sido hecho notar por John S. Bell [1, 2], este resultado ha sido frecuentemente interpretado de manera errónea, ya sea como debido al procedimiento de medición o como una contracción del espacio, y no como una contracción real de un cuerpo físico a lo largo de su movimiento, relativo al observador. En este trabajo hacemos una revisión de este problema de interpretación, tal como se da en algunos textos, presentamos algunas de las derivaciones en las que hace evidente que se trata de un fenómeno real y hacemos una discusión del fenómeno enfocada a una mejor comprensión. Referencias 1. John S. Bell, *Speakable and Unsayable In Quantum Mechanics*, Cambridge Univ. Press, 1987. 2. J. Binney and D. Skinner, *The Physics of Quantum Mechanics*, Oxford Univ. Press 201

M71443 **Diseño práctica de magnetoresistencia Gigante** 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; Víctor Manuel Velázquez Aguilar (vicvela@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Enrique López Moreno (elmliz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Con el fin de que los alumnos de licenciatura tengan un primer acercamiento a la espintrónica se diseñó una práctica de laboratorio para medir el efecto de magnetoresistencia gigante (GMR) en un cabezal de lectura de un disco duro Segate. Utilizando material de docencia, se midió la caída de la resistencia de hasta $\Delta R = 0.7\Omega$ correspondiente a 1.5% R_0 , con un campo magnético de 21.1 mT. Esta práctica permite contacto con un fenómeno con aplicaciones tecnológicas como discos duros, memorias RAM o biosensores.

M71458 **Simulación simplificada de movimiento Browniano bidimensional** Claudeth Clarissa Hernández Álvarez* (clari_7lobos@hotmail.com), Departamento de Física, Universidad de Sonora; Ángela Morales Zamudio (angelamz3020@gmail.com), Departamento de Física, Universidad de Sonora; Amir Darío Maldonado Arce (amir.maldonado@unison.mx), Departamento de Física, Universidad de Sonora; Laura Lorenía Yeomans Reyna (laura.yeomans@fisica.uson.mx), Departamento de Física, Universidad de Sonora; *Expositor.

Las partículas en una suspensión se mueven de manera aleatoria debido al golpeteo térmico de las moléculas de solvente. Dicho movimiento Browniano es relevante en las propiedades de materiales blandos tales como coloides o sistemas biológicos (óvulos de animales marinos, proteínas de membrana). En este trabajo estudiamos un modelo sencillo de movimiento Browniano, simulando caminatas aleatorias. Analizamos estadísticamente el movimiento de 100 partículas en un plano, trazando trayectorias de 10,000 pasos mediante la generación de números aleatorios; comparamos los resultados en situaciones de isotropía probabilística en el movimiento, con situaciones donde la partícula tiene mayor probabilidad de dirigirse en una dirección respecto a otras. Esta situación es relevante cuando las partículas se mueven siguiendo algún gradiente (como la concentración de moléculas señalizadoras). Los resultados se comparan con el caso de partículas que interactúan mediante el potencial de Lennard-Jones.

M71475 **ECUACIÓN DE ONDA ELÁSTICA: MEDIOS HOMOGÉNEO Y NO HOMOGÉNEO** Carlos Alberto De La Cruz López* (dankon1887@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Lamberito Castro Arce (lcastro@navojoa.uson.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.

La modelación de ondas mecánicas a partir de las leyes de Newton y la ley de Hooke, es el objetivo de este trabajo, en esta primera etapa: se considera un Físico-Matemático para obtener la ecuación de onda elástica, en Medios Homogéneos y No Homogéneos; la cual será como punto de partida para futuros trabajos de ondas acústicas y/o sónicas aplicadas a sistemas geofísicos, propios de mi área de interés. De la literatura se ha visualizado que la incorporación de los tensores de esfuerzos y deformación permiten la obtención de la ecuación diferencial, que al resolverse, nos permite obtener respuestas de la región de bandas de frecuencias en regiones permitidas o no permitidas de vibraciones, útiles para la interpretación en futuros análisis de propagación, leyes acústicas de Snell, efectos diversos y parámetros físicos involucrados de estos sistemas en estudio.*Agradecimiento a la DES: Ciencias e Ingeniería de la UNI-SON, por el apoyo en el desarrollo de este trabajo.

M71548 **Filtración por medios granulares** Daniel Espinobarro Velázquez (despinobarro@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; Lucero Arredondo Medina* (a301398@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; Daniel Villalobos González (a301363@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.

Con el objetivo de reutilizar las aguas grises del hogar, específicamente el agua del ciclo de enjuague de la lavadora empleando detergentes biodegradables para su posterior uso como agua de riego; se fabricó un filtro de grava y arena con una última etapa de carbón activado. El propósito de esto, es que con el tamaño del grano de la grava y arena se pudieran retener los residuos sólidos disueltos, además de utilizar la propiedad de adsorción del carbón

activado para eliminar color, olor y los posibles cloruros que pueda llevar el agua. Para comprobar que el agua a la salida del filtro cumpla con los parámetros del agua de riego, se hicieron pruebas de laboratorio para determinar los niveles salinidad, la conductividad, los sólidos disueltos, sodio, cloro, Nitratos, bicarbonatos, carbonatos y el pH. Este tipo de filtro además de ser una forma económica del cuidado del agua, ayuda a verificar de manera tangible las propiedades físicas del líquido una vez que paso por el carbón activado.

M71551 Rectificador térmico; primeros pasos. *Andrea Rosales Pulido** (andreearosales97@gmail.com), *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*; *Luis Mariano Hernandez Ramirez* (luismh01@yahoo.com.mx), *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*; *Expositor.

El rectificador térmico es un dispositivo con una capacidad distinta de flujo de calor a lo largo de diferentes direcciones. En este trabajo diseñamos un arreglo macroscópico de rectificador térmico basado en dos materiales con diferentes conductividades térmicas, por un lado tenemos una placa con un material de baja conductividad térmica, para lo cual usamos resina epóxica y otra prueba con cemento, se hicieron orificios en estas placas en forma de cono asimétricos rellenos con un material de alta conductividad térmica en nuestro caso una aleación de estaño, plata y cobre. Ambas caras se recubrieron con una capa de material conductor para así tener las superficies adecuadas para aplicar calor y medirlo en el otro extremo de la placa. Con ayuda de Arduino diseñamos un sensor de temperatura determinando el transiente de temperatura en ambas caras de nuestro arreglo, observamos una asimetría en el flujo de calor inherente al proceso de rectificación.

M71556 Biofísica del sentido del olfato *Paul Donaldo Cañez Miranda** (paul.3.14159.2.718281@gmail.com), *Departamento de Física, Universidad de Sonora*; *Amir Dario Maldonado Arce* (amir.maldonado@unison.mx), *Departamento de Física, Universidad de Sonora*; *Expositor.

El sentido del olfato es uno de los mecanismos con los cuales percibimos información del entorno. Su funcionamiento depende de la interacción de una gran cantidad de sustancias volátiles con proteínas (receptores olfativos) que tenemos en neuronas especializadas en nuestra cavidad nasal; la activación de dichos receptores produce señales nerviosas que nuestro cerebro interpreta como un aroma particular. En este trabajo hacemos una revisión de las bases biofísicas del funcionamiento del olfato; describimos las características físicas necesarias, así como las interacciones entre receptor y moléculas aromáticas. Finalmente, hacemos un repaso de las teorías físicas (forma molecular, vibraciones, efecto túnel inelástico) que intentan explicar el sentido del olfato, haciendo énfasis en sus puntos fuertes y debilidades. Este tema puede servir co-

mo motivación para introducir el tema de interacciones intermoleculares en curso de Física general o Biofísica.

M71564 Aspectos Básicos de la Tomosíntesis Digital de Mama *Juan Pablo Madrigal García** (juanpfismed@gmail.com), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Mercedes Rodríguez Villafuerte* (mercedes@xn--fsica-zsa.unam.mx), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Expositor.

La Tomosíntesis Digital de Mama (DBT, por sus siglas en inglés) es una técnica emergente que permite obtener imágenes semitomográficas para uso clínico a partir de un número limitado de proyecciones en un ángulo reducido. Esta técnica posee una geometría similar a la utilizada en mamografía convencional, sin embargo, es capaz de proveer imágenes en profundidad que permiten identificar con mayor precisión estructuras malignas o descartar las sanas. El objetivo de este trabajo es dar a conocer, de una manera simple, los aspectos relacionados con la técnica: geometría y parámetros de adquisición, métodos de reconstrucción, métricas de calidad, ventajas y desventajas. Finalmente, se realizará una comparación con respecto a la mamografía convencional y se mencionarán cuáles son los retos a futuro para la tomosíntesis.

M71566 DESARROLLO DE UNA INTERFAZ PARA LA ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES DE UN GENERADOR DE ELECTRICIDAD *Mireya-Estefany Márquez-López** (MiRe_250@hotmail.com), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.*; *Jorge Cotzomi Paleta* (jcotzomi@fcfm.buap.mx), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.*; *Saúl Hernández-Mariscal* (shernandez@fcfm.buap.mx), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.*; *Azucena López-Casique* (azucena.casique@correo.buap.mx), *Preparatoria Emiliano Zapata, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.*; *Areli Montes Pérez* (arelimp@fcfm.buap.mx), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.*; *Expositor.

En el laboratorio de Electromagnetismo de la FCFM de la BUAP se cuenta con un generador de electricidad a base de vapor con sensores acoplados a una pantalla LCD para desplegar su información, sin embargo, los datos desplegados en la pantalla no son apropiados para los usuarios que analizan y tratan los datos. A fin de hacer más práctico el manejo de información, se desarrolló con MATLAB una interfaz para la adquisición y procesamientos de las señales. En este trabajo, mostramos la implementación de la interfaz, el código de adquisición y el despliegue en forma gráfica del voltaje, las revoluciones de la polea del generador, así como la temperatura de la caldera del generador eléctrico.

M71570 Crecimiento de tomate (*Solanum Lycopersicum*) en respuesta a bandas de onda azul (450-495nm) y roja (620-750nm). Alexis Armando Vargas Cerda* (*alvaccer2@hotmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; José Luis Juan Reyes (*jolujure@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Luis Mariano Hernandez Ramirez (*luismh01@yahoo.com.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Los organismos fotosintéticos han desarrollado distintos fotorreceptores que responden diferentes longitudes de onda de la luz. Este trabajo plantea un análisis cualitativo del crecimiento de distintos especímenes de *Solanum Lycopersicum* expuestos a bandas del espectro visible las cuales se determinaron con un arreglo óptico con monocromador y técnicas de lockin. Usando LEDs es posible confinar al espécimen a bandas de longitudes de onda específico y este estaba contenido en una caja aislada en la cual se monitoreaba, mediante sensores electrónicos y arduino la temperatura, humedad para tener un control sobre estos parámetros y sensores de los niveles de CO₂ dentro del ambiente, para así ver el efecto de la luz en las plantas. Encontramos que la luz azul es importante en las etapas iniciales del desarrollo de la planta en tanto la luz roja es más importante en etapas posteriores lo cual se nota en la ramificación de la planta al hacer una comparación.

M71573 INFLUENCIA DE LA FRICCIÓN COULOMB EN UN SISTEMA OSCILATORIO INERCIALMENTE ACOPLADO Erwin A. Martí Panameño (*erwin.marti@correo.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Julio Cesar Texca Garcia* (*julio.texca@alumno.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo, basados en las técnicas del experimento numérico, estudiamos la dinámica de oscilación de un sistema conformado por dos osciladores acoplados y de propiedades diferentes. Nuestro modelo considera que uno de los cuerpos es excitado por la fuerza periódica externa, estando sometido a fricción viscosa; el otro está sometido a fricción Coulomb. El acoplamiento se da a través de un resorte dependiente de la frecuencia de excitación, es decir es selectivo en frecuencia; lo anterior debido, por ejemplo, a la inercia en la respuesta a la fuerza de excitación. Desarrollamos el modelo matemático y presentamos algunas soluciones analíticas particulares. Los casos más generales se estudian mediante simulaciones numéricas, aplicando tanto métodos de diferencias finitas como paquetes de álgebra computacional. Los resultados se presentan empleando gráficos y animaciones. Nos enfocamos, también, en las posibles rutas al caos a partir de la selección de parámetros del sistema.

M71583 El fin de la inocencia o la física derrumbó mis sueños de superhéroe Andrés García Ruiz*

(*andresgr_gara@yahoo.com.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Francisca Hueramo Hueramo (*fhueramo296@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Luis Mariano Hernandez Ramirez (*luismh01@yahoo.com.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Cuantos de nosotros no crecimos con la idea de ser superhéroes con grandes poderes, superfuerza, supervelocidad, lanzar rayos mortales y muchos otros más. Todo eso se fue derrumbando cuando elegí estudiar la carrera de física, con cada materia cursada los poderes de mis superhéroes resultaban imposibles, violan las leyes de la física que iba aprendiendo, desde las de Newton como Superman soportando un avión en plena caída sin apoyo alguno, su vuelo mismo imposible, aún siendo de otro punto del universo, las leyes de la física son universales. Poco a poco cada uno de ellos cayeron inexorablemente aplastados por las leyes de la física y hasta de la biología. En este trabajo hacemos un análisis de como las leyes físicas con ejemplos numéricos y biológicas hacen imposible la existencia de estos superhéroes, si bien acabaron con mi esperanza de ser uno de ellos, me mostraron que el universo real y las leyes que lo rigen son tan o más fascinantes que los superhéroes de mi juventud.

M71600 Como influye la física en las carreras de Química Gabriel Barrera Espinosa (*gbe36w@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química; Edith Cedillo Cruz (*3dith.htide@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química; Marina Emilio Aguirre (*marina.emilio@hotmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias; Ana Beatriz Salazar Arriaga (*betyann775@hotmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química; Hugo Espinosa Jiménez (*h10_90@hotmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química; Héctor Domínguez Castro* (*hectordc@unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones en Materiales; *Expositor.

Se realiza un estudio detallado de los problemas que presentan los estudiantes de licenciatura de la facultad de química de la UNAM con respecto a las materias de física. Se estudia y se hace un análisis para encontrar cuales son los motivos de rechazo o bloqueo para estudiar esas materias. Se proponen nuevos métodos para que los estudiantes puedan adquirir mejor desempeño en las materias de física. Se proponen problemas que pueden estar directamente relacionados con las materias de física en química. El estudio se realizó en estudiantes de la UNAM pero bien puede aplicarse en cualquier universidad con carreras de física y química.

M71603 Gamificación con drones en la enseñanza de la física Antonio Hernández Medina* (*amedina@tec.mx*), Tecnológico de Monterrey Campus estado de México; Rubén Darío Santiago Acosta (*ruben.dario@tec.mx*),

*Tecnológico de Monterrey Campus estado de México; Sergio Rogelio Morales Vargas (rogelio.morales@tec.mx), Tecnológico de Monterrey Campus Santa Fe; *Expositor.* El objetivo de la investigación es explorar la aplicación de la gamificación como una herramienta para motivar a los alumnos de cursos de mecánica con la ayuda de drones. La principal dificultad generalizada que se encuentra en los alumnos cuando cursan temas de mecánica es la desmotivación por aprender dicha área. Las clases tradicionales de enseñanza de la mecánica hace que los alumnos se muestren apáticos en aprender ya que no ven una aplicación directa de lo que se enseña y son pasivos en las clases. Es necesario buscar métodos de enseñanza y espacios renovados que motiven al alumno en interesarse por aprender. En el presente trabajo se estudian los efectos de usar actividades gamificadas con el uso de drones para mejorar el aprendizaje de los alumnos. Los resultados de la innovación educativa aplicada indican que se logró un significativo interés por parte de los alumnos en el aprendizaje de la mecánica al igual que se consiguió mejorar la comprensión de los temas en general.

M71619 Construcción de un detector de rayos cósmicos con fines didácticos. *Carlos Aldair Cruz Velásquez (emc_MaRLo@hotmail.com), Instituto Tecnológico de Tláhuac; Rodrigo Alejandro Gutiérrez Arenas (rgutierrez@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; José Rubén Alfaro Molina* (ruben@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.*

El estudio de los rayos cósmicos en México es un área de gran tradición y en donde actualmente investigadores mexicanos participan en observatorios internacionales de muy alto impacto como el observatorio HAWC o el observatorio Pierre Auger. Para motivar y acerca más en esta área a estudiantes de último año de bachillerato y primero de licenciatura, hemos construido un detector de rayos cósmicos de muy bajo costo y solo 5 volts de voltaje de operación. Medidas como el simple conteo de radiación cósmica hasta la inspección de señales y acoplar en coincidencia dos de ellos son posibles, por lo que ofrece gran flexibilidad para la enseñanza. En este trabajo damos los detalles de su construcción e instrumentación así como algunas medidas básicas.

M71639 Interferómetro de Young usando fotones individuales. *Eduardo Hernández Hernández* (eduardo_hernandez@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Víctor Manuel Velázquez Aguilar (armanirobles1408@gmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; José Armando Robles Sánchez (armanirobles1408@gmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.* Se estudió el interferómetro de Young y se caracterizó su patrón de interferencia. Los resultados obtenidos confirman que aún cuando el experimento se realizó con fotones individuales de longitud de onda de 810 nm, el compor-

tamiento es similar al esperado para ondas electromagnéticas, logrando poder determinar la distancia entre la rendija y detector $R = (0:67129623 \pm 0:01714563)$ m con un error del 3.13 % respecto a la medida directa. Esto confirma el comportamiento dual de la luz.

M71642 Políticas educativas en la enseñanza de la física a nivel básico con perspectiva de género. *Lorena Romero Salazar* (lors@uaemex.mx), Laboratorio de Nanotermodinámica y Sistemas Complejos de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México/ Red Mexicana de Ciencia Tecnología y Género; Melissa María Monroy Hernández (melissammh@hotmail.com), Red Mexicana de Ciencia Tecnología y Género; *Expositor.*

La promoción de la Física desde edades tempranas es una estrategia para incrementar el número de jóvenes que ingresen a las licenciaturas de Física o Ingeniería Física. En particular como integrantes del Grupo de Mujeres en la Física y de la Red Temática Conacyt “Ciencia, Tecnología y Género” nos interesa incidir en incrementar la participación de niñas y mujeres en las áreas de física e ingeniería. En particular en el Estado de México hemos participado con conferencias, así como en múltiples ferias científicas aportando con actividades con perspectiva de género. Sin embargo, es necesario enlazar nuestras actividades y estrategias con las políticas educativas de Educación Básica del Estado de México. En este trabajo presentamos el diagnóstico de la revisión de dicha política, así como estrategias para vincular nuestro quehacer cotidiano desde las aulas, foros de divulgación y vinculación con el magisterio para promover la incorporación de más niñas y mujeres a la Física.

M71644 Radio Receptor para Astronomía *Alejandro Torija Méndez* (torijama@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Susana Sánchez Urrieta (susana_urrieta@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Olga Guadalupe Félix Beltrán (olga.felix@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

La radioastronomía se desarrolló originalmente por ingenieros eléctricos y físicos con experiencia en el área de electrónica, quienes aplicaron su conocimiento para lograr observaciones en longitudes de onda fuera del rango visible. El primer radiotelescopio fue diseñado alrededor de los años treinta por Grote Reber, desde entonces el arte de la electrónica se ha desarrollado considerablemente permitiendo a las personas no especializadas en el área hacer observaciones; incluso ha sido posible hacer llegar estos dispositivos a estudiantes de licenciatura y nivel medio superior. En este trabajo se diseñó un sistema de recepción de ondas de radio para astronomía, aprovechando componentes electrónicos de uso cotidiano, con el fin de acercar a estudiantes del nivel medio superior a las ciencias exactas. Este sistema consiste en un receptor de señales en las

frecuencias de 3.4 a 4.2 GHz, un detector de potencia de la señal, un circuito de digitalización y una interfaz gráfica.

M71645 **La Física del Oxímetro** Estela Margarita Puente Leos* (mpl@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

Se presenta una secuencia de experimentos que permiten entender la física del funcionamiento de un oxímetro. Un oxímetro es un instrumento que permite obtener, de manera no invasiva, la saturación de oxígeno de la hemoglobina arterial. Para esto, se considera que la oxihemoglobina o hemoglobina oxigenada (HbO₂) y la desoxihemoglobina o hemoglobina reducida (Hb) absorben y transmiten determinadas longitudes de onda del espectro luminoso para la luz roja y la luz infrarroja. La HbO₂ absorbe más la luz infrarroja y permite el paso de la luz roja; por el contrario, la Hb absorbe más la luz roja y permite el paso de la luz infrarroja. Los oxímetros tienen un fotodiodo emisor de luz y un fotodiodo detector. Con estos experimentos, se espera que los estudiantes entiendan como funcionan los distintos tipos de sensores de luz tanto para luz visible como para luz infrarroja, como se caracterizan, se calibran y su utilidad en aplicaciones tecnológicas.

M71683 **Simulaciones interactivas del electromagnetismo** Rubén Darío Santiago Acosta* (ruben.dario@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México; Antonio Hernández Medina (amedina@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México; *Expositor.

En este trabajo se presenta una propuesta para enseñar y analizar conceptos eléctricos y magnéticos mediante simulaciones interactivas. Se construyen simulaciones simples utilizando las herramientas interactivas que posee el paquete Mathematica. Se consideran ejemplos como campo y potencial eléctrico, ley de Biot Savart, Ley de Ampere, etc. Se construyen interfaces gráficas interactivas (widgets) para cada ejemplo. La propuesta termina con un sistema de evaluación de conceptos donde se utilizan las interfaces.

M71690 **Jugando con gotas: Análogos cuánticos hidrodinámicos con ferrofluidos** Adolfo Rodríguez Mendez* (DADOLFORM@GMAIL.COM), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

Estudiamos el efecto de campos magnéticos constantes sobre gotas ferromagnéticas, que saltan sobre un baño líquido vibrante. El análogo cuántico hidrodinámico es un fenómeno observado experimentalmente, donde pequeñas gotas rebotan sobre un fluido fluctuante. Se ha mostrado que los análogos cuánticos hidrodinámicos asemejan a fenómenos naturales en una escala energética atómica. Puede ser una herramienta de interés para la introducción de conceptos básicos de la mecánica cuántica a estudiantes, sin el requisito de matemáticas avanzadas. En este trabajo, se describe el uso de campos magnéticos sobre

una gota ferromagnética, como parámetro para modificar las características del sistema. El campo magnético es generado por un solenoide sobre un líquido, excitado a bajas frecuencias, que actúa sobre una gota de fluido ferromagnético. Al agregar esta nueva propiedad, se buscó a modificar el movimiento de la gota, a optimizar la estabilidad del sistema y a observar nuevos fenómenos análogos.

M71710 **4º. Taller de Radio-Astrofísica, TonaNzinTla 2019** Abraham Luna Castellanos* (aluna@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Alfredo Montaña Bárbano (amontana@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; David Sanchez Arguelles (domars@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Miguel Velázquez De La Rosa (míyang@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Emmaly Aguilar Perez (emmaly@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Arturo Iván Gomez Ruiz (arigomez@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Edgar Colín Beltrán (edgarcob@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Rodolfo Iván Rodríguez Montoya (ivrguez@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

El taller de radio-astrofísica está dirigido a estudiantes cursando el último año de la carrera de Física y áreas afines en instituciones de México, América Central y América del Sur. La edición 2019 convocó a más de 80 solicitudes de excelente nivel y de 10 países, de las cuales se seleccionó a 20 estudiantes a quienes con patrocinio de CONACYT y el INAOE se les otorgan becas para viaje, hospedaje y alimentación. El objetivo es introducir a los estudiantes en los conceptos de la radio-astrofísica, en particular de astronomía milimétrica y de la investigación que se realiza en INAOE-México con GTM. El taller se divide en dos semanas, con conferencias en temas de investigación en astrofísica y clases con un enfoque práctico. La 2a semana, los estudiantes desarrollan un proyecto de investigación guiados por un astrónomo. (www.inaoep.mx/tallermmnt)

M71724 **Trayectorias de partículas cargadas en campos eléctricos** Anna Kristha Almazán Favela* (annakristha@hotmail.com), Universidad de Sonora; Omar Alejandro Angulo Gil (oaag0013@gmail.com), Universidad de Sonora; Manuel Andrés Cota Santelíz (maancosa@gmail.com), Universidad de Sonora; Dupret Alberto Santana Bejarano (dupret.santana@unison.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.

En este trabajo se desarrolló un programa computacional que permitió simular el movimiento de varias partículas cargadas bajo el efecto de campos eléctricos producidos por varillas con distribución de carga arbitrarias. Para disminuir el error numérico, se utilizó un integrador de cuarto orden al resolver las trayectorias en el tiempo. El código se escribió en Fortran orientado a objetos y está disponible con previa solicitud.

M71748 **Microscopio didáctico usando un teléfono celular** Valeria Yanet Urieta De La Cruz* (*Janis. urieta@hotmail.com*), Facultad de Física de la Universidad Veracruzana; Jorge Rafael Virues Salazar (*visjbob@hotmail.com*), Facultad de Física de la Universidad Veracruzana; Adrián Arturo Huerta Hernández (*adhuerta@uv.mx*), Facultad de Física de la Universidad Veracruzana; *Expositor.

Se presentan los resultados experimentales realizados mediante un microscopio casero, elaborado con componentes reciclados, tal como una lente óptica de un láser de lector de CD's la cual se insertó en la cámara trasera de un smartphone en desuso. Gracias a su elaboración se han observado procesos como el crecimiento de cristales de NaCl, en el cual se aplica la técnica de cristalización por evaporación lenta, se calcula la velocidad y aceleración del crecimiento de las estructuras cristalinas. Algo similar se hace con azúcar, observando vitrificación y cristalización en el crecimiento. También se observó el movimiento de partículas en emulsiones de aceite en agua, estabilizadas con jabón, en particular el comportamiento errático de micropartículas con objetivo de calcular el desplazamiento cuadrático medio. La elaboración y uso de este instrumento puede usarse para fines didácticos y de divulgación lo cual fue probado en los talleres de divulgación de Sábados en la Ciencia en Xalapa.

M71764 **Maquinas Perpetuas vs. Leyes de la Termodinámica** Said Horacio Encinas Jardines* (*saibo12@hotmail.com*), Instituto Tecnológico de Hermosillo; Juan Daniel Manzano Salas (*dmanzanos99@gmail.com*), Instituto Tecnológico de Hermosillo; Luis Ignacio Lomeli Galaz (*luis_ilg@hotmail.com*), Instituto Tecnológico de Hermosillo; Gregorio Alejandro Vejar Delgado (*profesor_vejardelgado@hotmail.com*), Instituto Tecnológico de Hermosillo; Kassim José Mendoza Peña (*maestro.kassim.mendoza@gmail.com*), Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A.C.; *Expositor.

El ingenio humano trabaja simplificando las operaciones necesarias para realizar una acción, mientras reduce el consumo energético. Bajo esta premisa surgen "las Maquinas de movimiento perpetuo" (M.M.P.) Se fundamentan en la conservación de movimiento y trabajo sin la necesidad de una fuente energética. Sin embargo, poseen un ligero inconveniente para lograr su cometido, las leyes de la termodinámica, ya que algunas de ellas rompen con la primera ley al "funcionar" sin un consumo energético constante, mientras que otras interfieren con la segunda ley al "desarrollar" trabajo infinito. Algunos ejemplos son: máquinas de movimiento hidrostático, ruedas sobre balancadas y péndulos. Reunir y analizar información referente a las (M.M.P.) permite comprender de mejor manera la relación entre máquinas, trabajo y las leyes de la termodinámica clásica. Se concluye realizando conjeturas referentes a su funcionamiento, logrando así extraer conocimiento aplicable para futuros diseños ingenieriles.

M71779 **Propuesta de introducción a las integrales de camino en cursos básicos de licenciatura** José Alfredo Galaviz Sañudo (*checkmategalaviz@gmail.com*), Universidad de Sonora; Claudeth Clarissa Hernández Alvarez* (*clari_7lobos@hotmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

El formalismo de la teoría cuántica basado en el concepto de integral de camino (IC) ha resultado ser muy útil al estudiar teorías de la física fundamental contemporánea como es el caso de la teoría cuántica de campos. A pesar de esta ventaja no es un tópico que se considere prioritario en los programas de nivel licenciatura ya que aparentemente es un tema para cursos avanzados. En el presente trabajo proponemos una estructura didáctica para introducir las IC desde los cursos introductorios de física moderna. La estructura consiste en motivar el tema mediante el análisis del experimento de la doble rendija, el concepto de acción clásica y concepto de medida; terminando por mostrar una conexión entre las IC y la ecuación de Schrödinger. Con ello buscamos lograr que quienes estudian la licenciatura en física, tengan las bases para estudiar tanto el formalismo canónico de la teoría cuántica como el de las IC.

M7 Física de Radiaciones Explanada frente a Rectoría

M760 **Los teléfonos celulares como monitores de radiaciones ionizantes, una opción simple y eficiente, al alcance de todos.** José Ignacio Golzarri Y Moreno (*golzarrm@unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Guillermo Espinosa García* (*espinosa@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Fermín Castillo Mejía (*ciro@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En la actualidad, un teléfono celular presenta múltiples funciones, hasta la de podernos comunicar con ellos. Entre una de estas aplicaciones de los celulares se tiene la de Monitor de Radiación Ionizante y la de Dosímetro Personal, simplificando y haciendo la medición de radiaciones ionizantes un proceso al alcance de todos, de bajo costo, disponible en todo tiempo, dejando en la historia a todos los métodos de medición tradicionales. En este momento, todos podemos medir los niveles de Radiación Ambiental y la Dosis de radiación a la que estamos expuestos, mediante un teléfono celular con la aplicación adecuada y la calibración pertinente. En este trabajo se presenta el como utilizar un teléfono celular para estas mediciones y su calibración.

Este trabajo se llevó a cabo con apoyo económico parcial del proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT IN-102819.

M761 **Estudio, metodología y certificación de contaminantes radiactivos en alimentos, mediante espectrometría gamma, un tema de Ciencia que apoya a la Economía del País.** Carmen Ángeles Galloso

(*sirpaul345@gmail.com*), Estudiante Asociado, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Carlos Reyes Espinoza (*LuiCarl@outlook.com*), Estudiante Asociado, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; José Ignacio Golzarri Y Moreno (*golzarrm@unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Guillermo Espinosa García* (*espinosa@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En este trabajo se presenta el análisis, la metodología y calibración de contenidos radiactivos naturales y producidos por accidentes radiológicos ambientales, mediante espectrometría gamma. Siguiendo las recomendaciones de la FAO, y del OIEA en el programa; “Alimentos Seguros y su Trazabilidad”, para su consumo y comercialización. Siendo este análisis obligatorio legalmente para la Exportación e Importación de alimentos, en la mayoría de los Países. Por lo que el conocimiento y aplicación de este tema Científico conlleva a un beneficio económico y social. Este trabajo se llevó a cabo con apoyo económico parcial del proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT IN-102819.

M7144 CARACTERIZACIÓN EXPERIMENTAL DE DIAFONÍA EN GUÍAS DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS ACOPLADAS EN CIRCUITOS IMPRESOS

*Dora Alejandra Chaparro Ortiz** (*dacho0827@hotmail.com*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Reydezel Torres Torres* (*reydezel@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Información puede llevarse de un punto a otro dentro de un circuito impreso utilizando una guía de ondas electromagnéticas que funciona como canal de comunicación. Sin embargo, cuando dos canales de comunicación se encuentran próximos, la energía electromagnética guiada por uno puede perturbar al otro debido a un acoplamiento de campos cercanos. Este fenómeno se conoce como diafonía y degrada las señales portadas por las ondas, dificultando la interpretación de la información. En este trabajo de investigación, se ha cuantificado la degradación de señales mediante la determinación experimental y correspondiente análisis de funciones de transferencia entre las entradas y salidas de canales de comunicación en circuitos impresos. Estos canales son formados por guías de onda operando en modo transversal electromagnético, particularmente de tipo micro-cinta. El análisis de resultados se extiende al dominio del tiempo usando Teoría de Series de Fourier y aplicando operaciones de convolución.

M7167 HYDROXYAPATITA A PARTIR DE PESCADO: UN SENSOR DE RADIACIÓN GAMMA INTERESANTE

*Patricia Montes De Oca Valdes** (*pathii.fis13@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; *Demetrio Mendoza Anaya* (*demetrio.mendoza@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Federico Gabriel García*

Santibañez-Sánchez (*fegasa3@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; *Claudia Elizabeth Gutiérrez Wing* (*claudia.gutierrez@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.

Este trabajo presenta los resultados experimentales de las características termoluminiscentes (TL) inducidas por la radiación gamma en hidroxiapatita sintética obtenida de escamas de peces. Las escamas de pescado se recolectaron en un mercado local del Estado de México, éste material se sometió a un proceso de lavado y posteriormente a un ataque químico en una solución de NaOH (1N). Finalmente, las escamas de pescado se sometieron a tratamiento térmico a 500, 700 y 900 °C durante 3 h. La caracterización estructural y morfológica se llevó a cabo utilizando técnicas de difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido. La curva de brillo de TL de Hap exhibió un pico centrado a alrededor de 170 °C; sin embargo, la señal de intensidad de TL aumenta cuando la temperatura trata térmicamente también aumenta. Además, la respuesta TL de Hap en función de la dosis absorbida de radiación gamma presenta un comportamiento lineal en un amplio rango de dosis.

M7655 Análisis de la permitividad compleja de líquidos mediante la equivalencia eléctrica del modelo de Debye

Reydezel Torres Torres (*reydezel@inaoep.mx*), Instituto nacional de astrofísica, óptica y electrónica; *Eduardo Moctezuma Pascual** (*emoctezuma@inaoep.mx*), Instituto nacional de astrofísica, óptica y electrónica; *Expositor.

Las representaciones matemáticas para la permitividad compleja que describe el comportamiento dieléctrico de muestras líquidas debe cumplir con las relaciones de Kramers-Kronig. En el dominio de la frecuencia, un modelo que cumple con este criterio es el basado en las ecuaciones de Debye. Sin embargo, este modelo no considera intrínsecamente las pérdidas por corrientes de conducción que ocurren en un líquido que presenta iones libres, así como resonancias de orden superior ante la aplicación de campos eléctricos variantes en el tiempo. Por otra parte, el considerar estos efectos complica sustancialmente la determinación de los parámetros correspondientes. Con esta motivación, en este trabajo se utiliza un circuito eléctrico para representar la permitividad en el rango de las microondas, de manera que, mediante equivalencia entre parámetros, puedan implementarse sistemáticamente el modelo de Debye en forma simple y precisa.

M7704 ESTUDIO COMPARATIVO DE LA MEDICIÓN DE NEUTRONES RÁPIDOS MEDIANTE DETECTORES DE BURBUJAS Y DETECTORES POR TRAZAS CR-39

*Benjamín Leal Acevedo** (*benjamin.leal@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM; *Fermín Castillo Mejía* (*ciro@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; *José Ignacio Golzarri Y Moreno* (*golzarrm@fisica.unam.mx*), Instituto de Física UNAM; *Javier Gutierrez Ramirez*

(*jgr@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM; Maria Isabel Gamboa De Buen (*gamboa@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM; Horacio Martínez Valencia (*hm@fis.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Guillermo Espinosa García (*espinosa@fisica.unam.mx*), Instituto de Física UNAM; *Expositor.

Se comparan las mediciones de 2 distintos tipos de detectores integradores de neutrones rápidos a saber los detectores de burbujas y los detectores por trazas CR-39. El espectrómetro de detección de burbujas tiene seis umbrales de energía diferentes que van desde 10 keV a 10MeV. El número de burbujas obtenidas en cada medición está relacionado con la dosis equivalente de neutrones a través de la sensibilidad (B/ μ Sv) y también con el flujo de neutrones (neutrones por unidad de área) a través de una relación proporcionada por el fabricante. Para probar la respuesta de los detectores de burbujas, se irradió durante 2h un conjunto de 6 con diferente umbral de energía, a una distancia entre 4 y 20 cm con una fuente de Am-Be 241. Los detectores CR-39, colocados debajo de un radiador de polietileno de 1-5 mm, se expusieron a diferentes tiempos para una fluencia de neutrones dada. Se comparan los resultados experimentales.

[M7732] Resonancias en una cavidad de microondas Lucero Segura Juárez* (*lucero.segurajz@udlap.mx*), Universidad de las Américas Puebla; Melina Gómez Bock (*melina.gomez@udlap.mx*), Universidad de las Américas Puebla; Enriqueta Hernández Saldaña (*queta@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En este trabajo se analiza un experimento de resonancias en una cavidad de microondas realizado por el grupo del Prof. P. Von Brentano (1), en el cual se presentan las medidas de resonancias en una cavidad doble de microondas. El experimento muestra la generalización del Teorema de Von Neumann-Wigner (2) el cual describe los cruces y anticruces de las energías y semianchuras de resonancias. Asimismo, se destaca la manifestación de este fenómeno en otras áreas de la física tales como física atómica, física molecular, física nuclear, entre otras. (1) M. Philipp, P. Von Brentano, G. Pascovici, and A. Richter (1999). Frequency and width crossing of two interacting resonances in a microwave cavity. *Physical Review E*, 62(2), 1922-1926. Doi: 10.1103/physreve.62.1922 (2) J. Von Neumann and E. Wigner, *Z. Phys.* 30, 427 (1929).

[M7926] Derivados anfílicos del quitosano obtenidos mediante polimerización de injerto inducida por radiación gamma y su comportamiento en la interface agua-aire Martín Caldera Villalobos* (*caldera_martin@hotmail.com*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; María Del Pilar Carreón Castro (*pilar@nucleares.unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Víctor Manuel Velázquez Aguilar (*vicvela@ciencias.unam.mx*),

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.

La polimerización de injerto inducida por radiación ionizante es una herramienta versátil en la ciencia de materiales para la modificación de las propiedades físicas de los polímeros [1,2]. Particularmente el quitosano es un polisacárido biocompatible y biodegradable con carácter altamente hidrofílico [3]. Además, este polisacárido posee actividad antibacteriana [4]. En este trabajo reportamos la obtención de polímeros anfílicos mediante polimerización de injerto de monómeros acrílicos (acrilato de metilo, acrilato de tert-butilo y acrilato de hexilo) sobre el quitosano. Las reacciones de polimerización fueron realizadas por irradiación simultánea de los monómeros y el quitosano utilizando una dosis de radiación de 10 kGy a una razón de 1.62 kGy/h utilizando una fuente de radiación de ^{60}Co (irradiador Gamma beam 651PT). Se estudió la formación de películas de Langmuir de los polímeros anfílicos y su comportamiento en la interfase agua-aire mediante la construcción de isotermas

[M7969] Simulación Computacional de una Sala de Irradiación Gamma Utilizando Redes Neuronales Artificiales Suemi Rodríguez Romo (*suemi@unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Fernando Patlán Cardoso* (*patlan@unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Oscar Ibañez Orozco (*iboscar@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; Jaime Rodríguez Martínez (*jaimerodriguezmartinez@yahoo.com.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Elpidio Cruz Castillo (*pidios.playground@gmail.com*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Nidia Mendoza Andrade (*nidiama@comunidad.unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Jorge Ricardo Gersenowies Rosas (*imegersenowies1984@gmail.com*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.

Una sala de irradiación Gama, es una instalación donde se confina y caracteriza una dosis de radiación. Esta dosis de radiación sirve como patrón de referencia para calibrar instrumentos de medición. Entre estos instrumentos podemos mencionar a los monitores de radiación y a los dosímetros de cristal termolumiscente. Un aspecto muy importante en una instalación de este tipo, es la predicción del comportamiento dosimétrico de la sala. Es necesario predecir el comportamiento de variables tales como la dosis absorbida, exposición, el kerma en el aire y la dosis equivalente. Esta predicción nos permite optimizar los recursos de la sala y proteger al personal que ahí labora.

Una forma de predecir este comportamiento es por medio del uso de una poderosa herramienta del campo de la inteligencia artificial: las redes neuronales artificiales (RNA). En este trabajo se simula por medio de RNA la sala de irradiación Gamma del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México.

M71056 SÍNTESIS DE NANOESTRUCTURAS DE GRAFITO A PARTIR DE LA IRRADIACIÓN DE HUESO DE MAMEY CALCINADO.

Samuel Tehuacanero (samueltc@fisica.unam.mx), Instituto de Física UNAM; Carlos Magaña Zavala (craul@fisica.unam.mx), Instituto de Física UNAM; Jesús A. Arenas Alatorre (jarenas@fisica.unam.mx), Instituto de Física UNAM; Samuel Tehuacanero (samuel@fisica.unam.mx), Instituto de Física UNAM; Esbaide Adem Chahin (esbaide@fisica.unam.mx), Instituto de Física UNAM; *Expositor.*

Actualmente existen una gran cantidad de trabajos de investigación dedicados al estudio de la irradiación de materiales debido a la gran diversidad de aplicaciones para la industria y la creación de nuevos materiales. Dependiendo de la naturaleza de la muestra y la energía de irradiación, se puede alterar la estructura atómica y molecular para inducir cambios en sus propiedades físico-químicas del material. En este trabajo se presentan los resultados de irradiar a 5000 KGy hueso de mamey calcinado, en una mufla a 350°C durante 3 hrs. Las muestras se analizaron por microscopía electrónica de barrido (SEM) y transmisión (TEM) antes y después de irradiar. Se determinó que antes de la irradiación solo se encuentran partículas de carbón amorfo y posteriormente a la irradiación se encuentran nanoestructuras de carbón, las cuales se identificaron por HRTEM como nanopartículas de grafito de hasta 2 nm. Para garantizar los resultados obtenidos por EDS se confirma la pureza de las muestras.

M71254 Ajuste a las curvas de decaimiento radiactivo aplicado al problema del desastre nuclear de Chernóbil, el parámetro kappa como método de ajuste. *Gisel Anahi Diaz Fierro* (Gisel_diaz27@hotmail.com), Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora; José Antonio Zepeda Bojórquez (josea.zepedab@gmail.com), Colegio Regis La Salle; Abraham Ramsés Velázquez Kraff (profesor.kraff@gmail.com), Sociedad Sonorense de Física; *Expositor.*

En el presente trabajo se estudió el modelo tradicional del decaimiento radiactivo y se introdujo un parámetro que definimos como “kappa”, para obtener un ajuste a las curvas de decaimiento radiactivo que se presentan en la zona de exclusión en el desastre nuclear de Chernóbil. Se hace una aproximación de este parámetro a primer orden para obtener las curvas medidas de los elementos que se encuentran presentes en el reactor 4 de los radionucleidos I-131, Cs-137, Sr-90, Pu-241, Am-241 y Pu-239 respectivamente. Se concluye, además, que la propuesta al parámetro kappa puede ser de utilidad para una can-

tividad significativa para ajustar curvas que presenten estos mismos comportamientos y además abre una puerta a trabajos posteriores para probar la efectividad que podría tener el parámetro a otros problemas similares.

M71338 Efecto de la radiación gamma sobre la integridad de los glóbulos rojos *Luciano Balbuena (mtz.luciano@gmail.com), Universidad de Sonora; Efraín Urrutia Bañuelos (eurrutia@cifus.uson.mx), Universidad de Sonora; Ernesto Hernández Zapata (ernestoherz@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; Monica Alessandra Acosta Elías (monica.acostae@gmail.com), Universidad de Sonora; César Omar Ramírez Álvarez (cesaromarramirezalvarez@gmail.com), Universidad de Sonora; Itzel Alexia García Monge* (itzel.garciamonge@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.*

La transfusión de sangre es una de las terapias más importantes para combatir diversas enfermedades. Mantener las condiciones óptimas y la calidad de la sangre es de gran importancia para el éxito del tratamiento. En pacientes con un sistema inmunitario comprometido, se requiere el uso de sangre gamma irradiada para prevenir la enfermedad de injerto. Sin embargo, la sangre tratada puede producir daño oxidativo en los glóbulos rojos, provocar anomalías en la membrana celular y hemólisis. En este trabajo, se analizó el efecto en glóbulos rojos causado por diferentes intensidades de radiación gamma (15,25,35 y 50Gy). Mediante la técnica de fragilidad osmótica se calculó la presión osmótica en la dosis letal 50 (DL50). Los resultados obtenidos muestran cambios en la integridad estructural de los componentes de la membrana como resultado del daño oxidativo debido a la radiación gamma. También se presentan relaciones teóricas para explicar los cambios físicos que sufre la célula.

M71434 Caracterización de un detector de placas resistivas con un sistema de adquisición de datos multicanal *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 Rodríguez Cahuantzi (mario.rodriguez.cahuantzi@cern.ch), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Iván Martínez Hernández (mim@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Héctor David Régules Medel* (hector.regules@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; César Omar Ramírez Álvarez (cesaromar97@hotmail.es), Universidad de Sonora; *Expositor.*

Las cámaras de placas resistivas (RPC, por sus siglas en inglés) son detectores gaseosos construidos a partir de capas de materiales con alta resistencia que se encuentran en el rango de 107 y 1012 Ωcm , con una separación entre cada capa (gap) de 1 mm. Estos detectores son usados ampliamente en los experimentos de Física de Partículas, altas energías y Física Médica. En este trabajo se presenta el di-

seño y caracterización, de un RPC de doble gap de 25 cm x 25 cm, y finalmente se muestran las características obtenidas del detector, como lo son la distribución de carga y resolución temporal que se obtuvieron con una electrónica diseñada específicamente para estos detectores y consiste en dos tarjetas. La tarjeta DBO (DaughterBoard) y la tarjeta MBO (MotherBoard), también conocido como Front-End Electronics (FEE). El sistema de adquisición de datos (DAQ) junto con las tarjetas DBO y MBO se basan en la TRBv2 (TDC Readout Board) de hasta 128 canales de entrada.

M71470 ESTUDIO DE MEDICIONES DE NEUTRONES MEDIANTE DETECTORES TERMOLUMINISCENTES Y DETECTORES DE PLATA ACTIVADA Benjamin Leal Acevedo (*benjamin.leal@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM; Fermín Castillo Mejía* (*ciro@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Javier Gutierrez Ramirez (*jgr@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM; Maria Isabel Gamboa De Buen (*gamboa@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM; Horacio Martínez Valencia (*hm@fis.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; *Expositor.

La dosimetría para la radioterapia con neutrones es muy complicada, debido a la complejidad de los componentes de la radiación secundaria, cuyas contribuciones a la dosis total absorbida deben ser discriminadas, debido a los diferentes efectos radiobiológicos. Para determinar la dosis impartida por los fotones y los neutrones térmicos, se utilizan principalmente los dosímetros termoluminiscentes (TLD) de LiF, que contienen un porcentaje diferente de ^6Li , tales como TLD-700, TLD-100 y TLD-600, teniéndose que el TLD-700 es insensible y el TLD-600 es altamente sensible a neutrones térmicos, ambos detectan radiación gamma. La principal dificultad es la separación de la dosis gamma y las contribuciones de neutrones térmicos. Se han propuesto y estudiado muchas soluciones, pero se necesitan más investigaciones para lograr una confiabilidad y simplicidad operativas suficientes que ofrezcan la posibilidad de establecer protocolos adecuados.

M71479 Calibración y pruebas funcionales del detector de neutrones Auto energizado de Rh Roberto Raya Arredondo (*roberto.raya@inin.gob.mx*), Universidad de Manchester; Juan Galicia Aragón* (*juan.galicia@inin.gob.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Los detectores de neutrones auto-energizados se usan ampliamente en los grandes reactores de las plantas nucleares para monitorear los flujos de neutrones en diferentes lugares del núcleo en forma continua, y así poder detectar rápidamente cambios en el flujo, debido a inestabilidades o cambios en el modo de operación. La principal característica de estos detectores es que no requieren para su operación de una fuente de alto voltaje y su reducido ta-

maño que le permite ser introducido en espacios pequeños. Entre los más ampliamente usados se encuentran, los de Vanadio y los de Rodio. Con el fin de validar la correcta funcionalidad del detector de Rh, se realizaron las siguientes pruebas operacionales; tiempo de estabilización, tiempo de decaimiento, la determinación de linealidad, reproducibilidad de la respuesta, valor del límite inferior de detección y la determinación de la relación entre el voltaje medido y el flujo de neutrones térmicos.

M71634 Sistema Multicanal para monitoreo de radiación Diana Laura De La Vega Trinidad* (*dian.lau.veg@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa (*emoreno.emb@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Benito De Celis Alonso (*bdca_buap@yahoo.com.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Javier Miguel Hernández López (*javierh@cfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se caracterizó un sistema de detección para la radiación indirecta que incluía un plástico centellador de poliestireno extruido acoplado a un SiPM MicroFC-SMTPA-60035 versión 3.0. Se colocaron fuentes de Cs-137 y Co-60 sobre la superficie del detector, a cuatro distancias: 0, 4.5, 14.5, 28.5 cm. La adquisición y el análisis de datos se realizó con subrutinas programadas en Python. Se obtuvieron histogramas (carga vs. Numero de cuentas) para cada una de las fuentes a las distintas distancias. Se compararon los datos correspondientes a las distintas fuentes entre ellas y también a distintas distancias. Todo esto, con la finalidad de comprender el comportamiento del detector con respecto a la distancia recorrida por los fotones. El sistema produjo medidas consistentes y reproducibles útiles para aplicaciones en física médica.

M71640 Análisis de Espectros de Absorción de Películas Radiocrómicas con Diferentes Dosis David Fernando Rodríguez Arnold* (*glaucus1995@gmail.com*), Universidad de Sonora; Melissa Matrecitos Avila (*matrecitosm@gmail.com*), Universidad de Sonora; Terecita Concepción Medrano Pesqueira (*teremp19@outlook.com*), Universidad de Sonora; Fernando Javier García Sánchez (*fer1310@hotmail.com*), Instituto Tecnológico de Sonora; Gilberto González Arellano (*gilo_gzz@hotmail.com*), Heidelberg University; César Omar Ramírez Álvarez (*cesaromarramirezalvarez@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Las películas radiocrómicas son filmes formadas por materiales sensibles a la radiación ionizante (propiedades dosimétricas), la interacción con la radiación modifica sus propiedades estructurales, este fenómeno se refleja en un cambio de color de la película, así con un espectro de absorción podemos relacionar las interacciones con la dosis cuantitativa en radioterapia de haces externos. El objetivo del trabajo es investigar la respuesta espectral de películas radiocrómicas. Las películas se irradian en un acelerador lineal Clinac iX marca Varian con energía de 18 MeV, a

dosis de 100, 300, 500, 700 y 900 cGy. La obtención de los espectros de absorción se mide en función de la longitud de onda de los espectros adquiridos, utilizando un espectrofotómetro UV/VIS de fibra y una fuente de luz. Se analiza y compara los espectros de absorción neta de las películas, además se describe la influencia del comportamiento del espectro de absorción permitiéndonos modelar curvas de dosis respuesta.

M71707 Fenómenos luminosos transitorios UV registrados con la cámara oscura Saúl Hernández Mariscal* (*shernandez@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Epifanio Lorenzo Ponce Lancho (*eponce@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Desde hace más de una década, se han construido observatorios para el estudio de los eventos luminosos transitorios (TLE por sus siglas en inglés), la mayoría de estos experimentos han realizado observaciones en el rango visible, UV e IR. Han revelado que los TLEs, se desarrollan rápidamente en la parte alta de la atmósfera, abarcando enormes dimensiones. Se considera que estos fenómenos tienen características de una explosión atómica, las cuales influyen en las radio comunicaciones, en la seguridad de vuelos de aviones y aeronaves. Para continuar con el estudio de las características físicas de este tipo de fenómenos, es necesario estudiar su evolución espacial y temporal mediante instrumentos que permitan hacer estas mediciones, lo que implica usar detectores de luz bidimensionales. En el presente trabajo presentamos una actualización y primeros resultados obtenidos con la cámara oscura.

M7 Gravitación y Física Matemática Explanada frente a Rectoría

M7359 Deformación Lorentziana en el espacio de Helmholtz Ma. Cristina Salto Alegre* (*salto.alegre@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; Kurt Bernado Wolf Bogner (*bwolf@fis.unam.mx*), Instituto de ciencias Físicas UNAM; *Expositor.

Este trabajo constituye una manera de aplicar las simetrías del grupo de Lorentz al modelo monocromático de ondas de Helmholtz. Esto se realiza a partir de una fundamentación matemática, basada en la teoría de representaciones matriciales de álgebras y grupos de Lie, y análisis armónico, aplicada a un modelo de óptica ondulatoria. Se inicia por dar una construcción matemática de los frentes de onda en la óptica de Helmholtz, luego se da una breve descripción de algunos aspectos importantes de la geometría del grupo de Lorentz que ayudan a introducir de forma natural a la deformación Lorentziana. Finalmente, se encuentra la deformación en los campos de onda de Helmholtz debida a un impulso relativista en la dirección de movimiento de la luz, usando dos enfoques: uno de transformadas integrales unitarias, encontrado por la autora de esta tesis, y otro de operadores diferencias de

cuarto orden que aproxima la deformación, reportado anteriormente en 1989.

M7 Historia y Filosofía de la Física Explanada frente a Rectoría

M722 Visualizaciones de teorías científicas: el El Space-time Theories Exploratorium Mariana Espinosa Aldama* (*eamariana@yahoo.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

El "Space-time Theories Exploratorium" (<http://remo.cua.uam.mx/vis>) es una página web que presenta varias visualizaciones interactivas de retículos conceptuales de teorías del espacio-tiempo y la gravedad. Estas redes son jerárquicas y relacionan conceptos provenientes de un contexto binario (G,M,I), utilizando la metodología del Análisis de Conceptos Formales (FCA), Los objetos o teorías en G se describen mediante un conjunto de atributos en M. La selección de atributos está basada en clasificaciones realizadas bajo la concepción semántica, conjuntista y modelo teórica. Las redes codifican clases de atributos y muestran la jerarquía entre clases de modelos. Es posible resaltar super-conceptos y sub-conceptos y presentar información adicional para las diversas etiquetas. Con ellas, podemos identificar distintas concepciones de términos y señalar objetos que poseen cierto atributo. Se trata de una herramienta útil para la enseñanza y la discusión filosófica de la ciencia.

M7155 La noción de inconmensurabilidad en el desarrollo de la ciencia José Luis Álvarez García* (*josel.alvarezgarcia@gmail.com*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La inconmensurabilidad es una de las nociones más controvertidas y extravagantes, al mismo tiempo que distorsionadas, dentro de la filosofía de la ciencia contemporánea. La idea de inconmensurabilidad, formulada principalmente por Thomas S. Kuhn, consiste en ir en contra de un supuesto muy arraigado que afirma que todo lo que se puede decir en un lenguaje determinado también se puede decir en cualquier otro lenguaje, al menos en un nivel suficientemente elemental, como las relaciones dentro de la percepción sensorial. Este concepto se ha confundido erróneamente con la idea de imposibilidad de comparación entre paradigmas o marcos teóricos rivales. Kuhn aclara que su noción no excluye la posibilidad de comparación y lo precisa diciendo que dos teorías son inconmensurables cuando están articuladas en lenguajes que no son traducibles entre sí. Esta noción reabre el debate sobre cuestiones como realismo en la ciencia, "la carga teórica de la observación, etc.

M7156 Realismo y antirrealismo en la ciencia José Luis Álvarez García* (*josel.alvarezgarcia@gmail.com*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Uno de los puntos que llevan al debate entre realismo y antirrealismo en la ciencia es que, así como es fundamental para la filosofía de la ciencia la caracterización de las teorías científicas, también lo es la caracterización de las actividades científicas. Específicamente, se plantea el problema de si estas últimas deben ser vistas como procesos de invención o de descubrimiento. Pero la solución de este debate depende particularmente de la respuesta que se dé a problemas epistemológicos y ontológicos como los que están involucrados en la controversia entre realismo y antirrealismo. En este trabajo se presentan y discuten posiciones en ambos sentidos para mostrar el estado actual del debate.

M7188 **En busca del Arjé de las teorías creacionistas de la física** *Alonso Enrique Medina Flores** (*alonso_medina007@hotmail.com*), *Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora*; *Jesús Alberto Velazquez Corral* (*jsalbulzc.ts21@gmail.com*), *Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora*; *Abraham Ramsés Velázquez Kraff* (*profesor.kraff@gmail.com*), *Sociedad Sonorense de Física*; **Expositor*.

En el presente trabajo se analiza y se estudia desde el punto de vista filosófico y epistemológico las distintas teorías que pretenden responder a la pregunta fundamental de ¿dónde?, ¿cómo? es que se origina el todo. Desde que el hombre empezó su camino en el conocimiento, surgieron preguntas elementales que hasta hoy en día no se han podido responder de manera satisfactoria. Una de estas preguntas es: ¿Cómo se creó el universo? Esta pregunta ha sido respondida de diversas formas, ya sea de manera religiosa, filosófica y científica. En la posmodernidad, han surgido teorías matemáticas y físicas que responden esta pregunta, cuyos máximos exponentes son: la teoría de cuerdas y la gravedad cuántica de bucles. Durante el desarrollo de este trabajo, daremos a conocer los aspectos filosóficos de estas teorías y su relación con las diversas corrientes filosóficas que han existido a lo largo del tiempo.

M7190 **Revisión y construcción de los fundamentos filosóficos e históricos sobre la naturaleza de la gravedad** *Jesús Alberto Velazquez Corral** (*jsalbulzc.ts21@gmail.com*), *Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora*; *Alonso Enrique Medina Flores* (*alonso_medina007@hotmail.com*), *Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora*; *Abraham Ramsés Velázquez Kraff* (*profesor.kraff@gmail.com*), *Sociedad Sonorense de Física*; **Expositor*.

El presente trabajo trató de desarrollar un estudio de carácter histórico y filosófico además de presentar algunos cálculos de ciertas teorías en las distintas etapas de la historia sobre la gravedad, que nos indica la tendencia que presenta hasta la actualidad en su carácter natural en su comportamiento. También revisamos de manera objetiva e intuitiva y damos respuesta a las presentes interrogantes ¿Porque los objetos caen al suelo?, ¿Qué mantiene

nuestros pies en la tierra? ¿porque los astros se mueven así? Se demostró que a partir de la mecánica newtoniana y D'lambertiana se manifestaba la actual naturaleza del modelo Einsteiniano sobre la gravedad, Está convirtiéndose en la principal razón por la que se realizó una reseña histórica desde la antigüedad mostrando como los griegos percibían la gravedad filosóficamente, hasta Isaac Newton que le dio un gran avance a lo que conocemos hoy como gravedad, lo que termino con la teoría más válida hasta la actualidad.

M7206 **Consecuencias de los trabajos de Galileo en la ciencia posterior** *Juan Manuel Rivera Juárez** (*jmriviera@fisica.uaz.edu.mx*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; *Elva Cabrera Muruato* (*elbacabrera2009@hotmail.com*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; *Yessica Rivera Vargas* (*yeriva780729@gmail.com*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; **Expositor*.

Galileo es una figura clave en la historia de la ciencia, por ello muchos de sus conceptos y contenidos teóricos tienen un especial significado y trascendencia.

En Galilei, tal vez mejor que en ningún otro de los protagonistas de la revolución científica, puede apreciarse la dicotomía teórica del nacimiento de los nuevos y cruciales conceptos de la física clásica: muchas de sus opiniones y de sus conceptos son aún medievales en tanto que otros son definitivamente modernos. Justamente esa dicotomía hace difícil la apreciación del aporte real de Galileo en la formulación explícita de los conceptos.

La mayoría de los trabajos realizados por Galileo tuvieron consecuencias para la ciencia posterior, en éste trabajo se analizarán solamente dos de éstas consecuencias: las modificaciones del concepto de ímpetus y la preparación de la primera ley del movimiento de Newton.

M7217 **El principio del todo y el Arjé de Planck del campo de radiación del punto cero** *Luis Francisco Galván Quiroz Martínez** (*Luisgalvan07@hotmail.com*), *Colegio Regis La Salle*; *Abraham Ramsés Velázquez Kraff* (*profesor.kraff@gmail.com*), *Sociedad Sonorense de Física*; **Expositor*.

En el presente trabajo se hace una exhaustiva investigación histórica y filosófica del concepto de Arjé desde sus orígenes de la concepción griega de la naturaleza del todo, hasta sus diferentes manifestaciones en la ciencia renacentista de la concepción de campo de fuerza de Michael Faraday, hasta después entender y estudiar su evolución en su representación como éter lumínico como propuesta del medio de las nacientes y revolucionarias ondas electromagnéticas de Maxwell en 1886, hasta tocar los primeros años del siglo XX y la interpretación de Max Planck como un campo de radiación de fondo del punto cero. Hasta por último hablar del concepto de campo de Higgs que es actualmente el más aceptado.

M7261 **REFLEXIÓN HISTÓRICA SOBRE ELECTRICIDAD, MAGNETISMO Y LUZ** *Guadalupe*

Pérez Plata* (gpplata97@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Honorina Ruiz Estrada (hruizestrada@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se hace una revisión histórica de los conceptos de la electricidad y del magnetismo con el fin de reflexionar sobre el desarrollo de la Ciencia, en particular de la Física. Se sabe que en la antigüedad se pensaba que la electricidad, el magnetismo y la luz eran fenómenos independientes los unos de los otros. Durante el siglo XIX se desató una gran ola de descubrimientos que cambió nuestra percepción. Por ejemplo Hans Christian Ørsted encontró que la electricidad y magnetismo estaban relacionados entre sí, lo que condujo a muchos científicos a seguir experimentando, en particular Faraday, quien se considera dio los fundamentos de la teoría electromagnética, hasta llegar con James Clerk Maxwell, quien formuló sus cuatro simples pero complejas ecuaciones. En este momento surge una nueva unificación en la física. En este trabajo, de manera divulgativa, se mostrará cómo se generaron las ecuaciones de Maxwell, y en consecuencia, la comprensión de la luz.

M7279 **Las mujeres neoleonesas en la historia de la ciencia.** Nancy Vianey Castruita Arenas (nancy_vianney02@outlook.com), Escuela Industrial y Preparatoria Técnica Pablo Ivas; Jhoana Mariel Rivera Arroyo* (liliflorescr@gmail.com), Escuela Industrial y Preparatoria Técnica Pablo Ivas; Liliana Guadalupe Flores Fuentes (lilifuentescr@gmail.com), Escuela Industrial y Preparatoria Técnica Pablo Ivas; Ricardo De Jesus Ruiz Gomez (ricardo.fisica.eiptpl@mail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN; *Expositor.

Desde tiempos remotos la humanidad ha presenciado fenómenos o enigmas a los cuales trataron de buscar la explicación y de esa manera llenaron su necesidad al encontrar respuesta a ellos creando así un conjunto de conocimientos objetivos y verificables que ahora se llama ciencia. La ciencia a estas alturas se ha convertido en algo fundamental para la evolución en la vida y con el tiempo el hombre se ha adentrado cada vez más a ella, pero por causas diversas como la desigualdad las mujeres no tenían la oportunidad de involucrarse, sin embargo, hoy en día con esa posibilidad estamos dispuestas a trabajar por un futuro mejor. Por esa razón queremos dar a conocer a las mujeres científicas de nuevo león, que, aunque no son muchas, han dejado su huella para futuras generaciones, creando propuestas innovadoras que deben ser reconocidas y consideradas por la humanidad.

M7334 **Historia de la investigación sobre la evolución del Universo** Alejandra Bonilla Sandoval* (ale9603@gmail.com), Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Alberto Maya Mendieta (mmaya@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El conocimiento actual sobre la estructura y la evolución del Universo es impresionante: Podemos decir con mucha seguridad como fueron las diferentes etapas por las que pasó, como es actualmente y en cierta medida como será en el futuro. Lo anterior es el resultado de la combinación de teorías físicas, observaciones de alta precisión, y de experimentos realizados en la Tierra, todo sustentado en una hipótesis: las leyes de la física son válidas en todo el Universo. Por otro lado, podemos decir que muchísimos seres humanos han dado su contribución para lograr ese conocimiento. En este trabajo intentamos hacer una historia sobre los descubrimientos más relevantes: las personas que los hicieron, las instituciones donde lo hicieron y las fechas aproximadas. Está destinado principalmente a estudiantes de enseñanza media superior, pues es muy conocido que una de las principales motivaciones para el ingreso a las carreras de física es el estudio del Universo.

M7340 **Cambios en la ciencia y en la sociedad ocasionados por el desarrollo del cálculo infinitesimal** Pablo Isidro Ayala De Santiago* (pabloayalafisica@hotmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Sara Gallegos Buenrostro (saragallegosb@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Juan Manuel Rivera Juárez (jmrivera@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Una de las herramientas más usadas por los físicos al momento de desarrollar y estudiar las matemáticas de la naturaleza es sin duda el cálculo.

El desarrollo del cálculo infinitesimal, cómo lo conocemos hoy en día, cambió radicalmente el rumbo de la civilización humana, impulsando significativamente una revolución en la ciencia. Además influyó en otros campos aparentemente ajenos para él, como la ingeniería, la política, incluso la religión.

En este trabajo se exponen los principales cambios socioculturales y científicos que propició la creación del cálculo a mediados del siglo XVII. No se aborda en su esencia puramente matemática, dado que ya existen numerosos artículos al respecto. El trabajo está plenamente enfocado en dar a conocer cómo el cálculo cambió el modo de entender el mundo y la forma de vivir de las personas del siglo XVII

M7344 **Covarrubias y Anguiano primeros científicos mexicanos agremiados a la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales** María De La Paz Ramos Lara* (ramoslm@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Los estatus de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, fundada en 1847 en Madrid, permitían la integración (por invitación) de miembros extranjeros que sobresalieran en su campo. Los primeros y únicos científicos mexicanos invitados en el siglo XIX a formar parte de dicha Academia fueron los ingenieros geógrafos y astrónomos Francisco Díaz Covarrubias y Ángel Anguiano, el primero creador intelectual del Observatorio Astronómico

Nacional en 1862, el cual no se pudo fundar sino hasta 1878, ocupando la dirección el segundo. En este trabajo se aludirá a la trayectoria académica de ambos científicos que les mereció dicha distinción en el año de 1883.

M7348 **El bosón de Higgs del Modelo Estándar** *Mauro Alexis Cordero Félix** (*macf-99@hotmail.com*), *Unidad Académica de Física UAZ*; *Julio César López Domínguez* (*jlopez@fisica.uaz.edu.mx*), *Unidad Académica de Física UAZ*; *Alejandro Gutiérrez Rodríguez* (*alexgu@fisica.uaz.edu*), *Unidad Académica de Física UAZ*; **Expositor.*

El bosón de Higgs ha sido objeto de una larga búsqueda experimental en Física de Partículas Elementales. En este trabajo se presenta una cronología del bosón de Higgs del Modelo Estándar de la Física de Partículas, desde un punto de vista didáctico. La cronología parte desde su postulación por Peter Higgs, François Englert y Robert Brout, su detección en el verano del año 2012 en el CERN, hasta la fecha.

M7362 **Recuperando la interpretación de las ecuaciones de Maxwell: El campo de fondo de Faraday y los vórtices de Descartes.** *Marco Antonio Vales González** (*mmaarrkkoosz@gmail.com*), *Universidad De Sonora*; *Abraham Ramsés Velázquez Kraff* (*profesor.kraff@gmail.com*), *Sociedad Sonorense De Física*; **Expositor.*

En el presente trabajo se realizó una revisión histórica y filosófica de dos de las ecuaciones de Maxwell sobre la electrodinámica. Estudiando y analizando la concepción de campo de líneas de fuerza magnética que mapean todo el espacio físico propuesta por Michael Faraday y su relevancia en las ecuaciones de Maxwell así como la visión de Descartes de proponer a las cargas eléctricas como objetos que generan vórtices en el campo eléctrico, todo esto puesto en una reinterpretación de dos de las ecuaciones de Maxwell que son, la ecuación de la divergencia del campo eléctrico y la ecuación de la divergencia del campo magnético, mejor conocidas como la ley de Gauss y la de Ampere respectivamente. Por último agregamos una conclusión del porque al paso del tiempo esta idea se perdió en la jerga científica y dónde es que se rompió la cosmovisión de la electrodinámica Maxwelliana.

M7392 **Construcción de las funciones hiperbólicas: Un análisis epistemológico** *Ramiro Jiménez Zavaleta** (*ramirojz01@hotmail.com*), *Universidad Autónoma de Chiapas*; *Roberto Arceo Reyes* (*roberto.arceo@unach.mx*), *Universidad Autónoma de Chiapas*; *Miguel Ángel Jiménez Zavaleta* (*majzavaleta@hotmail.com*), *Universidad Autónoma de Chiapas*; **Expositor.*

Se aborda la solución de dos problemas que sirvieron como base para desarrollo cognitivo de las funciones hiperbólicas: la catenaria y la caída libre con resistencia del aire, que fueron resueltos en un inicio con el método de serie de potencias para resolver las ecuaciones diferenciales.

M7435 **Revisión histórica de los aceleradores de partículas y su impacto en la tecnología de uso cotidiano** *Michelle Elizabeth Bautista Lara** (*micbau.mebl@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Honorina Ruiz Estrada* (*hruizestrada@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; **Expositor.*

Desde el primer acelerador construido en Cambridge hasta los aceleradores modernos como el Gran Colisionador de Hadrones (CERN) y el Tevatrón (Fermilab), los experimentos de esta rama de la física moderna no solo han traído datos relevantes para la investigación básica, sino también el desarrollo de tecnologías cuya presencia es indispensable el día de hoy, como el internet, las pantallas táctiles y las tomografías. Han sido la herramienta que ha permitido a los físicos especializados en partículas comprobar sus explicaciones teóricas sobre la constitución de la materia. El objetivo de este trabajo es hacer una revisión histórica detallada de los diversos colisionadores de partículas que han existido y su influencia en el conocimiento y desarrollo tecnológico de la actualidad.

M7482 **Uso de la energía nuclear como fuente de energía limpia y segura con base al análisis histórico de los desastres nucleares de mayor impacto medioambiental, social y de salud** *Valeria De Jesús Félix Castillo** (*valepezfelix@gmail.com*), *Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinarias de Sonora, A.C.*; *Kassim José Mendoza Peña* (*kassim.mendoza@gmail.com*), *Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinarias de Sonora, A.C.*; *Sergio Misael Mirazo Solórzano* (*sergiomisael19@gmail.com*), *Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinarias de Sonora, A.C.*; **Expositor.*

Se realizó un análisis histórico de los desastres nucleares que han causado mayor impacto en la historia de la humanidad, y que además, cuyas secuelas de los desastres aún continúan afectando en la actualidad. El objetivo principal de este análisis es ofrecer un panorama de consciencia al público en general acerca de las implicaciones del uso de reactores nucleares tanto medioambientales como de salud pública y ámbito político en la sociedad. Así como el uso de la energía nuclear como fuente de energía limpia y segura. El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) introdujo la Escala Internacional de Accidentes Nucleares (INES), indicador con el cuál se determinó la gravedad en el impacto ambiental y de personas, barreras y controles radiológicos y defensa en profundidad. La importancia de esta escala dentro del análisis radica en que los accidentes nucleares analizados en el proyecto, están incluidos y calificados en esta sucesión.

M7503 **Un mismo origen, una misma aspiración, dos formatos distintos: la verdad en la física y en la literatura desde una perspectiva humanística** *Cruz Fabiola García Valenzuela** (*fabiola.garcia69@hotmail.com*), *Universidad de Sonora*; **Expositor.*

El objetivo de esta ponencia es comparar los criterios de verdad en las teorías de la física con los de las obras literarias a fin de poner en diálogo dos formas de representar el mundo que han sido consideradas excluyentes en muchas de las academias a través de la historia. La metodología será la siguiente: primero se hará una breve revisión sobre el origen común de la ciencia y la poesía en el mito; así como de su respectiva evolución hasta conformar las distintas disciplinas científicas y los géneros literarios. Segundo, presentaremos, sobre la base de los presupuestos filosóficos de Karl Popper y Hans Georg Gadamer, principalmente, el significado de la verdad en la física; y el significado de la verdad en la literatura a partir de los presupuestos de Aristóteles. Tercero, contrastaremos ambos significados para proponer que tanto las teorías físicas como las obras literarias solo representan el mundo de manera aproximada a la verdad.

M7537 **Análisis histórico del paradigma científico de transición de la física clásica hacia la física cuántica** *Federico Miguel Cirett Torres** (*fdrico.cirett@gmail.com*), *Asociación de Ciencia y Física Interdisciplinaria de Sonora*; *Sergio Misael Mirazo Solórzano* (*sergiomisael91@gmail.com*), *Asociación de Ciencia y Física Interdisciplinaria de Sonora*; *Kassim José Mendoza Peña* (*kassim.mendoza@gmail.com*), *Asociación de Ciencia y Física Interdisciplinaria de Sonora*; **Expositor.*

Según Thomas Khun, la ciencia no progresa avanzando por un proceso uniforme por la aplicación de un hipotético método científico. Como ejemplo está la transición desde la física clásica hacia la física cuántica. Este avance significó algo que Khun llama cambio de paradigma. Este trabajo tiene la finalidad de exponer un análisis histórico del avance desde la física clásica hacia la física cuántica, con el objetivo de discutir la importancia de conocer el nuevo paradigma científico moderno y cómo éste influye en la divulgación científica dirigida a los jóvenes de educación media superior.

M7552 **Origen del principio de conservación de la energía** *Andrea Arroyo Escalante** (*andrea.arroyo@fisica.uaz.edu.mx*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; *Juan Cristobal Garcia Castro* (*crystalgar19@gmail.com*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; *Juan Manuel Rivera Juárez* (*jmriviera@fisica.uaz.edu.mx*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; **Expositor.*

La energía es un concepto fundamental en la física, y su conservación de suma importancia. La idea del concepto de energía se remonta al siglo IV a.c., con los trabajos de Aristóteles.

Al principio del siglo XIX, con los avances de la ciencia, la tecnología y la filosofía surgieron nuevas concepciones de la energía (Coriolis describió la energía cinética en su sentido moderno, Rankine acuñó el término energía potencial, etc.), representaciones que contribuyeron a la formulación del principio de conservación de la energía.

Joule y Mayer, entre otros, propusieron la idea de que la energía se conservaba, algunos llegaron a ese convencimiento a través de la filosofía, otros a partir de consideraciones prácticas o experimentos de laboratorio y otros por una combinación de factores. Se considera 1847 cómo el año en que es aceptado por la comunidad científica el principio de conservación de la energía, después de la publicación de un artículo de Hermann von Helmholtz.

M7700 **Cuásares. El descubrimiento del Siglo XX** *Ana Leticia De La Llata Zurita** (*annzwillow47@gmail.com*), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León*; *Edgar Alejandro Delgado Blanco* (*eadb_013@hotmail.com*), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León*; *Giovanni Gamaliel López Padilla* (*giovannilopez9808@gmail.com*), *Universidad Autónoma de Nuevo León*; **Expositor.*

Se recopilan 69 años de acontecimientos en materia de objetos cuasi-estelares (cuásares), desde comienzos del Siglo XX hasta las investigaciones de vanguardia del año en curso. Se explica cómo se detectaron estas fuentes de radio mediante la radioastronomía, y el papel que desempeña en cuestión al tema planteado. Se da información de cómo se dieron los resultados mediante las observaciones de esas épocas, y que fue lo que derivó de éstas. Se expone un recuento de los sucesos que llevaron a Robert Antonucci a proponer un modelo unificado de Núcleos de Galaxia Activos con el fin de proporcionar una explicación a estas estructuras astronómicas energéticas.

M7733 **La breve pero fructífera existencia de Évariste Galois** *Landia Isabel Romo Morales** (*lisaromo2000@gmail.com*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; *Diego Abel Salado Trinidad* (*dabel367@gmail.com*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; *Juan Manuel Rivera Juárez* (*jmriviera@fisica.uaz.edu.mx*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; **Expositor.*

El 30 de mayo de 1832, a primera hora del día, se escuchó una detonación en los campos del distrito 13 de París. Un campesino que se dirigía al mercado corrió al lugar de donde provino el sonido. Encontró a un joven en agonía, desangrándose hasta la muerte por el disparo recibido en un duelo.

El joven se llamaba Évariste Galois, un conocido republicano nacido en el París post-revolucionario, personaje del cual expondremos vida y obra en nuestro trabajo, joven de 20 años que sería recordado como uno de los matemáticos más revolucionarios y originales de todos los tiempos, ya que transformó nuestra comprensión de la simetría, un avance matemático que tuvo profundas ramificaciones en el mundo cuántico.

M7772 **Las dos culturas; dos episodios en la física y las letras mexicanas** *Rodrigo Arturo Rosas Burgos* (*rodrigo.rosas@fisica.uson.mx*), *Universidad de Sonora*; *Roberto Jiménez Ornelas*

(*robertojimenezornelas@gmail.com*), *Universidad de Sonora*; José Daniel Gaytán Villarreal* (*daniel_gaytan@live.com.mx*), *Universidad de Sonora*; *Expositor.

La división existente entre las artes y la ciencia orilló al pensador inglés C.P. Snow a dictar su conferencia de 1959, donde llamó a este fenómeno Las dos culturas, refiriéndose a la de los físicos, y la de los literatos. Acusa a ambas de practicar un elitismo intelectual, lo que ocasiona una brecha comunicativa entre ellas y a su vez genera un oscurantismo social que impide conocer íntegramente nuestra cultura humanista. El presente trabajo no busca adoptar una postura a favor o en contra: se limita a exponer la vida y obra de dos físicos mexicanos, Carlos Sigüenza y Góngora y Carlos Ruíz Mejía, que lograron practicar ambas culturas de manera notable.

M7782 LA ÉTICA EN LA CIENCIA, UNA PERSPECTIVA Ana Karen Flores Tirado* (*haneyselahoz@gmail.com*), *Colegio de Bachilleres del Estado de Puebla Plantel 15*; Dulce María Castro Coyotl (*dcastro127@hotmail.com*), *Instituto Politécnico Nacional*; Jose Guadalupe Vázquez Luna (*juvazquez13731@hotmail.com*), *Universidad Rusa de la Amistad de los Pueblos*; *Expositor.

La ciencia y los avances tecnológicos han tenido gran impacto en la sociedad, generando una mejora permanente de la calidad de vida. Sin embargo, las investigaciones científicas deben regirse por un código ético, que propicie el mejoramiento continuo de la sociedad humana y nos haga conscientes de la responsabilidad individual y colectiva de cada avance en el maravilloso camino del conocimiento. El desarrollo de toda disciplina científica implica un desafío de carácter ético, cuando se pretende aplicar. El incumplimiento de este código ético, conlleva a catástrofes sociales de impredecibles consecuencias. En este trabajo se exponen hechos históricos donde el equilibrio entre ética y ciencia no fue el apropiado, como el descubrimiento de la energía nuclear, el uso del plomo en la gasolina y el empleo indiscriminado de radiación ionizante en diversos ámbitos, etc. Se plantea la urgente necesidad de armonizar este conflicto, lo que nos llevara a una mayor humanización de la ciencia.

M7944 Análisis de los trabajos filosóficos y científicos de Ettore Majorana. Juan Carlos Corona Oran (*jccorona@gmail.com*), *Universidad Autónoma del Estado de México*; Alexis Misael Marquez Hollmann* (*allenn_-_@hotmail.com*), *Universidad Autónoma del Estado de México*; Juan Carlos Orozco (*allenn_-_@hotmail.com*), *Universidad Autónoma del Estado de México*; *Expositor.

Ettore Majorana había nacido en Catania, Sicilia, el 5 de agosto de 1906. Estudió el Bachillerato de letras obteniendo el título en 1923. En Roma cursó la carrera de ingeniería hasta el penúltimo curso cuando, aconsejado por su amigo Emilio Segrè y tras una entrevista con Enrico Fermi, se pasó a la física a principios de 1928. Ettore Ma-

jorana se doctoró bajo la dirección de Enrico Fermi con el trabajo: La teoría cuántica de los núcleos radiactivos, con el que obtuvo sobresaliente cum laude. Por lo que ha pasado a la historia de la física teórica es sobre todo por dos conceptos: la ecuación de Majorana y el fermión de Majorana. En el presente trabajo hacemos un análisis retrospectivo de las contribuciones de Majorana y el contexto filosófico de su artículo “El valor de las leyes estadísticas en la Física y en las leyes sociales”. La contribución de Majorana en diversos campos ha pasado desapercibida, y en este trabajo tratamos de contextualizar y revalorar su trabajo.

M71003 Trascendencia del experimento de Eddington en la filosofía de la ciencia del Siglo XX César Simón López Monsalvo (*cesar.slm@icloud.com*), *Conacyt – Universidad Autónoma Metropolitana*; Gabriela Isabel Vera Garfias* (*gaby2412@live.com.mx*), *Universidad Autónoma Metropolitana*; *Expositor.

A 100 años del experimento de Eddington, con el que se verificó la deflexión de la luz predicha por la teoría de la relatividad general, se estudian los antecedentes históricos y científicos que motivaron una reconstrucción ideológica en la filosofía de la ciencia del siglo XX.

Se analiza la estructura del pensamiento de Hans Reichenbach y Karl Popper en el estudio formal de las nociones de geometría y universalidad dentro de la relatividad y la de falsacionismo como criterio de demarcación en la ciencia, respectivamente. Finalmente, se hace una crítica desde esta perspectiva del estado actual de la física.

M71039 Reconstruyendo al universo con herramientas Alan Martín López Chávez* (*a301452@uach.mx*), *Universidad Autónoma de Chihuahua*; Daniel Espinobarro Velázquez (*despinobarro@uach.mx*), *The University of Manchester*; *Expositor.

En el presente trabajo, se analiza, a partir de referencias históricas, cómo es que el hombre, tras el desarrollo constante de las herramientas utilizadas para el estudio de la naturaleza, ha cambiado la percepción que tiene sobre la misma de forma continua, siendo esto indispensable para el avance de la humanidad.

El ser humano suele buscar las respuestas a los fenómenos que rigen el entorno en que se desarrolla, pero, debido a las grandes complicaciones que pueden llegar a presentarse, suelen postergarse los avances en la obtención de sus objetivos. Es para ello que construyen objetos especializados o crean métodos para abordar con los problemas presentes. Todo ello es utilizado como una herramienta para abrirse paso entre las suposiciones y la realidad, puesto que no siempre lo que aparenta ser correcto, lo es. Y, es aún más fácil que esté equivocado si se basa únicamente en la observación por medio de los sentidos, que tienden a deteriorarse.

M71408 Usando la pseudociencia para iluminar la buena ciencia Daniel Espinobarro Velázquez

quez (despinobarro@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; Jazmín Aracely Valenzuela González (a310982@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; Saúl Alfonso Núñez García* (a301466@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.

Las falsas creencias ampliamente aceptadas pueden obstaculizar el progreso y los nuevos descubrimientos, la confusión de ciencia con pseudociencia es algo que se presenta todo el tiempo por lo que se hace necesaria una demarcación entre lo que es ciencia y lo que no y con esto erradicar el misticismo en ramas de la ciencia como la mecánica cuántica. Debido a ello, se realizó una investigación de carácter científico y filosófico sobre la inconsistencia en la estructura de las teorías pseudocientíficas, tales como la creencia en la tierra plana, tierra hueca, astrología, máquina de movimiento perpetuo, misticismo en mecánica cuántica, etc. Demostrando así que esta demarcación se vuelve importante cuando se habla de la búsqueda de conocimiento, es decir, de manera filosófica es relevante en debates que están relacionados con temas epistemológicos, y como tales, con el desarrollo científico.

M71674 **Análisis histórico del origen y evolución del CERN y las consecuencias de su reciente convenio de colaboración con la Universidad de Sonora** Anna Kristha Almazán Favela* (annakristha@hotmail.com), Universidad de Sonora; Javier Alberto Murillo Quijada (javier.alberto.murillo.quijada@cern.ch), Universidad de Sonora; Kassim José Mendoza Peña (maestro.kassim.mendoza@gmail.com), Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A.C.; *Expositor.

La Organización Europea para la Investigación Nuclear, conocida como CERN por sus siglas en francés, es la mayor institución internacional de investigación científica en el área de física de partículas y altas energías. En este trabajo se relata la historia del CERN, desde el contexto histórico que impulsó su formación, pasando por una revisión cronológica de su evolución para culminar con la firma del convenio de colaboración CERN-Universidad de Sonora en el año 2018. Con el objetivo de dar a conocer la estructura, el trabajo y la participación humana en el CERN se habla sobre su estructura organizacional, líneas de investigación y los diferentes perfiles académicos de personas involucradas a lo largo de su historia. Finalmente se expone sobre el convenio CERN-Universidad de Sonora para informar sobre los principales beneficios de esta colaboración y su proyección a futuro, con la intención de motivar a estudiantes e instituciones a colaborar con el CERN.

M71723 **130 años del Observatorio Astronómico y Meteorológico del estado de Jalisco** Durruty Jesús De Alba Martínez* (dalba@astro.iam.udg.mx), Universidad de Guadalajara, Instituto de Astronomía y Meteorología; *Expositor.

El 2 de abril de 1889 se inauguró el Observatorio Astronómico y Meteorológico del estado de Jalisco, según da cuenta en la *Memoria presentada por el ejecutivo del Estado a la XII^A Legislatura Constitucional en la sesión del 2 de febrero de 1890* el Gobernador Sustituto Ing. Mariano Santiago de Jesús de la Bárcena y Ramos (1842-1899), ello en el contexto que se describe en este trabajo del establecimiento de los Observatorios Astronómico Nacional, Astronómico Central, Meteorológico Central, Astronómico-Meteorológico de Mazatlán y el Astronómico-Meteorológico de Zacatecas; de ellos el de Guadalajara es el único que continúa en funciones en las instalaciones que ya ocupaba al menos desde 1894. Se hace una revisión de su historia comentando los trabajos de algunos de los personajes que laboraron en él, desde su inicio asociado a la Escuela de Ingenieros de Guadalajara, su integración a la recién fundada Universidad de Guadalajara (1925) hasta llegar a la época actual.

M7 Instrumentación
Explanada frente a Rectoría

M743 **ANGSTROM CONFIGURATION FOR MEASURED ABSOLUTE HEAT LOSSES ON METAL SAMPLE BY ACTIVE THERMOGRAPHY** Alejandra Zorrilla Castillo (alejandra.zorrilla.castillo@gmail.com), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Rosario Romero (rosariolrc@gmail.com), División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato campus León; Andrea Ramírez López* (abrazas.lra@gmail.com), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Felipe Román Puch Ceballos (frpuch@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Rumen Ivanov (rumen5252@yahoo.com.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Teodoro Cordova Fraga (theocordova@yahoo.com), División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato campus León; *Expositor.

An experimental setup and optimized method for evaluating the heat loss coefficient averaged by the sample surface are proposed in this work. A thermal camera along with the heat flow sensors were used to measure the heat loss coefficient in an absolute (non-relative) way. A numerical simulation was also done where minimum approximations are applied and no further adjustments with complicated theoretical models were necessary. Later, it was experimentally demonstrated that the heat loss coefficient does not depend on the thermal properties of the metal sample. The influence of the difference of the temperature of the sample with the room temperature, on the factor h is monotonously increasing independent from heating or cooling regime. The proposed method has the advantage that the value of heat loss coefficient is obtained experimentally, and the results are congruent with the COMSOL simulation outcomes.

M7162 Mesa autobalanceable. Dalí Del Angel Pérez Lima* (dalidelangelperezlima@gmail.com), 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; Georgina Beltrán Pérez (gbeltran@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Hoy en día el desarrollo tecnológico permite la fabricación de múltiples y variados sensores los cuales pueden ser adquiridos a precios accesibles. Esto permite que puedan ser desarrollados distintos sistemas de manera simple y económica. En este trabajo se presenta el desarrollo de una mesa autobalanceable que permite mantener en equilibrio un balón sobre su superficie. Para esto se utilizan un par de servomotores como elementos mecánicos que manejan la inclinación de la mesa en dos ejes perpendiculares. Como sensor de posición se utilizó una pantalla táctil resistiva que permite la fácil ubicación del balón en la superficie de la pantalla. Para controlar la posición del balón se utilizó un control proporcional-integral-derivativo (PID). El manejo de los servomotores y la evaluación de la posición del balón mediante la pantalla táctil se realizó mediante un microcontrolador en una tarjeta de Arduino. Se muestran los resultados experimentales de este sistema.

M7243 Caracterización de una unidad inercial de masa Angel Ricardo Sánchez Zeferino* (wabngel@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; Severino Muñoz Aguirre (smunoz@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Hoy en día gracias al desarrollo tecnológico es posible encontrar distintos sensores a muy bajo costo y de manejo simple. Estos sensores son incluso con respuestas digitales lo que los hace tener una mayor inmunidad a fuentes de ruido. en el caso de los sensores digitales puede accederse a sus respuestas mediante la adecuada programación de los distintos microcontroladores que pueden encontrarse hoy en día. En este trabajo se presenta la caracterización del sensor MPU 6050 el cual contiene una acelerómetro, un giroscopio y un termómetro. Se presentan resultados experimentales de las medidas del acelerómetro y del giroscopio con las cuales puede determinarse los ángulos de rotación del sistema. Se muestran también todas las acciones necesarias para interrogar al sensor y obtener medidas de las variables físicas con sus correspondientes unidades

M7269 Procesamiento de la respuesta transitoria del 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 Au-

tónoma 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.

Para diferentes propósitos en la investigación y la industria de la actualidad es necesario acelerar el reconocimiento de compuestos volátiles orgánicos en el ambiente. 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. Se extraen dos características: 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. El comportamiento del sensor corresponde al de un sistema de primer orden. Para obtener resultados reproducibles se ha diseñado una celda de mediciones para un sistema dinámico que mantenga el control de las condiciones ambientales. Las predicciones obtenidas corresponden a las mediciones con un error predominantemente menor al 5%, siendo alcanzadas en un tiempo correspondiente al 13% del necesario para alcanzar el estado estable.

M7270 Desarrollo de un control PID de humedad relativa para la caracterización de la respuesta de sensores de gas a base de resonador de cuarzo 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.

Para la caracterización en humedad relativa (HR) en la respuesta de los sensores de gas a base de resonadores de cuarzo (QCM) a una única concentración de etanol se desarrolló un control PID de humedad relativa que permite mantener la humedad constante en las mediciones de la respuesta del sensor. El aire con HR controlada es enviado a un sistema dinámico que consta de una cámara generadora de compuestos volátiles orgánicos (COV) donde se mezcla el aire con HR y gas de etanol, la cual es enviada hacia a el sensor QCM. Los datos de la respuesta del sensor son adquiridos con un frecuencímetro y se guardan en una computadora. Con el control PID se mejoró el tiempo de respuesta respecto a una versión anterior con un error absoluto de +/-1%. Se encontró que la HR provoca un crecimiento lineal en la respuesta de los sensores de gas.

M7271 Análisis del espesor de una película sensible usando resonadores de cuarzo bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Miguel Angel Moreno Acosta* (mmorenoacosta95@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; David Silva Apango (ddsilvaa06@gmail.com), Benemérita Uni-

versidad 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.

En el presente trabajo se analizaron sensores de gas a base de microbalanzas de cristal de cuarzo (QCMs) que sirven para la detección y reconocimiento de compuestos volátiles orgánicos. Estos dispositivos funcionan bajo el efecto piezoeléctrico cuyas respuestas están dadas por cambios de frecuencia ante la presencia de un cambio de masa producido por la adherencia de partículas a la película sensible. El objetivo es caracterizar la respuesta de estos sensores dependiendo del espesor de la película sensible. Para este fin se depositaron diferentes espesores de una película sensible de etil celulosa por el método de drop casting y fueron expuestos a etanol. Se analizaron las respuestas de los sensores bajo condiciones controladas de temperatura y humedad con valores inferiores a 25 °C y 20 %, respectivamente. Por último se encontrará un comportamiento característico entre el espesor de la película sensible y la respuesta de los sensores, se espera que dicho comportamiento sea lineal.

M7292 **Prototipo para la detección de Monóxido de Carbono en base al óxido CuSb₂O₆** Jose Trinidad Guillen Bonilla* (guillen_trini@hotmail.com), Universidad de Guadalajara; Víctor García Gutiérrez (victor_g270@hotmail.com), Universidad de Guadalajara; Héctor Guillen Bonilla (hguillenbonilla@gmail.com), Universidad de Guadalajara; Mario Alberto García Ramírez (seario@gmail.com), Universidad de Guadalajara; María Eugenia Sánchez Morales (eugenia.sanchez@cuci.udg.mx), Universidad de Guadalajara; Alex Guillen Bonilla (alex.guillen@profesores.valles.udg.mx), Universidad de Guadalajara; Veronica María Rodríguez-Betancourt (veromrb@yahoo.com), Universidad de Guadalajara; *Expositor.

En la actualidad, el desarrollo de instrumentos aplicados a la detección de gases tóxicos, es un tema relevante alrededor del mundo ya que estos son usados para la protección de salud. Por tal motivo, en este trabajo se propone un prototipo económico aplicable a la detección del gas tóxico monóxido de Carbono. El prototipo se fabrica con un nuevo detector de monóxido de Carbono y un circuito electrónico analógico basado en amplificadores operacionales. El detector químico se construye en base al óxido CuSb₂O₆, el cual fue sintetizado usando el método coloidal y sus pruebas eléctricas se desarrollaron con concentraciones de gas dentro del intervalo de 5 ppm hasta 500 ppm. A partir de su respuesta eléctrica se elabora un dispositivo electrónico capaz de detectar concentraciones de monóxido de Carbono de 20 ppm o mayores. Sin embargo, la concentración de operación puede ser seleccionada

por el usuario a través de la calibración de un puente de Wheatstone.

M7318 **Instrumentación virtual aplicada a la medición de resonancias en una barra de aluminio.** Samuel Abad Piñon* (samabad98@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; Enrique Flores Olmedo (enrique22809@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; Adolfo Fontes (fontes.adolfo@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; María Gabriela Báez Juárez (gbaez@correo.azc.uam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Rafael Méndez (mendez@fis.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La instrumentación virtual es el uso de software personalizable para cumplir con las necesidades del usuario, creando un sistema de medición específico que disminuye las limitaciones físicas de fabricante. Se presenta un instrumento que tiene incluido un osciloscopio y un generador de funciones los cuales se programan para realizar un instrumento virtual, el cual tiene como propósito emular un analizador de redes vectorial para poder medir las resonancias en una barra de aluminio. A diferencia de un instrumento tradicional, se disminuyen los costos de hardware y ofrece una mayor portabilidad para la adquisición y tratamiento de los datos.

M7448 **Visualización de velocidades angulares y aceleraciones en un espacio cartesiano 3D.** Carmen Viridiana Barranco Díaz* (angel.5viri.9@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; Severino Muñoz Aguirre (smunoz@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo se presentan el desarrollo de distintas interfaces gráficas desarrolladas en Processing y Matlab para la visualización, adquisición y procesamiento de las señales obtenidas del sensor MPU6050. Este permite evaluar de manera digital velocidades angulares y aceleraciones en los tres ejes coordenados, permite también la estimación de la temperatura. Para realizar la comunicación entre el sensor y la computadora se utilizó una tarjeta de Arduino. Los programas desarrollados permiten visualizar las variables físicas medidas en forma de gráficas, animación de un objeto 3D e incluso el grabado de esta información para su análisis posterior. Se muestran resultados experimentales del sensor y de todos los programas desarrollados.

M7618 **Instrumentación aplicada a una simulación de misión aeroespacial, Satélites Enlatados (Can-Sat)** Arturo García Zurita* (arturo_zurita@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Claudia Zendejas Morales (clausia@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Bianca Saraim Zavalza Are-

llano (bianca7classical@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Esmeralda Lizet Martínez Piñeiro (esmeraldamartinez@ciencias.unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM; *Expositor.

Diseñamos y construimos un CanSat para mediciones en tiempo real con diversos sensores, se compone de un contenedor y una carga científica, pesa 500g y soporta una aceleración de 30Gs. Se realizó una simulación espacial para tener mediciones de entorno, durante esta el CanSat es liberado a una altura de 670m. La carga científica se separa del contenedor a 450m y desciende con un autogiro, el contenedor desciende con paracaídas. El sistema recopila información del descenso y la manda a una base terrena para analizarla, la información es: altitud, presión atmosférica, temperatura, voltaje, tiempo del GPS, latitud, longitud, altitud del GPS, satélites del GPS, pitch y roll, velocidad angular y dirección. El proyecto permite hacer uso de conceptos físicos aplicados para interpretar la información y demuestra la utilidad de sensores en una simulación de misión aeroespacial. Se agradece al Programa Espacial Universitario (PEU) de la UNAM por su apoyo brindado en la CanSat Competition 2019.

[M7641] Sistema de detección de variaciones súbitas en las condiciones de la ionosfera aplicando Labview y Arduino. Octavio Alejo Zarco Leon* (octaviozarcofm@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas; Luis Roberto Zaragoza Gonzalez (rea_zaglz@hotmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas; Guadalupe Muñoz Martínez (gumonozm@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas; Jorge Roberto Sosa Pedroza (jsosa@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica; *Expositor. Octavio Zarco, Roberto Zaragoza, Guadalupe Muñoz y Jorge Sosa. Departamento de Física, ESFM-IPN, Ciudad de México., México Teléfono (72) 91525062 E-mail: octaviozarcofm@gmail.com El monitoreo de la ionosfera, es de interés para las telecomunicaciones. Los sistemas de posicionamiento, control de vehículos de vuelo y otros medios que utilicen señales satelitales, estos sistemas resultan afectados por las variaciones en las condiciones de la ionosfera. Con esta motivación se construyó un sistema de instrumentos para monitorear las condiciones de la ionosfera y el campo magnético terrestre, y así detectar perturbaciones provocadas por la actividad solar. El sistema de instrumentos esta constituido de un monitor SID, y un sensor de campo magnético, para la obtención de variables físicas y el análisis de datos, se utiliza el software Labview y Arduino.

[M7696] Desarrollo de un fotodetector amplificado rápido de InGaAs con control de temperatura. Sebastián García Sarmiento* (sebas.garcia.sar@gmail.com), UNAM Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada; Jorge Luis Domínguez Juárez

(jluisdominguezj@fata.unam.mx), UNAM-CONACYT Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada; Rafael Quintero Torres (rquintero@fata.unam.mx), UNAM Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada; *Expositor.

Los fotodiodos de InGaAs son los sensores más populares en la medición de señales ópticas en el intervalo de 800 a 2600 nm, de respuesta rápida y estos pueden ser amplificados. El valor agregado en el diseño de la instrumentación está en lograr los límites de sensibilidad, estabilidad y rapidez. Por lo que se requiere cuidado en el amplificador y en el control de la temperatura en el sensor. Los fotodiodos generan una corriente proporcional a la luz que incide sobre su área activa, la medición de esta corriente se complica por las variaciones de temperatura, offset de voltaje en el fotodiodo o el amplificador que equivalen a variaciones de iluminación. Se presenta un prototipo ligero y compacto que de resultados con amplificador para altas intensidades, tiempo de respuesta ultrarrápido y particularmente muy bajas intensidades, control de temperatura y convertidor de voltaje a corriente para el termoelectrico y referencia de temperatura por convección de agua.

[M7865] Diseño, implementación y caracterización de sistema de fabricación automático de inductores variables. Donají Xochitl Cruz López* (xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En el presente trabajo se expone el diseño y la implementación de un sistema de fabricación de inductores variables que entrega como producto final un inductor del valor inductivo requerido, tolerancia, intervalo de frecuencias de operación, resistencia de aislamiento entre espiras, corriente admisible, factor de calidad y coeficiente de temperatura. La fabricación de los inductores emplea acrílico, hilo de cobre, núcleo de ferrita, sistema de desplazamiento del núcleo. La sección de bobinado automático emplea un microcontrolador de Texas Instruments MSP430G2. La etapa de caracterización emplea equipo como osciloscopio, generador de funciones, elementos pasivos entre otros.

Agradecemos al Dpto. de Física de la Fac. de Ciencias, UNAM, el apoyo facilitado para la realización del presente trabajo.

[M7867] Sistema de medición del efecto de líneas de transmisión y campos magnéticos externos en áreas de trabajo. Donají Xochitl Cruz López* (xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Alberto Ramírez Bermudez (laram@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; *Expositor.

En diversas áreas de investigación se requiere determinar si los experimentos se ven afectados por los efectos electromagnéticos que se producen por el empleo de líneas de transmisión, y equipo intrínseco al área, por lo cual diseñamos un sistema de medición que permite mapearlo. La información se adquiere a través de sensores de campo

eléctrico y magnético, un sistema de adquisición diseñado con base en microcontroladores de Texas Instruments - ARM® Cortex®-M4F Based MCU TM4C123G, almacena la información en una tarjeta SD. Este sistema es escalable y modular.

Agradecemos al Dpto. de Física, el apoyo facilitado para la realización del presente trabajo.

M7887 Actualización de sistema multiparamétrico de adquisición de datos (CAMAC). *Arcadio Huerta Hernández** (arcadio@fisica.unam.mx), Instituto de Física Universidad Nacional Autónoma de México; *Efraín Chávez Lomelí* (chavez@fisica.unam.mx), IFUNAM; *María Esther Ortiz Salazar* (ortiz@fisica.unam.mx), IFUNAM; *Expositor.

Se presenta actualización de nuestro sistema de adquisición de datos basado en protocolo CAMAC Computed Automated Measurement And Control, de amplio uso en la física nuclear experimental, el programa de control y procesamiento está escrito en LabVIEW. El controlador es un módulo Wiener CC32 y un la interface a la computadora es un Pciada 32.

M7922 Diseño y desarrollo de un prototipo cogenerador de energía electromecánica. *Juan Carlos Corona Oran* (jccorona@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Alejandro Daniel González Vargas** (alejandrodanielgv@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Diego Pérez González* (d.perez.g.1999@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

El interés del presente trabajo es explorar opciones de fuentes de energía alternativas que disminuyan el impacto ecológico de las actividades humanas. La energía eólica, nuclear o solar son insuficientes o inapropiadas en algunos casos. Es por esto por lo que proponemos el diseño de un dispositivo experimental que cuantifique la relación energética entre la interacción de campos eléctricos y magnéticos y la energía mecánica. Optimizamos los parámetros del dispositivo para maximizar la eficiencia y obtener un dispositivo de cogeneración eléctrica. Las leyes de Maxwell establecen una relación entre el campo magnético y el campo eléctrico, el principio de inducción electromagnética está expresado en la Ley de Faraday. La ley de Lenz establece la relación entre el cambio en el campo eléctrico en un conductor y la variación del flujo magnético. El presente trabajo es la primera etapa de un emprendimiento empresarial de carácter eco-tecnológico.

M7933 CARACTERIZACIÓN DEL CRISTAL CENTELLADOR NAI 1.5 PX PARA EL ESTUDIO DE PARTÍCULAS DE BAJA ENERGÍA *María José Rodríguez Sánchez** (rosm88@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Jesús Jiménez Márquez* (jesus.jim.m.17@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Jorge Cotzomi Paleta* (jcotzomi@fcfm.buap.mx), Benemérita Univer-

sidad Autónoma de Puebla; *Eduardo Moreno Barbosa* (emoreno@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo presentamos la caracterización del sistema NaI 1.5 PX cristal-fotodiodo (PMT) sometida a una fuente de ionización. Nuestro objeto es encontrar la respuesta óptima de trabajo del sistema a un voltaje dado. El trabajo se basa en los procesos de interacción radiación ionizante-centellador-PMT. A saber, los fotones ionizantes al entrar en contacto con el cristal NaI ceden su energía y como respuesta se obtiene una emisión de luz centellante. Un PMT es acoplado al cristal y bajo el principio del efecto fotoeléctrico se generan fotoelectrones. En el PMT se lleva a cabo un proceso de foto multiplicación con los fotoelectrones a una diferencia de potencial dada. El proceso de digitalización de estas señales se llevó a cabo mediante una tarjeta de RedPitaya.

M7947 Optimización termoeléctrica de las celdas de Peltier usando teoría constructal. *Juan Carlos Corona Oran* (jccorona@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *José Alfredo Sepúlveda García** (electronica.josealfredo@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Josue Alejandro Salinas Peña* (el_potro_negro07@outlook.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

El efecto Peltier es un tipo de efecto termoeléctrico que se observa en un circuito eléctrico. Peltier descubrió que cuando se hace fluir corriente a través de un circuito que consta de dos tipos diferentes de conductores, se observa un efecto de calentamiento o enfriamiento en las uniones entre dos materiales, este cambio de temperatura en la unión se denomina efecto Peltier. Por otro lado, haciendo uso de la teoría constructal es posible proponer diseños como los que surgen en la naturaleza. De este modo, se pueden diseñar estructuras más eficientes en las que un sistema puede trabajar. En este trabajo aplicamos el diseño constructal para el rediseño de las estructuras de las celdas de Peltier. Optimizamos la eficiencia termoeléctrica mediante simulaciones multifísicas y las comparamos con los diseños de las estructuras clásicas.

M7976 Diseño y elaboración de instrumentación electrónica e interfase computacional para la obtención de la curva I vs V de una celda solar *Rigoberto Franco Maldonado* (rigoberto.franco@fisica.uson.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; *Kassim José Mendoza Peña* (maestro.kassim.mendoza@gmail.com), Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A. C.; *Horacio Munguía Aguilar* (horacio.munguia@gmail.com), Universidad de Sonora; *Juan Pablo Montoya Estévez* (juanpablomontoyae@icloud.com), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Jesús Mario Limón Fuentes** (jesusmaritolimon@outlook.com), Universidad del Valle de México; *Julietta Herrera Ortiz* (herrera.julietta57@gmail.com), Ing. Mecatrónica, Universidad de Sonora; *Expositor.

Con la creciente demanda de consumo de energía y las consecuencias de su producción, la búsqueda por energías renovables ha tomado protagonismo en los últimos años, una de las principales opciones son las celdas solares. En la Universidad de Sonora varios grupos realizan investigaciones sobre celdas solares, sin embargo, no se cuenta con los equipos necesarios para caracterizar su funcionamiento. Como respuesta a esta problemática se construyó un equipo para generar la curva IvsV de una celda solar con el objetivo de obtener sus principales parámetros fotovoltaicos (utilizando el sol como fuente de iluminación): Voc, Jsc, Rs, Rsh, FF y (%). Adicionalmente se desarrolló un software amigable para que este equipo pueda ser utilizado por estudiantes como herramienta didáctica. Este equipo podría utilizarse como una caracterización preliminar u orientativa para investigadores sobre el desempeño de celdas solares antes de caracterizarlas con equipos más costosos o concurridos.

M71001 **Recolector de agua de lluvia para análisis ambientales** *Guillermo Arcadio Huerta Castañeda** (*memo.a.huerta@gmail.com*), *Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur. Universidad Nacional Autónoma de México.*; *Karen P. Gaitan De Los Rios* (*krndelosrios@gmail.com*), *Instituto de Física Universidad Nacional Autónoma de México*; *Luis Acosta* (*acosta@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 realizó un recolector de agua de lluvia automatizado, con el fin de recolectar únicamente la muestra representativa de los componentes atmosféricos solubles durante el evento de precipitación, para realizar análisis ambientales. El colector fue automatizado con base en la programación de un Arduino y sus respectivos componentes, como sensor de lluvia, motor a pasos, compuertas de cierre y recipiente colector.

M71017 **Determinación de concentraciones molares de disoluciones acuosas mediante su resistencia a la corriente eléctrica** *Marisol Garza Cárdenas** (*a324623@uach.mx*), *Universidad Autónoma de Chihuahua*; *Cecilia Ruiz Morales* (*a320732@uach.mx*), *Universidad Autónoma de Chihuahua*; *Daniel Espinobarro Velázquez* (*despinobarro@uach.mx*), *Universidad Autónoma de Chihuahua*; *Pedro Pizá Ruiz* (*pedro.piza@cimav.edu.mx*), *Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.*; *Julia Liliana Requena Yáñez* (*jrequena@uach.mx*), *Universidad Autónoma de Chihuahua*; *Carlos Hugo Larrinúa Pacheco* (*clarrinua@uach.mx*), *Universidad Autónoma de Chihuahua*; *Ignacio Portillo Castillo* (*iportillo@uach.mx*), *Universidad Autónoma de Chihuahua*; **Expositor.*

En este trabajo, se hizo un dispositivo electrónico, capaz de relacionar la concentración molar de una disolución con su resistencia a la corriente eléctrica. Por medio de un Ar-

duino y un circuito con un IC 555 en modo astable se procesaron los datos de molaridad, resistencia eléctrica y frecuencia de disoluciones acuosas de diferentes concentraciones de cloruro de sodio y mediante regresión lineal se obtienen los datos que finalmente se muestran en una pantalla LCD. Con esto es posible obtener una curva de calibración a diferentes concentraciones vs resistencia eléctrica y determinar una concentración desconocida mediante su resistencia eléctrica.

M71035 **Análisis de la distribución de temperaturas en el interior de un refrigerador doméstico.** *Leisis López Rodríguez** (*llopez@posgrado.cidesi.edu.mx*), *Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial CIDE-SI*; *Carlos Alexander Nuñez Martín* (*cnunez@posgrado.cidesi.edu.mx*), *Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial CIDE-SI*; *Eloy Edmundo Rodríguez Vazquez* (*eloy.rodriguez@cidosi.edu.mx*), *Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial CIDE-SI*; **Expositor.*

En México, el consumo de energía eléctrica en el sector residencial equivale al 25 % del nacional. En los hogares, los refrigeradores presentan un alto consumo energético. La temperatura en su interior influye en la conservación de productos perecederos. La optimización de esta variable permite el diseño de refrigeradores más eficientes. Este trabajo analiza la distribución de temperaturas internas en un refrigerador doméstico. Se usa un modelo matemático basado en la ecuación de calor de Fourier tridimensional y discretizada en el espacio, que se simula en MATLAB. Se realiza de forma experimental la medición de temperaturas en el interior del refrigerador y se comparan los resultados simulados con los experimentales. Las señales fueron adquiridas y almacenadas mediante termopares, una NI cDAQ- 9174 National Instruments y una PC con una interfaz realizada en LabVIEW. Los resultados muestran una distribución de temperatura no homogénea en el interior de la cavidad.

M71073 **Desarrollo de un sistema de adquisición de biopotenciales cardiacos con derivaciones pre-cordiales, siguiendo los lineamientos de seguridad eléctrica establecidos por la IEC.** *Valentina Bastida Montiel** (*zotaquitabm@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, UNAM*; *Andrea Sofía Ceñal Cisneros* (*andicecis@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, UNAM*; *Alondra Yolitzin Gutiérrez Carbajal* (*guca_alo@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, UNAM*; *Angel Andres Moreno Sanchez* (*aams_fbm23@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, UNAM*; *Marco Gustavo Serna Estrada* (*marcog.serestrada@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, UNAM*; **Expositor.*

Las técnicas no invasivas de adquisición de biopotenciales, tales como la electroencefalografía, electromiografía, electrocardiografía y electrooculografía, poseen un gran potencial en aplicaciones clínicas principalmente en diagnóstico y monitoreo de afecciones en la salud. Sin embargo, para que sean utilizadas en instituciones médicas con pa-

cientes, estos equipos deben proporcionar seguridad eléctrica, esto significa, que en caso de que ocurra alguna falla se garantice que el paciente no sufrirá daño alguno. A continuación se plantea la elaboración de un sistema integral de adquisición de biopotenciales cardíacos con derivaciones precordiales, el cual sigue los lineamientos presentados en la norma IEC 60601-1 respecto a seguridad eléctrica en equipos de uso médico, con la finalidad de que el equipo sea un sistema portátil, de fácil acceso y bajo costo para ser utilizado por médicos desde el primer nivel de salud, en búsqueda de generar atención integral al paciente.

M71079 Implementación de reconocedor de números en línea basado en memorias asociativas para sistemas embebidos Ranyel Morales Sueiro* (*ranyel.morales@gmail.com*), Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial; Alberto Vázquez Cervantes (*alberto.vazquez@cidesi.edu.mx*), Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial; Hugo Jiménez Hernández (*hugo.jimenez@cidesi.edu.mx*), Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial; Teresa Hernández Díaz (*ktherandez@cidesi.edu.mx*), Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial; Josue Rafael Montes Martínez (*jrmontes@cidesi.edu.mx*), Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial; *Expositor.

En la actualidad las herramientas para el reconocimiento de objetos utilizadas en el área de visión artificial son cada vez más comunes. Generando problemáticas tales como, la forma en la que se procesan algunas tareas. Cuando se utilizan tarjetas embebidas para sistemas mínimos es necesario analizar la arquitectura para hacer más eficiente el uso de los recursos. Por tal motivo se requiere realizar modelos matemáticos que sean diseñados para dichas máquinas, que al ser procesados mejoren considerablemente la eficiencia y complejidad de los algoritmos implementados. En este trabajo se considera una codificación utilizando técnicas de inferencia estadística y espacios de alta dimensionalidad. Con la finalidad de probar la aplicación se utiliza un modelo matemático clásico denominado la memoria asociativa Lernmatrix propuesta por científico informático Karl Steinbuch, para aplicarlo como un reconocedor de números cuyas características binarias benefician el uso en sistemas embebidos.

M71107 Prototipo de dispositivo para la digitalización del perfil tridimensional de fósiles por proyección de franjas de Moiré Briseida Guadalupe Esquivel Barajas (*briseidaesquivel@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; Wbaldo Valdez Rivera (*wbaldo_valdez@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; Alessandra Itamar Valdés Hernández (*a_valdes@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; Natalia Galván Cámara* (*ngalvan@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; Amalia Martínez García (*amalia@cio.mx*), Centro de Investigaciones en Óptica; Raúl Ochoa Valiente (*raul.ochoa.valiente@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; *Expositor.

ochoa.valiente@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila; *Expositor.

En este trabajo se presentan los resultados del desarrollo del prototipo de un dispositivo que obtiene el perfil tridimensional y las medidas de fósiles pequeños *(de dimensiones de hasta $(20 \times 30 \times 10) \text{ cm}^3$). Se construyó un dispositivo compuesto de una Raspberry Pi, un proyector y una caja. El objeto por analizar se dispuso dentro de la caja e implementando el método de Moiré de proyección de franjas se obtuvo su perfil tridimensional. Para la reconstrucción del objeto en 3D se desarrolló un programa en MATLAB. Presentamos los resultados y comparativos utilizando fósiles de la región Coahuilense. El objetivo final será tener un prototipo para pruebas de campo y realizar pruebas no destructivas para el registro y catálogo de fósiles de la región.

M71154 Sistema de adquisición de datos de bajo costo para el conteo de fotones y detección de coincidencias temporales Erick David Duarte Mendieta* (*erick.duarte@cimat.mx*), Centro de Investigación en Matemáticas; Jehú López Aparicio (*jehu@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Víctor Manuel Velázquez Aguilar (*vicvela@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En este trabajo se pretende mostrar un sistema de adquisición de datos desarrollado para el Laboratorio de Óptica Avanzada de la Facultad de Ciencias (UNAM) con el propósito de automatizar experimentos como el experimento de Hanbury Brown y Twiss o experimentos de estadística de fotones. Se pretende describir brevemente el firmware, hardware, software y las características de este dispositivo, así como presentar físicamente el sistema terminado para que las personas que se encuentren interesadas puedan interactuar con él. Para su desarrollo se utilizó hardware (FPGA Cyclone II de Altera, Teensy 3.2) y software (Python, PyQt5, Seaborn, Numpy, etc) abierto lo que disminuye considerablemente su costo de fabricación, incentiva la colaboración entre usuarios y permite realizar modificaciones al sistema de forma sencilla para extender sus funcionalidades de acuerdo a las necesidades particulares de cada laboratorio.

M71222 Transistor como detector de partículas alfa Jade Rubí López Aragón (*jadel.aragon25@gmail.com*), Universidad de Sonora (campus Hermosillo); Martín Eduardo Manrique Arriola* (*martin.arriola117@gmail.com*), Universidad de Sonora (campus Hermosillo); Horacio Munguía Aguilar (*horacio.munguia@correo.fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora, departamento de Física; Alain Pérez Rodríguez (*aperez@cifus.uson.mx*), Universidad de Sonora, departamento de Física; *Expositor.

Los detectores de partículas alfa comunes, como el contador geiger, son difíciles y de alto costo para construir. En este trabajo se pretende mostrar una opción poco ex-

plorada, más sencilla y económica de construir, utilizando un transistor ordinario al cual se le hará incidir radiación proveniente de fuentes distintas (por separado cada fuente) para capturar la respuesta en un osciloscopio. Se hará uso de un contador para medir el número de partículas detectadas.

M71280 Control en tiempo real del movimiento tridimensional de una prótesis de mano derecha en una escena de Realidad Virtual a través de biopotenciales de origen muscular *Luis Fernando Caporal Montes De Oca** (luisferenc@ciencias.unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Mosses Arath De La Torre Sánchez* (mosses_arath@ciencias.unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Vincent Tristán Pozos Castillo* (vincentpozos@ciencias.unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Luis Eduardo Flores Luna* (315073766@ciencias.unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *José Eduardo Chairez Veloz* (jechairez@ciencias.unam.mx), *Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional*; *Expositor.

La pérdida de una extremidad superior en pacientes genera secuelas tanto físicas como psicológicas. Aunque se han propuesto diversos prototipos de prótesis como solución a lo anterior, los enfoques multidisciplinarios solo se han abordado de manera parcial. Siguiendo esta idea, en este trabajo se realiza la adquisición, el acondicionamiento y la digitalización de señales mioeléctricas que interactúan con una prótesis de mano derecha en una escena de Realidad Virtual (RV). Cada dedo es modelado como un robot manipulador redundante de 3 grados de libertad, donde se incorporan como señales de referencia a la cinemática inversa y la dinámica los patrones de movimiento obtenidos a través de clasificadores basados en Vector Support Machine. Para corregir el error de posición articular, se integra un controlador Proporcional-Derivativo con compensación de gravedad. Finalmente, se muestran resultados experimentales en tiempo real realizados en la RV de 3 agarres; palmar, cilíndrico y de pinza.

M71326 Diseño y Pruebas de un Chopper Óptico *Brian Hiram Picaso Montoya** (b.picaso@uadec.edu.mx), *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA*; *Beatriz Adriana Martínez Irvias* (beatrizirivas@uadec.edu.mx), *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA*; *María Teresa Romero De La Cruz* (teresa.romero.cruz@uadec.edu.mx), *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA*; *Raúl Ochoa Valiente* (raul.ochoa.valiente@uadec.edu.mx), *Universidad Autónoma de Coahuila*; *Expositor.

En este trabajo presentamos el diseño y fabricación de un chopper óptico. Debido a la necesidad de contar con instrumental especializado en el laboratorio de optoelectrónica de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad (FCFM-UADEC), y debido a un alto costo de estos, surgió la necesidad de diseñar nuestro propio

instrumental para el desarrollo de proyectos de investigación. Un Chopper óptico es un dispositivo que interrumpe el paso de la luz de manera periódica utilizando un disco rotatorio con aperturas. Para el desarrollo utilizamos un motor de pulsos, utilizado comúnmente para drones, por su alta velocidad y estabilidad. Utilizamos un microcontrolador para el control digital de velocidad. Los discos rotatorios y soporte se diseñaron y fabricaron utilizando impresión a 3D. Presentaremos evidencia de pruebas y resultados de este diseño para pulsar un láser y su posible utilización en experimentos de materiales.

M71346 Desarrollo de un porta sustratos rotativo tipo carrusel para preparar recubrimientos por sputtering *Héctor De Jesús Cruz Manjarrez Flores Alonso** (hector@fisica.unam.mx), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Luis Flores Morales* (lfm@ciencias.unam.mx), *Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Dalila Martínez Molina* (dalilamm@ciencias.unam.mx), *Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Expositor.

Se desarrollo un porta sustratos carrusel rotativo para preparar por el método de sputtering hasta cinco muestras con sustratos redondos o cuadrados hasta de 38 mm sin romper el vacío; la distancia blanco-sustrato se selecciona de manera independiente, esta característica aunada a la variable tiempo de exposición permite fabricar recubrimientos muy diversos ya que solo se mantiene fija la potencia aplicada y la presión del gas de trabajo. El porta sustratos está instalado en el sistema de crecimiento del Laboratorio de Alto Vacío y Películas Delgadas que tiene disponibles tres fuentes de sputtering tipo magnetrón, estas dos características únicas permiten preparar muestras multicapa de hasta tres materiales diferentes y con diferentes espesores, todo sin romper el vacío.

M71463 Sistema de control de un telescopio Cherenkov atmosférico (M@TE) *José Rubén na* (ruben@fisica.unam.mx), *Instituto de Física, UNAM*; *Arturo Iriarte Valverde* (airiarte@astro.unam.mx), *Instituto de Astronomía, UNAM*; *Luis Artemio Martínez Vázquez** (lamb@astro.unam.mx), *Instituto de Astronomía, UNAM*; *Expositor.

M@TE es un proyecto en colaboración entre el Instituto de Astronomía-UNAM, el Instituto de Física-UNAM y la Universidad de Aachen en Alemania cuyo objetivo principal es la instalación de dos telescopios Cherenkov atmosféricos en el Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir para observar fotones con energías por entre 500GeV y 1TeV. En este trabajo se presentan los avances relativos al desarrollo del sistema de control para los telescopios y el software para la operación de los mismos. El desarrollo de M@TE ha sido posible gracias a los apoyos de los proyectos DAAD-CONACYT 279446, UNAM-DGAPA-PAPIIT AG100317 y IN109916.

M71569 **Estudio de la radio-emisión en las descargas eléctricas** Victor Manuel Acametitla López* (*vic.acame@gmail.com*), BUAP; Jorge Cotzomi Paleta (*jcotzomi@fcfm.buap.mx*), BUAP; José Ruben Conde Sánchez (*rconde@fcfm.buap.mx*), BUAP; Areli Montes Pérez (*arelimp@fcfm.buap.mx*), BUAP; *Expositor.

La emisión electromagnética asociado a descargas eléctricas atmosféricas fue estudiada en el rango de bajas frecuencias. Para este propósito fue hecho un receptor de ganancia directa que consta de un circuito integrado que actúa como radio receptor en el rango de frecuencias entre 30 kHz a 300 kHz, una antena vertical fue acoplada a este sistema. Las señales adquiridas fueron canalizadas a un analizador de frecuencias para su procesamiento. En este trabajo presentamos un análisis preliminar de estas señales en relación a la actividad eléctrica atmosférica.

M71582 **INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA PARA UNA MAQUINA DE VAPOR GENERADORA DE ELECTRICIDAD** José Abel Juárez-González* (*abel1000000@hotmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; Jorge Cotzomi Paleta (*jcotzomi@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; Saúl Hernández-Mariscal (*shernandez@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; Azucena López-Casique (*azucena.casique@correo.buap.mx*), Preparatoria Emiliano Zapata, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; Areli Montes Pérez (*arelimp@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; *Expositor.

En el presente trabajo se realizó la instrumentación electrónica para digitalizar la respuesta eléctrica producida por sensores en un generador de electricidad a base de vapor de uso didáctico. Para la implementación se utilizó una tarjeta de Arduino Uno, mediante la cual se digitalizó la señal eléctrica de un sensor óptico adaptado a la polea de la máquina a fin de monitorear las revoluciones de giro asociadas a la fuerza del pistón de la máquina, además se dio seguimiento a la temperatura de la caldera mediante un sensor. Toda esta información se muestra en una pantalla LCD. Con estas lecturas determinamos la eficiencia de la máquina de vapor.

M71592 **Análisis de respuesta de sensores de gas con película sensible de Etil Celulosa a condiciones ambientales** Oscar Fabian Tzompantzi* (*fabiantzompantzi@oscar@gmail.com*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Marcos Rodriguez Torres (*rodrigueztorresmarcos@gmail.com*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Juan Castillo Mixcóatl (*jcastill@fcfm.buap.mx*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Georgina Beltrán Pérez (*gbeltran@fcfm.buap.mx*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Altúzar Aguilar (*valtuzar@fcfm.*

buap.mx), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Los sensores de gas a base de resonadores de cuarzo (QCM) fueron implementados para la detección y discriminación de gases por su alta sensibilidad, con una resolución de $\mu\text{g}/\text{Hz}$ hasta ng/Hz . Si bien estos dispositivos tienen una alta resolución, presentan problemas ante factores ambientales como son la humedad y la temperatura, por lo que es necesario caracterizar los sensores y corregir la relación respuesta-concentración de gas medida. En este trabajo se realizó un estudio sobre QCM de 30 MHz en modo fundamental a los que se les depositó una película sensible de Etil Celulosa de espesor de 0.1 a 0.3 μm . Se midieron las respuestas de los sensores a etanol, heptano y etil acetato a condiciones controladas de humedad relativa del 22% y temperatura de 25°C en un sistema estático. Se encontró una relación lineal de la respuesta con respecto al espesor de 50 $\text{Hz}/\mu\text{m}$ para etanol, 42 $\text{Hz}/\mu\text{m}$ etil acetato y 10 Hz/ppm para heptano.

M71612 **Detección y discriminación de etanol, etil acetato y heptano por medio de un arreglo de sensores de gas QCM con películas sensibles poliméricas en un sistema estático.** Marcos Rodríguez Torres* (*rodrigueztorresmarcos@gmail.com*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Altúzar Aguilar (*valtuzar@fcfm.buap.mx*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Juan Castillo Mixcóatl (*jcastill@fcfm.buap.mx*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Georgina Beltrán Pérez (*gbeltran@fcfm.buap.mx*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se ha caracterizado una nariz electrónica conformada de un arreglo de 4 sensores de alta sensibilidad a base de resonadores de cuarzo de frecuencia de 30 MHz en modo fundamental. A cada sensor se le depositó una película polimérica sensible de Etil celulosa (EC), Polimetilmetacrilato (PMMA), Apiezon L (ApL) y Apiezon T (ApT) con espesores cercanos a 0.2 μm . Los gases objetivos que se midieron fueron los compuestos orgánicos volátiles: etanol, etil acetato y heptano en concentraciones de hasta 6000 ppm a condiciones de temperatura de 20 °C y humedad relativa del 22% en un sistema estático. Se presentan resultados de los patrones de sensibilidad del arreglo de sensores de EC, PMMA, ApL, ApT, donde se ha encontrado un incremento en la sensibilidad de 10 veces en los sensores de 30 MHz comparados con sensores de 12 MHz. El análisis de componentes principales aplicado al arreglo de sensores muestra que se logró la discriminación de los 3 gases de etanol, etil acetato y heptano.

M71620 **Fotometría rápida de objetos ZZ Ceti** Fernando Angeles Uribe* (*angel@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía; *Expositor.

La detección de objetos astronómicos débiles normalmente está asociada a objetos distantes en el universo ya que su flujo decrece rápidamente con la distancia; no obstante, la mayoría de las estrellas conocidas terminarán su vida como una enanas blancas, cuyo flujo de radiación es bastante bajo ya que son muy pequeñas en comparación con una estrella de secuencia principal y carecen de un mecanismo de generación de energía. La detección de estos objetos está limitada a la vecindad cercana del sistema solar debido a que a) son inherentemente débiles y b) pocos observatorios dedican alguna parte de su tiempo a su estudio. La asterosismología de estos objetos puede proveer de información muy importante sobre los procesos físicos durante la evolución estelar. En este trabajo presento una metodología de observación utilizando una cámara emCCD en telescopios de medianos a pequeños dedicado a ampliar nuestro intervalo de detección de enanas blancas, específicamente objetos ZZ Ceti.

M71629 DISEÑO Y DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA DEPÓSITO DE PELÍCULAS DELGADAS MEDIANTE LA TÉCNICA DE DIP-COATING Miguel Angel Pérez González* (angel-perez9614@hotmail.com), UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO; Mario Antonio Rojas Mérida (mcr_50c@outlook.com), UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO; José De Santiago Luna De Santiago Luna (jose.desantiago@uteq.edu.mx), UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO; Rubén Velázquez Hernández (ruben.velazquez@uteq.edu.mx), UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO; Minerva Robles Agudo (minerva.robles@uteq.edu.mx), CONACYT-UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO; *Expositor.

En este trabajo se presenta el diseño y fabricación de un dispositivo electromecánico portátil para el depósito de películas delgadas mediante la técnica de dip-coating. El diseño se realizó en el programa de Solid Works y se llevó a cabo el maquinado de todas las piezas que comprenden el dispositivo. El instrumento funciona en base a un motor controlado por arduino, el cual posiciona un brazo con un portamuestras para depositar la película correspondiente sobre un sustrato de aprox. 2.5x10 cm. El rango de velocidades en el que trabaja va de 110 a 270 rpm. El mecanismo se ha probado en depósitos de películas de Dióxido de Titanio (TiO₂) con propósitos de armar dispositivos optoelectrónicos.

M71630 DISEÑO Y DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA DEPÓSITO DE PELÍCULAS DELGADAS MEDIANTE LA TÉCNICA DE SPIN-COATING Mario Antonio Rojas Mérida* (mcr_50c@outlook.com), UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO; Miguel Angel Pérez González (angel-perez9614@hotmail.com), UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO; Jo-

sé De Santiago Luna De Santiago Luna (jose.desantiago@uteq.edu.mx), UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO; Rubén Velázquez Hernández (ruben.velazquez@uteq.edu.mx), UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO; Minerva Robles Agudo (minerva.robles@uteq.edu.mx), CONACYT-UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO; *Expositor.

En este trabajo se presenta el diseño y fabricación innovador de un dispositivo electromecánico portátil para el depósito de películas delgadas mediante la técnica de spin-coating. El diseño se realizó en el programa de Solid Works y se llevó a cabo el maquinado de todas las piezas que comprenden el dispositivo. El instrumento funciona en base a un motor controlado por arduino, el cual controla el giro de una base donde se sujeta la muestra. El mecanismo se ha probado en depósitos de películas de Dióxido de Titanio (TiO₂) con propósitos de armar dispositivos optoelectrónicos.

M71668 Detector de Fotones Individuales Miguel Adán Jáurez Martínez* (shogesvy@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Jehú López Aparicio (jehu@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Víctor Manuel Velázquez Aguilar (vicvela@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

En este trabajo se presenta el diseño e instrumentación de un circuito para la detección de fotones individuales usando un fotodiodo de avalancha (APD). El circuito consiste en dos partes, uno dedicado a la detección del fotón y otro del control de temperatura del APD. El APD utilizado es el modelo "C30902EH" de la marca Perking Elmer el cual tiene un rango de detección de 400-1100 nm. Para la detección, el circuito se compone de una fuente de alto voltaje, un discriminador de señal y un generador de pulsos. El control de temperatura se implementó con un algoritmo de control PID usando una tarjeta de desarrollo Arduino, un circuito de control de corriente y una celda peltier. El detector se caracterizó haciendo mediciones de cuentas oscuras a distintas temperaturas (5 a 23 °C). Una vez encontrado el punto de mayor eficiencia cuántica, se realizaron pruebas de conteo de fotones con fotones creados en un cristal de Beta Borato de Bario.

M71695 Comparación de la carga medida con una cámara de placas resistiva con su amplitud y tiempo (ToT) Ricardo Paredes Maldonado* (ricardo.paredesm@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; *Expositor.

En este trabajo se presenta la caracterización de una cámara de placas resistiva (RPC) multi-capa de vidrio de

25 x 25 cm de lado, operando en el modo de avalancha. Típicamente para la medición de su respuesta temporal y eficiencia se utiliza una arquitectura del sistema de adquisición compuesta por un amplificador, un integrador, un filtro de cuarto orden y un convertidor de analógico a digital. Actualmente para lograr medir las respuestas de detectores del orden de picosegundos, se requiere utilizar otras técnicas llamada tiempo sobre una referencia (Time Over Threshold). Presentamos una comparación de estas técnicas para medir la carga que los rayos cósmicos atmosféricos depositan en la RPC al interactuar con este detector.

M71705 **Objeto siguiendo una trayectoria oscura.** *Epifanio Lorenzo Ponce Lancho (eponce@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Juan Carlos Ponce Lancho* (poncelanchojuancarlos@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Introducir a los estudiantes universitarios al mundo del control automático de objetos, no siempre es un camino fácil, pero es una de las aplicaciones físicas más apasionantes. Un objeto seguidor de línea se clasifica en el campo de la aplicación móvil, por tanto es necesario que posea tres funciones fundamentales, la locomoción (nivel físico), la percepción (nivel sensorial) y la decisión (nivel de control). Dicho objeto móvil combina diversas disciplinas como son: la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial, la ingeniería de control, el álgebra y fundamentalmente la física aplicada. En el presente trabajo, presentamos un objeto móvil funcional con dos ruedas, cada una con un motor, un tornillo que guiará la trayectoria del recorrido, se dispone de dos sensores de luz (LDR) conocidas como foto resistencias, las cuales permitirán que el circuito de control indiquen el trabajo de las ruedas motrices para mantenerse en la trayectoria trazada.

M71732 **Diseño y elaboración de una tarjeta de desarrollo basado en un dispositivo programable** *Jehú López Aparicio* (jehu@ciencias.unam.mx), UNAM; Virgilio Ponce Mecinas (virgilio.ponce@gmail.com), Universidad Tecnológica de la Mixteca; Víctor Manuel Velázquez Aguilar (vicvela@ciencias.unam.mx), UNAM; Miguel Enrique Patiño Salazar (mpatino960@hotmail.com), UNAM; Heriberto Hernández Martínez (herhdez73@gmail.com), Universidad Tecnológica de la Mixteca; Raúl Fernández Rojas (raul.fernandezrojas@canberra.edu.au), UNSW Canberra; *Expositor.*

En este trabajo se presenta el diseño y elaboración de una tarjeta de desarrollo, basado en un dispositivo programable. El dispositivo empleado en esta tarjeta es una matriz de puertas programables (FPGA) de intel de la familia cyclone IV (EP4CE10E22I7), el cual es de grado industrial. La tarjeta de desarrollo permite al usuario disponer de todas las terminales de entrada y salida, para que cada usuario agregue componentes y/o dispositivos adicionales

según la necesidad de cada usuario. Se diseñó un módulo, escrito en AHDL, para verificar la funcionalidad de la tarjeta y la integridad de las terminales de entrada y salida. Finalmente, se validó la integridad del FPGA mediante el diseño de un firmware, escrito en verilog, para procesar señales provenientes de detectores de fotones individuales para detectar coincidencias y contar señales asíncronas. Los resultados muestran que dicho dispositivo puede operar a una frecuencia de 200MHz para la aplicación que el usuario requiera.

M71756 **Caracterización de sensores de gas de 30 MHz en modo de sobretono ante tres compuestos orgánicos volátiles en condiciones controladas de humedad y temperatura.** *Alexis Ivan Bravo Sanchez* (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@gmail.com), 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, sensores QCM, pueden realizar la detección de COVs altamente peligrosos sin presentar una fatiga a diferencia del ser humano. La caracterización de los sensores QCM para la detección de COVs es necesaria debido a que estos sensores en su respuesta se ven afectados por factores como el espesor de la película que tengan, la humedad y la temperatura en el medio ambiente. Por lo que se fabricaron sensores de gas a partir de QCM (30 MHz) y una película del compuesto polimérico etil celulosa. Se caracterizó su comportamiento con el objetivo de encontrar una ecuación que nos permita compensar las variaciones en la respuesta provocado por los factores mencionados. Se encontró un plano por cada compuesto donde es posible comparar la respuesta experimental contra la respuesta teórica ante diferentes factores, con errores menores al 20%.

M71766 **Prototipo mecatronico de seguimiento solar para paneles fotovoltaicos** *Fabian Ulises Perez Monjaraz* (momonjaraz@gmail.com), Universidad Autonoma de Chiapas; Ariel Flores Rosas (aros8151@gmail.com), Universidad Autonoma de Chiapas; Sergio Mendoza Vázquez (smendoza@unach.mx), Universidad Autonoma de Chiapas; Yuliana Mariem Espinosa Sanchez (mariem.espinosa@gmail.com), Universidad Autonoma de Chiapas; Orlando Diaz Hernandez (orlandodiaz_22@hotmail.com), Universidad Autonoma de Chiapas; Luis De Jesus Inda Esparza (luisindae@hotmail.com), Universidad Autonoma de Chiapas; Victor Ivan Ruiz Perez (victoryvan1@hotmail.com), Universidad Autonoma de Chiapas; *Expositor.*

El objetivo de este trabajo es diseñar y construir un prototipo mecatronico que pueda generar energía fotovoltaica

por medio del control del posicionamiento de un panel solar el cual debe seguir la trayectoria del sol, controlado por un dispositivo programable con el fin de captar la máxima irradiación solar posible y así obtener la mayor eficiencia posible del panel solar. El prototipo constara de 2° de libertad para el posicionamiento del panel fotovoltaico empleando motores a pasos, obteniendo así un mayor control del sistema; utilizando el mínimo de consumo energético posible. Se empleara un control tipo PID (Proporcional-Integral-Derivativo) para un correcto posicionamiento del panel implementando sensores fotosensibles a la luz solar para la retroalimentación del sistema, el cual estará programado con un microcontrolador atmega328p. Se realizara una comparación en términos de eficiencia energética entre un sistema fotovoltaico estático contra el sistema de seguimiento solar

M71768 MEDIDOR DIGITAL Y GRAFICADOR DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR PARA UNA PALA QUE PRODUCE OLAS CONTROLADAS SOBRE UNA CUBA Ricardo César Arzate Trujillo* (*cesar_arzate_t@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Francisco Javier Mandujano Sánchez (*frmas@cie.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Carlos Málaga Iguíñiz (*cmi.ciencias@fciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. Usando una pala giratoria semi-sumergida en un tanque con agua se genera una ola en forma controlada que se desplaza a lo largo de una cuba. A partir de un sistema de control que se encarga de mover un motor para hacer girar la pala tomando como referencia al ángulo, se configuran la forma de la ola y los parámetros que la caracterizan. Una vez establecida la ola que se producirá para ser dispersada por un obstáculo en su trayectoria hacia adelante, ahora se requiere un sistema que mida el ángulo de la pala en cada momento y que se genere un registro (datos y gráfica correspondientes) a lo largo de la cuba. El transductor usado es un encoder incremental con resolución suficiente para mejorar las gráficas obtenidas con video convencional. Se presentan algunas gráficas de los resultados y algunas imágenes de fenómenos que actualmente son de interés para su posterior análisis.

M71803 Instrumentación en la geofísica: Resistivímetro Alina Itzel Gallardo Romero* (*alina.gallardo@uabc.edu.mx*), Universidad Autónoma de Baja California; Miguel Ángel Martínez Rodríguez (*a352874@uabc.edu.mx*), Universidad Autónoma de Baja California; Eloisa Del Carmen García Canseco (*eloisa.garcia@uabc.edu.mx*), Universidad Autónoma de Baja California; Jesús María Brassea Ochoa (*jbrassea@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; *Expositor.

Se presenta el desarrollo de un sensor de resistividad eléctrica, o resistivímetro de bajo costo, para medir la resisti-

vidad de muestras de suelos bajo condiciones controladas de humedad y composición. El sensor consiste en un circuito electrónico que emula una fuente de corriente, el cual genera un potencial eléctrico entre dos placas metálicas que contienen la muestra de suelo. Se utiliza una tarjeta de adquisición de datos con LabView para desplegar las mediciones. Para validar el funcionamiento del resistivímetro, realizamos diversas mediciones variando la concentración de agua y sal en la muestra. Los resultados se compararon con los valores de resistividad publicados en la literatura y con los valores que da un instrumento comercial utilizado en geofísica.

M71810 Instrumentación de la espectroscopia de bajas frecuencias José Ruben Conde Sánchez* (*rconde@fcfm.buap.mx*), Benemérita universidad Autónoma de Puebla; Jose Guadalupe Vázquez Luna (*javazquez13731@hotmail.com*), Universidad Rusa de la Amistad de los Pueblos; *Expositor.

El continuo desarrollo de la sociedad exige el adecuado conocimiento de nuestro entorno, el campo de la física de materiales permite conocer, con base en análisis diversos, las características físico químicas de los materiales. En este trabajo se presenta el desarrollo de la instrumentación de la espectroscopia de bajas frecuencias que estudia el comportamiento de la razón de variación de la Permitividad Eléctrica de diversas soluciones acuosas. Se desarrolló el generador, controlador y el comparador que permiten medir la razón de variación de esta característica de los materiales acuosos.

M7 Otro
Explanada frente a Rectoría

M725 LAS FINANZAS DE PEMEX 2019: Interpretación de datos Héctor Gerardo Riveros Rotgé* (*riveros@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Desde 2016 los ingresos de Pemex no alcanzan para pagar sus importaciones. En 2015, 2016 y 2017 perdió 281, 191 y 713 mil millones de pesos. Vende Petrolíferos al extranjero a un precio menor del que cobra por el crudo vendido. Las auditorías de Pemex, en tres años, de 2015 a 2017, NO MENCIONAN Otros ingresos, que son mencionados en la Cuenta Pública; que dicen que Pemex tuvo otros ingresos por 22.5 billones de pesos gastados sin incrementar sus activos de 2.33 billones o reducir sus pasivos de 3.56 billones de pesos. Pemex sigue en quiebra, no repara sus refinerías y compra gasolinas sin licitación y/o contaminadas. La nueva refinería, tendrá un costo de 0.16 billones de pesos. La cuenta pública dice que todo ese dinero se gastó, pero no menciona los detalles. Es claro que hay dinero para repartir con Hacienda, funcionarios de Pemex, auditores y el Congreso que aprobó los datos de Hacienda. El presupuesto es de 6 billones de pesos

M736 Escaneando trayectorias caóticas usando señales ultrasónicas *Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta** (jarandas@umich.mx), *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados*; *Arturo Baltazar Herrejón* (jarandas@umich.mx), *Universidad de Ohio Estados Unidos de Norteamérica*; *Jorge Isidro Aranda Sánchez* (jarandas@umich.mx), *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados*; *Expositor.

En las pruebas ultrasónicas no destructivas, es común el uso de trayectorias sistemáticas para la detección de discontinuidades en estructuras. En casos donde la localización del defecto y el área de búsqueda son desconocidas, una búsqueda sistemática puede ser en tiempo, energía y computacionalmente ineficiente. Aquí, se propone la implementación de trayectorias caóticas como una alternativa de trayectorias sistemáticas. Se desarrolló una técnica basada en el reflejo de las trayectorias vectoriales y la implementación de modelos probabilísticos. Los resultados mostraron que 1) para una búsqueda caótica la tasa de área cubierta es menos afectada por la superposición del área iluminada en comparación de la búsqueda sistemática.

M737 Análisis ultrasónico de Propiedades Mecánicas Interfaciales de Una Placa Entre Dos Sólidos *Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta* (jarandas@umich.mx), *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados*; *Arturo Baltazar Herrejón** (jarandas@umich.mx), *Universidad de Ohio Estados Unidos de Norteamérica*; *Jorge Isidro Aranda Sánchez* (jarandas@umich.mx), *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados*; *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. 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. Se observó que la atenuación induce la conversión del modo de vibración estudiado S0. Se determinó la atenuación como función de las condiciones interfaciales usando el método de la matriz de rigidez.

M741 Estudio de Propiedades de Frutos usando Impulso Acústico y Texturómetro *Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta* (jarandas@umich.mx), *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados*; *Arturo Baltazar Herrejón** (jarandas@umich.mx), *Universidad de Ohio Estados Unidos de Norteamérica*; *Jorge Isidro Aranda Sánchez* (jarandas@umich.mx), *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados*; *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 di-

chas 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.

M750 Búsqueda de Daños En Cables Multialámbricos Usando Señales Ultrasónicas *Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta* (jarandas@umich.mx), *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados*; *Eligio Cruz Albaro* (jarandas@umich.mx), *Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*; *Arturo Baltazar Herrejón* (jarandas@umich.mx), *Universidad de Ohio Estados Unidos de Norteamérica*; *Jorge Isidro Aranda Sánchez** (jarandas@umich.mx), *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados*; *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.

M7132 Optimization of traffic intersection using connected vehicles *Rachid Marzoug** (rachid.marzoug@gmail.com), *Centro Universitario del Norte, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México*; *Beatriz Castillo Téllez* (beatriz.castillo@academicos.udg.mx), *Centro Universitario del Norte, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México*; *Margarita Castillo Téllez* (mcastill@uacam.mx), *Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Campeche, México.*; *Outmane Oubram* (oubram@uaem.mx), *Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México*; *Ali Bassam* (bassamali@hotmail.com), *Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.*; *Gerardo Mejía Pérez* (gerardo.mejia@cunorte.udg.mx), *Centro Universitario del Norte, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México*; *Expositor.

In this paper, we proposed a model based on the connected vehicles to control the traffic flow at the intersection. To evaluate this model, we studied its impact on the flux and the probability of accidents at the intersection. On the one hand, simulation results showed that the increase in the number of connected vehicles decreases the congestion coefficient and enhance traffic situation in the system. On the other hand, connected vehicles reduce the probability

of accidents at the intersection. In this way, the vehicle intersection (central controller) communication can decrease the congestion and enhance road safety, especially in the intermediate and high traffic conditions.

M7146 **Lenguas de Arnold en osciladores de Tántalos acoplados: resultados experimentales.** *Augusto Cabrera Manuel** (nadxiba@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM; *Martín Alarcón Ronzón* (martinalarcon@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM; *Jorge Humberto Arce Rincón* (harce@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

. El oscilador de Tántalo es un oscilador hidrodinámico no lineal con ciclo atractor estable. Existen algunos trabajos en que se han estudiado los diagramas de bifurcaciones bajo perturbaciones breves bifásicas [1] y monofásicas [2]. También se ha estudiado teóricamente el comportamiento de dos osciladores de Tántalo acoplados. En este trabajo presentamos algunos resultados experimentales que comprueban las predicciones teóricas que se realizaron anteriormente. Referencias [1] H. Arce et al. IJBC 29 (2019) 1950023. [2] H Arce et al. RMF 63 (2017) 171.

M7158 **Descripción de las resonancias en la impedancia de líneas de transmisión con discontinuidad en el modo de propagación en sus extremos.** *Maria Teresa Serrano Serrano** (tereserrano@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Reydezel Torres Torres* (reydezel@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor. Prácticamente, una línea de transmisión homogénea debe guiar ondas electromagnéticas en un modo de propagación único a lo largo de su estructura. Sin embargo, experimentalmente se aplican y colectan dichas ondas empleando interfaces. Estas interfaces, introducen cambios en el modo de propagación, así como reflexiones de energía que se maximizan en frecuencias en las que múltiplos enteros de media longitud de onda coinciden con la longitud física de la línea. Así, a estas frecuencias ocurren resonancias en la transmisión, las cuales son evidentes en las curvas experimentales de impedancia de la estructura. Aquí, se presenta una cuantificación del efecto de estas resonancias al analizar curvas de impedancia obtenidas experimentalmente a partir de mediciones a líneas del tipo de micro-cinta con interfaces coaxiales en sus extremos. Se analiza la dependencia del número de resonancias y su magnitud con la longitud de las líneas y la permitividad efectiva del medio dieléctrico que las forma.

M7168 **En busca de los principios de ángulos de dispersión y trayectorias indeterminadas de los haces de luz** *José Antonio Zepeda Bojórquez** (josea.zepedab@gmail.com), Colegio Regis La Salle; *Abraham Ramsés Velázquez Kraff* (profesor.kraff@gmail.com), Sociedad Sonorense de Física; *Expositor.

En este trabajo se estudió, si definitivamente una partícula no tendría una trayectoria definida. Se analizaron trabajos donde la trayectoria de una partícula parece ser de naturaleza determinista, contraria a la postura de la mecánica cuántica de que no poseen trayectorias definidas. Se desarrolló un estudio objetivo y crítico basado en los trabajos de Einstein sobre la paradoja de EPR y el trabajo del efecto Compton, manteniendo presente el principio de causalidad, con la finalidad de observar, verificar y entender, cuál se aproxima a una verdad. Se propuso como idea central la dispersión de los fotones, tomando en cuenta su posición y tiempo, de esta manera detectar con anterioridad dicha partícula. La paradoja EPR fue para considerar las ideas del debate, sobre las trayectorias definidas de las partículas ante la mecánica cuántica. El principio de causalidad fue para entender porque no permite la medición la dispersión del fotón. ¿acaso habrá otra forma de aproximarse a la verdad?

M7207 **Análisis de la distribución de fotorreceptores de retinas expuestas a la diabetes.** *Luis Leonel Granados Ibarra** (7u1s730n31@gmail.com), Universidad autónoma de Chiapas; *Filiberto Hueyotl Zahuantitla* (filihz@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; *Nazario Bautista Elivar* (nazario_baen@yahoo.com.mx), Instituto Tecnológico de Pachuca; *Expositor.

Los ojos son de los órganos más evolucionados y diversos en la biología, su diversidad es tan grande que ninguna especie ve como otra, sin embargo, todos se rigen bajo las leyes de la óptica. En este trabajo estudiamos la distribución de las células fotosensibles en retinas con padecimiento diabético. Mediante análisis de imágenes de retinas de ratas, buscamos diferentes métricas que permitan establecer una conexión entre la función de distribución de dichas células con los diferentes grados de diabetes. Entre las métricas utilizadas están los circunradios de triadas de células, la desviación media cuadrática de los ángulos internos de polígonos de Voronoi, el número de lados de los polígonos y la distancia media de separación entre células. Se presentarán los resultados obtenidos hasta ahora.

M7219 **La sexta hoja de Leonardo** *Enelu Monserrat Nava Velasco** (enelu.nava@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad Esquina Con Paseo La Bufa S/N, 98060 Zacatecas, Zac., México.; *Oscar Gerardo Sotolongo Costa* (osotolongo@uaem.mx), Centro de Investigación en Ciencias, Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, C.P. 62209, Cuernavaca, Morelos México.; *Isaac Rodríguez Vargas* (isaac@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad Esquina Con Paseo La Bufa S/N, 98060 Zacatecas, Zac., México.; *Expositor.

Leonardo da Vinci era un genio que dedicaba grandes periodos de tiempo para observar y entender el mundo que

lo rodeaba; era capaz de encontrar patrones y reglas en la naturaleza [1]. Entre sus aportaciones más famosas se encuentra el hombre de Vitrubio, el patrón de crecimiento de los árboles hoy conocido como regla de Leonardo y la sexta hoja en plantas. En este último caso se percato que en muchas plantas cuyas hojas crecían en forma de espiral alrededor del tallo se cumplía que la sexta hoja quedaba por encima de la primera, lo cual era válido si se comenzaba a enumerar desde cualquiera de las hojas. En el presente trabajo se corrobora este patrón en diferentes plantas, en especial plantas nativas del estado de Zacatecas. Asimismo se propone un modelo físico-estadístico basado en el fenómeno de perforación para entender este tipo de patrón.

1.F. Capra, Learning from Leonardo, Barrett-Koehler Publishers, San Francisco, 2013.

M7229 **Análisis de series de tiempo asociadas a criptomonedas mediante el uso del exponente de Hurst** Carlos Arturo Soto Campos (*carlos.soto.cs@gmail.com*), UAEH; Rafael Pérez Vite* (*pe318285@uaeh.edu.mx*), UAEH; *Expositor.

Es bien sabido que las series de tiempo financieras no se ajustan a una distribución consistente con una caminata aleatoria. En su lugar, puede verse que existen el fenómeno de autoorganización, particularmente en el caso de caídas profundas de precios, es decir los así denominados "crashes" bursátiles. En dichas caídas profundas, los rendimientos siguen una ley de potencias, por lo que presentan propiedades fractales. En el presente trabajo se analiza el comportamiento de algunas criptomonedas que exhiben dicho comportamiento fractal. Usando una metodología novedosa se hace un análisis de la curtosis de los log rendimientos de algunas criptomonedas encontrándose el punto crítico que identificamos con una transición de fase. Paralelamente se estudia el exponente de Hurst de la misma serie de tiempo y se propone que este exponente puede usarse como un exponente crítico para tratar de encontrar la diferencia entre regímenes autoorganizados que siguen una ley de potencias.

M7266 **Diseño y simulación de un molino compacto para PET** Miguel Angel Madrigal Cardiel (*carmad23@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha; Juan Damián Hernandez (*dreyco_1575@hotmail.com*), Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha; Silvano Velázquez Roque* (*sil_roque@hotmail.com*), Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha; *Expositor.

En el siguiente trabajo de investigación se muestra el diseño de componentes y ensamble de una trituradora para molienda de Polietileno de Teraftalato (PET) a través del software SolidWork, así como también el análisis de los aceros 304, 316L y 412 como posibles materiales de construcción del molino compacto a través de voltametría lineal y potencial estático con un potenciostato VERSA STAT, además del análisis de corrosión en un rango de pH de entre 0.5 a 3.0. Los resultados obtenidos de la si-

mulación y diseño muestran un eficaz desempeño de sus componentes, así como el acero 316L como el mejor material para su construcción.

M7282 **Síntesis del superconductor $YBa_2Cu_3O_x$** Mariana Isela Islas Salazar (*anilam.farasha22@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Isaac Martínez Cedillo* (*Imc.20005@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Sergio Alejandro López Sandoval (*sergio.lopezsnd@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Ricardo Obregon Guerra (*robregon66@yahoo.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Se ha sintetizado y caracterizado el compuesto superconductor $YBa_2Cu_3O_x$, para sintetizarlo se ha empleado el método cerámico convencional que consiste en tres etapas: precursora, calcinado y sinterizado. En la etapa precursora se realizó la mezcla y molienda de los compuestos químicos, en la etapa de calcinado se ha horneado la muestra a 950 grados celsius durante 12 horas y finalmente en la etapa de sinterizado se prensó la muestra y se horneó nuevamente a la misma temperatura durante 12 horas, pero permitiendo la entrada de oxígeno. De esa manera se ha obtenido el compuesto final. En la caracterización se han obtenido resultados acerca de la estructura del compuesto.

M7303 **Caracterización elástica de una celda en forma de aro a partir de sus modos de vibración mecánicos** María Gabriela Báez Juárez (*gbaez@azc.uam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Rafael Alberto Méndez Sánchez (*mendez@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; Elisa Guillaumin España (*guillauminelisa@yahoo.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; Enrique Flores Olmedo (*enrique22809@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; Ezequiel Martínez Solís* (*chequessolis@hotmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

Se presentan resultados experimentales-caracterización elástica por el método de espectroscopía acústica resonante (ARS) de un aro de aluminio a partir de tres tipos de vibraciones mecánicas: compresionales, flexionales y torsionales. El experimento consta de dos transductores electromagnéticos-acústicos (EMATs), un analizador de redes vectorial (VNA) y un amplificador de señales de alta resolución. Este montaje experimental para caracterización por ARS, está automatizado por una computadora y un software de adquisición de datos (LabVIEW). Como resultado de esta caracterización elástica, se obtienen los distintos espectros experimentales de este sistema elástico bidimensional los cuales son comparados con los resultados numéricos obtenidos por la simulación numérica de las vibraciones del aro usando el software de ingeniería COMSOL Multiphysics, el cual resuelve las ecuaciones diferenciales correspondientes a los tipos de ondas antes mencionados empleando el método del elemento finito.

M7304 **Diseño y construcción de un filtro de vibraciones elásticas para ondas flexionales en un medio estructurado** Milton Ramiro Quintana Moreno* (quintanamilton92@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Arturo Arreola Lucas (arreolaarturo@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; Rafael Alberto Méndez Sánchez (mendez@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; María Gabriela Báez Juárez (gbaez@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Enrique Flores Olmedo (enrique22809@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; *Expositor.

Se desarrolla el método de mapeo de Poincaré para resolver numéricamente la ecuación de ondas flexionales de la teoría de Timoshenko en vigas localmente periódicas. La evolución del espectro de frecuencias propias, obtenido como función de la fracción de llenado de la celda unitaria de estos sistemas, muestra una estructura de bandas y brechas en frecuencia donde estos sistemas pueden transmitir o no vibraciones. Se eligen dos valores estratégicos de la fracción de llenado, tales que una brecha de un sistema periódico, se traslapa con la brecha de otro distinto. Esto es con el fin de diseñar una estructura mixta, compuesta de la unión de los dos sistemas previos creando una superposición de las brechas anteriores. Los tres sistemas se fabricaron en varillas de aluminio y se midieron sus espectros de frecuencias, usando la técnica de espectroscopia acústica resonante. El espectro experimental muestra la existencia de la brecha esperada, acorde con el diseño numérico.

M7317 **Caracterización mecánica de espumas absorbentes** Mayra Denisse Jiménez García* (mdenissejg@gmail.com), Preparatoria Oficial Número 11; Enrique Flores Olmedo (enrique22809@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; Rafael Alberto Méndez Sánchez (mendez@fis.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; María Gabriela Báez Juárez (gbaez@correo.azc.uam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Arturo Arreola Lucas (arreolaarturo@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

Las vibraciones mecánicas tienen gran impacto en la vida cotidiana, razón por la que es importante diseñar sistemas que permitan su control. Las espumas son materiales que se usan para reducir la intensidad de las vibraciones no deseadas, actuando como un mecanismo pasivo de absorción. Aquí se presentan los resultados de la caracterización de distintas espumas, usando la técnica de espectroscopia acústica resonante (ARS) que mide la respuesta vibrante de un sistema a excitaciones mecánicas en distintos intervalos de frecuencia. Se realizaron simulaciones numéricas del sistema en COMSOL, para seleccionar algunas resonancias de la placa. Estas últimas son amortiguadas, en el experimento, mediante las espumas. Finalmente se midió el factor de calidad de cada espuma para determinar su

amortiguamiento y elegir la más eficiente, en el intervalo de frecuencias seleccionado.

M7394 **Evaluación de la hidrofobicidad de la superficie celular de hongos filamentoso.** Roberto Pedro Duarte Zamorano (roberto.duarte@fisica.uson.mx), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Ana Gloria Villalba Villalba (anagloria.villalba@unison.mx), Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD); José Ángel Saavedra Calderón (jose-a11@live.com.mx), Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios 132; David Eduardo Hernández Sánchez* (darkedy7@hotmail.com), Instituto Ignacio Montes de Oca A.C.; *Expositor.

En este trabajo se determinará la hidrofobicidad de la superficie celular de los hongos mediante el ensayo de adhesión microbiana a hidrocarburos (MATH), el cual se basa en la afinidad de las células fúngicas por hidrocarburos. Entre más hidrofóbica la superficie de una célula mayor afinidad tendrá por los hidrocarburos, lo que resulta en la transferencia de células desde la fase acuosa a la fase orgánica. La evaluación de la hidrofobicidad de las células (hifas y esporas) realizará sumergiéndolas en buffer de fosfato de sodio 10 mM, pH 7.0; después a la suspensión con células se añadirán 300 μ L de hexano y se agitará durante 10 min y se dejará reposar durante 5 min. Se medirá la absorbancia a 470 nm de las suspensiones antes (A0) y después (At) de agregar el hexano. Se utilizará el buffer sin células como blanco. El porcentaje de células adheridas a la fase orgánica se calculará utilizando la ecuación: % de hidrofobicidad = (A0 - At) / A0 X 100.

M7407 **Inestabilidades de Eckhaus y Benjamin Feir cerca de la bifurcación Turing-Hopf** Aldo Ledesma Durán* (aldo_ledesma@ciencias.unam.mx), Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM; José Luis Aragón (aragon@fata.unam.mx), Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM; *Expositor.

La proximidad a la bifurcación de Turing-Hopf es responsable de las estructuras espaciotemporales que combinan un patrón espacial con el comportamiento periódico del tiempo. En particular, 1) los patrones que cambian su número de onda efectivo mientras oscilan, así como 2) la inestabilidad de la fase por encima de un patrón espacial casi fijo son estructuras que se han observado cerca de este régimen en experimentos y simulaciones numéricas. En este trabajo, proporcionamos un marco para comprender y cuantificar estas soluciones como inestabilidades secundarias de la solución de Modo Mixto que resulta del formalismo de amplitud cerca del punto de codimensionados de Turing-Hopf. Esto nos ha permitido identificar estos dos tipos de soluciones como generalizaciones del pozo. Inestabilidades conocidas de Eckhaus y Benjamin-Feir-Newell, respectivamente

M7425 **Caracterización del factor de forma de células cancerígenas por AFM** Lissette Galvan Tlapa-

le* (gatliz_03@live.com.mx), Facultad de ciencias físico matemático universidad autónoma de nuevo León; Maricela Rodríguez Nieto (maricela@ifm.umich.mx), Instituto de Física de la Universidad Michoacana de san Nicolas de Hidalgo; Jorge Luis Menchaca Arredondo (jorgeluismenchaca@gmail.com), Laboratorio de Physique des solide en el Univeriste de Paris XI en Francia; Diana Zarate (diana.zaratetr@uanl.edu.mx), Cinvestav Querétaro; *Expositor.

En el presente trabajo se muestra los resultados obtenidos para el factor de forma de células cancerígenas, para esto se usó un microscopio de fuerza atómica en modo de semicontacto para obtener imágenes de células simples. De esta manera se obtuvieron imágenes individuales de las siguientes líneas celulares de cáncer TC1, DU – 145 y MDA – MB – 231, a partir de las imágenes obtenidas se obtuvo el factor de forma a través de la relación área vs perímetro lo cual de manera cualitativa nos dice que forma tienen las células. Además, se generó un programa en Python para obtener a partir del centro relativo de la estructura las distancias a la frontera de la célula, esto es una medida cuantitativa de la forma de la misma. La importancia de estos resultados radica en la correlación que puede hacer entre la forma de la célula y algunas propiedades físicas como son módulo de Young, fuerzas de adhesión al sustrato, viscoelasticidad etc.

M7439 Sistema de seguridad para la operación de láseres de potencia Juan Pedro Mirón Montesinos (yasikjuan@hotmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS; David Hernández Medina (smile-god@hotmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS; Armando Bustos Gómez* (bustos@icf.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Olmo González Magaña (olmogm@icf.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Guillermo Gerardo Bustos Maya (gbustos@icf.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Jaime De Urquijo Carmona (jdu@icf.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.

Se ha implementado un sistema de seguridad para el área donde se operan láseres de potencia asociados a experimentos con plasmas de baja temperatura. El sistema monitorea la apertura y cierre de las puertas de acceso a dicha área y condiciona el encendido de las fuentes de alimentación de los láseres involucrados. También cuenta con un temporizador de cuenta descendente para situaciones en las que el operador necesita hacer algún ajuste rápido en el experimento fuera del área de seguridad, permitiendo el sistema al operador con 10 minutos para volver a cerrar las puertas y en los últimos 30 segundos, el control despliega numéricamente el tiempo restante y acciona una alarma sonora avisando que se deben cerrar las puertas para regresar a la operación normal de los láseres. El sistema está basado en un microcontrolador programado en la plata-

forma Arduino. Proyecto apoyado por, UNAM, PAPIIT IN108417 y PAPIME PE108518.

M7495 ONDAS ELÁSTICAS: ESTADOS CUASI-TRANSVERSALES Y CUASI LONGITUDINALES. Lamberto Castro Arce* (lcastro@navojoa.uson.mx), Universidad de Sonora; Carlos Figueroa Navarro (cfigueroa@industrial.uson.mx), Universidad de Sonora; Martín Eduardo Molinar Tavares (martin.molinar@conagua.gob.mx), Comisión Nacional del Agua, Hermosillo.; Julio Cesar Campos Garcia (julio.campos@cajeme.uson.mx), Universidad de Sonora; *Expositor. Utilizamos el Método de la Matriz Global para estudiar la polarización de los espectros de transmisión elásticos en superredes sólidas con y sin defectos. La polarización de los picos de transmisión se comporta según lo predice la estructura de bandas. Existen modos sagitales cuasi-longitudinales y cuasi-transversales. De particular interés resulta el efecto de cambio de polarización al variar el ángulo de incidencia. También probaremos que en sistemas finitos la polarización de los picos de transmisión debido a defectos puede depender del espesor de la muestra. La razón es que el confinamiento de los desplazamientos longitudinal y transversal de la onda sagital puede ser diferente.

M7502 Oscilación de Aros danzantes Luisa Gabriela Del Valle Díaz Muñoz* (gabrieladel_valle@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Rodolfo Espíndola Heredia (rodolfoespiher@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; María Guadalupe Morales Hernández (equal.gpe14@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Damian Muciño Cruz (da_eno@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Pedro Jesús Díaz Tecanhuey (pjdt21@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Daniela Saldaña Cantarey (danicantarey@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; *Expositor.

Un aro de masa m y radio R puede oscilar en un plano vertical en torno a un punto O de su perímetro que está fijo. A su vez, otro aro de masa m con $m < M$ y radio $r = R/N$, donde $N > 1$ rueda sin deslizar dentro del primero. Se obtienen las ecuaciones de movimiento del sistema formado por los dos aros, con el uso de la mecánica de Lagrange, se obtienen las ecuaciones de movimiento de los dos aros, y resolvemos el sistema numéricamente, los resultados son contrastados con las soluciones obtenidas por el estudio experimental que se realiza al dispositivo. Analizamos los posibles casos de estabilidad del sistema, a través de la solución numérica del modelo con físico estudiado.

M7504 Péndulo Esférico de Longitud y Masa Variable: Estudio Teórico y numérico Rodolfo Espíndola Heredia* (rodolfoespiher@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco;

Luisa Gabriela Del Valle Díaz Muñoz (*gabrieladel_valle@hotmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; María Guadalupe Morales Hernández (*equal.gpe14@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Damian Muciño Cruz (*da_eno@yahoo.com.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Pedro Jesús Díaz Tecanhuey (*pjdt21@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Inti Pineda Calderon (*biophysinti3@yahoo.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Santiago Guijosa Guadarrama (*sguijosa278@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; *Expositor.

Se estudia teóricamente el caso de un Péndulo Esférico de Longitud Variable. Se considera que dicha variación en la longitud, es debida a un resorte que se comporta de acuerdo con la Ley de Hook. El péndulo se mueve alrededor de un punto de suspensión manteniendo el ángulo $0 < \theta < \pi/2$ respecto de la vertical. Se estudian las propiedades dinámicas rotacionales del sistema, al obtener las energías cinéticas y potenciales tanto gravitacional como elástica, por medio de la formulación lagrangiana y con uso de las ecuaciones de Euler-Lagrange se obtienen las ecuaciones de movimiento, estudiamos el acoplamiento de las variables longitudinales y angulares, resolvemos el sistema de ecuaciones de manera numérica, para finalmente discutir sobre la estabilidad en los diagramas fases, este proceso se repite para el caso cuando el péndulo es de masa variable, y se contrastan los resultados obtenidos, para los dos casos.

M7509 Estudio de la dinámica del Yoyo de masa variable María Guadalupe Morales Hernández* (*equal.gpe14@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Luisa Gabriela Del Valle Díaz Muñoz (*gabrieladel_valle@hotmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Rodolfo Espíndola Heredia (*rodolfoespiher@yahoo.com.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Damian Muciño Cruz (*da_eno@yahoo.com.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Pedro Jesús Díaz Tecanhuey (*pjdt21@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; *Expositor.

El yoyo se compone de una masa cilíndrica o cuasiesférica de madera, plástico u otros materiales, con una ranura profunda en el centro de todo el borde, las dos tapas permanecen unidas a través de un barrilete, alrededor del cual se enrolla un cordón que, anudado a un dedo, lo hace subir y bajar alternativamente. Existen distintos tipos de “suerres” que se pueden jugar con el yoyo, en todas ellas es el resultado de hacer girar la masa cuasiesférica a través del cordón. Se propone un modelo para el cambio de la longitud con respecto al tiempo, posteriormente explicamos la dinámica de su movimiento con el uso de la dinámica lagrangiana, y se resuelven las ecuaciones de manera numérica, estos resultados son comparados con resultados

obtenidos por el dispositivo experimental que se construye y que con uso de sensores inalámbricos permiten la transmisión de información para medir posiciones y variables rotacionales

M7510 Salto de objeto rodante de masa variable Luisa Gabriela Del Valle Díaz Muñoz (*gabrieladel_valle@hotmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; María Guadalupe Morales Hernández (*equal.gpe14@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Rodolfo Espíndola Heredia* (*rodolfoespiher@yahoo.com.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Damian Muciño Cruz (*da_eno@yahoo.com.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Pedro Jesús Díaz Tecanhuey (*pjdt21@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Frida Lisette Flores Rivera (*frida.rivera29@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; *Expositor.

En este trabajo consideramos un objeto rodante que se caracteriza por que su centro de masa se ha desplazado del centro de simetría. Además tiene la capacidad de perder masa durante el recorrido de traslación. Se sabe que para objetos rodantes con masa constante, si el objeto se desplaza sobre un plano inclinado, después de que el objeto alcanza cierta frecuencia de rotación, salta perdiendo contacto con el plano sobre el cual rueda sin resbalar. Teóricamente estudiamos el comportamiento rotacional con la restricción adicional de que éste pierda masa, la propuesta teórica es que la pérdida de masa sea de forma lineal, para estudiar la dinámica del comportamiento del objeto rodante y comparar entre los casos de masa constante y variable para verificar en primer lugar si en el caso de masa variable el sistema exhibe el salto del objeto rodante. El resultado teórico y numérico obtenido del análisis del sistema descrito, es corroborado con el modelo experimental y sus resultados.

M7532 Interacción de un hongo filamentoso con metales tóxicos Brenda Leyva Amaya* (*brenda.leyva89@gmail.com*), Universidad de Sonora; Ana Gloria Villalba Villalba (*anagloria.villalba@unison.mx*), Centro de investigación en alimentación y desarrollo, A. C.; Amir Dario Maldonado Arce (*amir.maldonado@unison.mx*), Universidad de Paris VI; *Expositor.

La contaminación por metales tóxicos es un grave problema ambiental en el mundo. Existen diversos métodos físicos y químicos que permiten reducir estos contaminantes, pero son caros e ineficientes. La biorremediación es una tecnología más adecuada por ser accesible económicamente y mejor para el medio ambiente. Los micromicetos se perfilan como poderosos bioadsorbentes de metales tóxicos debido a la composición química de su pared celular. Se busca identificar las propiedades de bioadsorción de la variedad *Aspergillus* spp., analizando su nivel de tolerancia en metales tóxicos comúnmente encontrados en zonas de

riesgo. El estudio consistió en inocular el hongo en el medio de cultivo suplementado, por separado, con Cd, Pb y Hg y evaluar el índice de tolerancia para cada metal en distintas concentraciones. Después mediante XPS y FT-IR analizar la composición elemental y de grupos funcionales en la superficie celular con el fin de identificar posibles mecanismos de bioadsorción.

M7560 Poniendo a prueba la hipótesis de Feynman: Antítesis del fotón virtual *Abraham Ramsés Velázquez Kraff** (*profesor.kraff@gmail.com*), *Sociedad Sonorense de Física*; *Sergio Misael Mirazo Solórzano* (*sergiomisael91@gmail.com*), *Centro de investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*; **Expositor*.

Se realizó una investigación detallada y exhaustiva sobre el trabajo de Feynman acerca de la interacción electromagnética entre dos cargas puntuales, cuya hipótesis se basa en respetar el principio de causalidad introduciendo el concepto de portador de fuerza que se denominó “fotón virtual”. Según Feynman, dichos fotones virtuales poseen un tiempo de vida ultra corto, dificultando así la labor experimental de medirlos, con el objetivo de corroborar la validez de dicha hipótesis. El objetivo del presente trabajo es determinar que el tiempo de vida de estos portadores de fuerza es medible experimentalmente, contraponiéndose a la idea de Feynman.

M7709 Particulate Matter Emission Induced by Bidirectional Traffic *Noureddine Lakouari** (*n.lakouari@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica*; *Saúl E. Pomares Hernández* (*spomares@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica*; *Díaz Jesús García* (*jesgadiaz@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica*; *Julio César Sansalvador Pérez* (*jcp.sansalvador@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica*; *Outmane Oubram* (*oubram@uaem.mx*), *Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Del Estado de Morelos*; **Expositor*.

Particulate matter (PM) is a solid or liquid particle suspended in the air. Particles can be carried over long distances by wind and then settle on ground or water. There is a strong relationship between exposure to particle pollution and health risks, including premature death. PM is the main cause of reduced visibility (haze). vehicular traffic has been considered as an important contributor to the PM emission. In this paper, we propose a cellular automaton model to simulation the PM emission induced by bidirectional traffic. We took the case where the traffic is a heterogeneous i.e. the slow vehicles are presented. The no-passing zones also are considered in the study, we found the PM emission depend strongly on the fraction of the slow vehicles as well as on the length of the no-passing zones. Moreover, we are going to discuss the strategy that could reduce the PM emission in the bidirectional traffic.

M7737 SIMILITUDES Y DIFERENCIAS EN LA INTERACCIÓN ENTRE DOS SISTEMAS CUASI-SINGULARES EN LA MESETA DE ESTABILIDAD ENTRÓPICA Y EN LA FRONTERA DE INESTABILIDAD ENTRÓPICA *Gabriel Arroyo Correa** (*garroyo@umich.mx*), *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*; **Expositor*.

En trabajos recientes modificamos el modelo de Dixon para remover la singularidad, en lo que hemos llamado el sistema de Dixon modificado (Dx), y se hizo una caracterización de su dinámica en términos de su entropía de Shannon. Los resultados mostraron regiones de estabilidad e inestabilidad entrópica. En este trabajo se hace un estudio numérico de la interacción entre dos sistemas Dx en los casos en que: a) ambos sistemas se encuentran en la meseta de estabilidad entrópica y b) uno de los sistemas está en la frontera de inestabilidad entrópica y el otro se encuentra en la meseta de estabilidad entrópica. Se estudian conexiones del tipo de retro-alimentación, tanto unidireccional como bidireccional. Los resultados muestran que dependiendo de la naturaleza de conexión entre los sistemas y del valor de la entropía, es posible que los sistemas se sincronicen a un estado cuasi-periódico ó colapsen a un punto límite. Se agradece el apoyo del programa CIC-UMSNH 2019.

M7749 CONTROL DE LA ESTABILIDAD DE DOS CADENAS CAÓTICAS HÍBRIDAS ACOPLADAS MEDIANTE UNA PERTURBACIÓN MAGNÉTICA *Gabriel Arroyo Correa** (*garroyo@umich.mx*), *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*; *Carlos Heriberto Mendoza Pérez* (*carloschmp@yahoo.com*), *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*; **Expositor*.

En trabajos anteriores hemos estudiado numéricamente la sincronización de dos cadenas caóticas híbridas acopladas por un elemento no caótico. Se identificaron canales que preservan la estabilidad del sistema. En este trabajo se hace un estudio numérico del efecto que tiene una perturbación magnética local aplicada en uno de los elementos constitutivos de las cadenas caóticas, sensible a campos magnéticos, en la estabilidad de la sincronización del sistema. El efecto se cuantifica mediante la entropía de Shannon en las señales de sincronización del sistema analizado, en función de la amplitud y frecuencia de la perturbación magnética. Los resultados muestran que, dependiendo de los parámetros de la perturbación magnética, se puede controlar la estabilidad del sistema tanto en un estado caótico como en un estado cuasi-periódico. Se discuten similitudes y diferencias con el caso de configuración abierta-abierta entre las cadenas. Trabajo apoyado por el programa CIC-UMSNH 2019.

M7751 Estrategia de divulgación en torno a los debates fundamentales de la física cuántica *Pamela Geraldine Olivo Montaña** (*pamelager@gmail.com*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Ana María Cet-*

to Kramis (ana@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Un recorrido histórico que va desde los textos de divulgación aparecidos en los inicios de la física cuántica hasta publicaciones contemporáneas, permite revelar el tipo de divulgación que se ha dado en torno a los fundamentos de la teoría. El análisis se enfoca en el tratamiento dado a ciertos temas centrales en los debates de la teoría cuántica: la dualidad onda-partícula, el indeterminismo y el papel del observador. Se rastrean las herramientas empleadas para presentar dichos conceptos, se identifican los desafíos a los que se enfrenta la divulgación en este campo y se exponen los supuestos teóricos adoptados por los autores en sus presentaciones de la teoría. Finalmente se plantea una estrategia de divulgación en torno a la teoría cuántica y las cuestiones que aún siguen abiertas a debate, con el propósito de dar lugar a una imagen más integra de la teoría y contribuir con ello a mostrar algunas de las realidades y complejidades del proceder de la ciencia en general.

M7760 **Espectro de Lyapunov para el problema de Kepler Asimétrico.** Pedro Porras Flores* (porras@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Ricardo Méndez Fragoso (rich@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

En este trabajo se presenta un estudio sobre el cálculo del espectro de Lyapunov para el Problema de Kepler Asimétrico, PKA. Un sistema de tres grados de libertad con restricciones holonómicas formado por dos partículas con masas m_1 y m_2 que interactúan mediante el potencial gravitacional. Una característica importante de PKA es la super-integrabilidad, la cual se obtiene de una condición de simetría asociada a las masas, de echo bajo esta condición PKA se convierte en el problema de Kepler. Sin embargo, cuando ésta se pierde, el sistema ya no es integrable, pues sólo persisten la componente z del momento angular total y la Hamiltoniana. En esta contribución utilizamos un integrador simpléctico bastante poderoso que nos permite reducir los errores referentes a la aritmética de punto flotante, es por esta razón que el esta técnica nos ayuda a encontrar el espectro de Lyapunov de manera que podemos asegurar las condiciones iniciales y parámetros en las que el sistema es caótico

M7812 **Material de Weyl/Dirac en presencia de un campo electromagnético y gravitacional** Osmar Eliel López Pérez* (osmar16lopez@gmail.com), Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas de la Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

A través de la formulación de teoría de campos de los materiales de Weyl/Dirac se estudia la respuesta electromagnética y gravitacional de un material de Weyl/Dirac. En primera instancia se analiza el material de Weyl/Dirac en presencia de un campo magnético uniforme. En consecuencia se realizan perturbaciones electromagnéticas y gravitacionales en el material para determinar las funciones de

respuesta tales como la conductividad y la viscosidad de Hall.

M7862 **HIPÓTESIS CIENTÍFICA, ALGO EXTRA-VAGANTE, ACERCA DEL ORIGEN DE LA VIDA** Gerardo Daniel Fernández Sánchez* (xxgfs@yahoo.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.

Resumen Una simulación computacional, mediante el método reticular, de un patrón de difracción muy específico puso de manifiesto la posibilidad de que la luz puede ser artífice de vida en el planeta, aún en la actualidad. La idea fue emplear (por facilidad) los cuatro primeros orbitales atómicos completos del átomo de hidrógeno para conformar luz estructurada e iluminar con ella una pequeña abertura circular, esperaba ver algo interesante dado que hidrógeno significa generador de agua y el agua es fuente de vida, según proclaman algunos científicos, y para mi sorpresa el patrón que emergió de la simulación tiene la forma muy parecida a una abeja, repetida cuatro veces mediante un eje de simetría cuatro. La conclusión es que la luz pudo tener un rol importante en el origen de la vida.

M7874 **Diseño e implementación de un prototipo de robot de rescate, segunda etapa - sistema de navegación.** Luis Alberto Ramirez Bermudez* (laram@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; Valente Vázquez Velázquez (valente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; Fernando Angeles Uribe (angel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; Donají Xochitl Cruz López (xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; José Luis Del Río Valdés (jluisdrov@unam.mx), Facultad de Ciencias; *Expositor.

Dentro de los problemas de frontera de la mecatrónica es generar sistemas autónomos entre los que se encuentran los robots que faciliten tareas de rescate, por lo que presentamos la segunda etapa de este prototipo Esta etapa consiste en el desarrollo del sistema de navegación autónomo, el cual se basa en una Raspberry pi 3 (Raspberry) y comunicación en radiofrecuencia y/o bluetooth procesando la información de los sensores implementados en la primera etapa; Así mismo, se desarrolló la opción de navegación visual empleando una cámara Pixy (Pixy cam) y empleando comunicación vía Wifi para la transmisión de video. Se empleó el sistema operativo Raspbian y la programación se desarrolló en Python 2.3.

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

M7879 **Transporte de ondas mecánicas a través de una cavidad caótica: Vibraciones en el plano** Aricel López Intzin* (lopezintzinaricel@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Enrique Flores Olmedo (enrique22809@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco;

Arturo Arreola Lucas (*arreolaarturo@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; María Gabriela Báez Juárez (*gbaez69@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Rafael Alberto Méndez Sánchez (*mendez@icf.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México -Instituto de Ciencias Físicas; Moisés Martínez Mares (*moises1968@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; *Expositor.

En este trabajo, se presentan los principales resultados obtenidos de estudiar experimentalmente la transmitancia de ondas mecánicas en el plano, a través de una cavidad caótica elástica bidimensional. Se comparan las fluctuaciones del transporte de ondas para dos canales abiertos con el modelo propuesto por la teoría de matrices aleatorias, cuyos resultados confirman la universalidad de las fluctuaciones de la transmisión. La cavidad elástica caracterizada corresponde a la geometría de medio billar Sinai y fue fabricada en una placa de aluminio. La caracterización se hizo usando la técnica de espectroscopia acústica resonante para ondas en el plano.

M7936 **Influencia del momento de inercia en una onda pendular** Luisa Gabriela Del Valle Díaz Muñoz (*gabrieladel_valle@hotmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; María Guadalupe Morales Hernández (*equal.gpe14@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Rodolfo Espíndola Heredia* (*rodolfoespiher@yahoo.com.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Damian Muciño Cruz (*da_eno@yahoo.com.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Pedro Jesús Díaz Tecanhuey (*pjdt21@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Mario Armando Talamantes Johnson (*marioarmando1996@hotmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; Angel Omar De Luna Gallardo (*dgao@outclock*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; *Expositor.

El fenómeno de onda pendular se presenta cuando se tienen N péndulos equi-espaciados, que se cumple mediante una relación con la longitud de la cuerda de cada péndulo, su trayectoria traza un círculo, relacionando geométricamente la longitud de la cuerda y el radio de la superficie de un semi-círculo, se propone que al colocar un conjunto de N objetos rodando sobre un riel con esta forma, existe analíticamente una expresión que relaciona el periodo de oscilación y la posición del objeto para reproducir una onda pendular; donde se observa que la onda pendular en el caso de un cuerpo rígido se puede modelar a través del momento de inercia $I = \lambda m R^2$ y del radio del riel (r), donde la constante λ depende de la geometría del objeto rodante de radio R . A través de una simulación se corroboró la generación de una onda pendular, con N objetos de misma geometría, es decir con λ , R constantes (esferas, discos y cilindros), variando r ; y considerado λ , R constantes, variando R .

M7955 **Evaluación de la calidad del agua de manantiales y pozo profundo en la región de la meseta P'urhépecha** Silvano Velázquez Roque (*sil_roque@hotmail.com*), Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha; Juan Damián Hernández (*dreyco_1575@hotmail.com*), Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha; Miguel Angel Madrigal Cardiel* (*carmad23@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha; Gonzalo Viramontes Gamboa (*gugamboa@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Jesus Vargas Correa (*jearva@yahoo.com.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo de investigación se muestra un estudio sobre la calidad del agua de consumo humano de tres comunidades de la región de la meseta P'urhépecha (Cheran, Nahuatzen y Paracho) del estado de Michoacán, donde se tomaron muestras de diferentes manantiales y aguas de pozo profundo. Se analizaron los niveles de parámetros fisicoquímicos de calidad del agua, tales como: dureza, cantidad de sólidos disueltos, pH, temperatura, contenido de iones y metales pesados. Los resultados muestran una cantidad promedio de dureza de entre 100 y 200 ppm, cantidad de sólidos de entre 100 y 120 ppm, pH de 7, temperatura de 23°C, y una concentración promedio de Pb y As de 0.35 y 0.09 ppm respectivamente, los parámetros fueron comparados contra los límites permisibles en las normas nacionales (Modificación en el año 2000 de la NOM-127-SSA1-1994, NOM-041-SSA1-1993) e internacionales (OMS-2011) de calidad del agua de consumo humano.

M71082 **Estudio de la movilidad de esperma de erizo de mar** Jesús Antonio González Espinosa* (*jesus.gonzalezze23@gmail.com*), Departamento de Física, Universidad de Sonora; Ana Gloria Villalba Villalba (*anagloria.villalba@unison.mx*), Conacyt - Departamento de Física, Universidad de Sonora; Amir Dario Maldonado Arce (*amir.maldonado@unison.mx*), Departamento de Física, Universidad de Sonora; *Expositor.

Las células que tienen movilidad propia constituyen un caso interesante de materia activa. En particular, los espermatozoides poseen un flagelo que les permite moverse para fecundar el óvulo. El movimiento colectivo del esperma es crucial para la fecundación, sobre todo en especies que la realizan externamente, como el erizo de mar, organismo que lanza el esperma al agua, en concentraciones (antes de diluir) del orden de 10^{10} células por mililitro; estas células se propulsan haciendo girar sus flagelos de forma helicoidal (1.5 ciclos por segundo). En este trabajo estudiamos experimentalmente el movimiento colectivo e individual de espermatozoides de erizo de mar (*Echinometra vanbrunti*). El movimiento colectivo se estudió analizando las funciones de correlación en experimentos de dispersión dinámica de luz (DLS). Las trayectorias individuales fueron seguidas por videomicroscopía, determi-

nando propiedades como: velocidad promedio, frecuencia y ángulo de las vueltas, etc.

M71133 **La mastografía: conflictos éticos.** Alberto González Espejel* (*cannonball@hotmail.es*), Preparatoria Emiliano Zapata Salazar; Dulce María Castro Coyotl (*dcastro127@hotmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Jose Guadalupe Vázquez Luna (*jvazquez13731@hotmail.com*), Universidad Rusa de la Amistad de los Pueblos; *Expositor.

Desde 1895, con el descubrimiento de que la radiación X permitía ver el interior de cuerpos opacos, ésta ha sido de gran utilidad en el campo del cuidado de la salud. En 1950, se comenzó a conocer la correlación entre el aumento de incidencia de cáncer y la exposición a la radiación ionizante de los rayos X. Por otro lado la mastografía es un método de pesquisa mediante el cual se obtienen imágenes de anomalías mamarias las cuáles se utilizan para hacer un diagnóstico médico. Sin embargo, el empleo de radiación ionizante plantea una serie de contradicciones de conciencia. En este trabajo analizaremos algunos conflictos éticos, que el empleo de la mastografía plantea ante la comunidad científica. ¿Es ético por parte de la comunidad científica, mantener silencio ante esta situación o se deben divulgar los efectos secundarios que la radiación ionizante tiene sobre las mujeres que se practican la mastografía? ¿El consentimiento informado aplica en este campo de la medicina?

M71152 **Simulación de la transmisión segura de mensajes usando la sincronización de caos** Ana Laura Colmenero César* (*thetrappedoncrytal@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Flavio Rosales Infante (*flavioroin@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Francisco S. Guzmán Murillo (*guzman@ifm.umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo se presenta un programa que simula la transmisión segura de señales dentro de una máscara caótica. Esto significa que se envía una señal, que es una serie de tiempo que en nuestro caso suponemos que es la combinación lineal de funciones armónicas, superpuesta con la solución numérica de un sistema caótico. Definimos sistemas emisor y receptor, de modo que ambos obedecen el sistema de Lorenz y logramos la sincronización entre ambos para un rango de condiciones iniciales, lo cual mostramos mediante el cálculo de una función de Liapunov apropiada. La señal es transmitida a través de la variable asociada a la velocidad del fluido en el sistema de Lorenz y es filtrada de la solución del sistema receptor. El análisis incluye la relación entre el rango de frecuencias de la señal enviada y el error de la señal filtrada con respecto a la emitida. También presentamos la relación entre la razón de amplitudes señal-ruido y el error de la señal filtrada con respecto a la enviada.

M71157 **La econofísica en los mercados financieros** Osvaldo Gutiérrez Esparza* (*OswaldoGE137@outlook.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas - Universidad Autónoma de Nuevo León; Manuel Martínez Garza (*manuelzdlol81@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas - Universidad Autónoma de Nuevo León; Luis Mario Zepeda Guzmán (*luis.zepedagu@uanl.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas - Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

La cuestión de la veracidad científica y explicativa de un cuerpo matemático es una de las cuestiones fundamentales a la que todos los campos y estructuras científicas se enfrentan en sus inicios. Tal no es la excepción para la econofísica, un campo formado a partir de la creciente complejidad y evolución del mundo junto a la búsqueda de nuevas herramientas financieras que permitan una mayor comprensión de la cambiante situación del mundo. A partir de los años 70's se establece el mercado de divisas, la volatilidad y el aparentemente comportamiento aleatorio del llamado Foreign Exchange Market (mercado de divisas) lo cual da como resultado el interés por parte de los físicos en desarrollar cuerpos matemáticos que provienen de conceptos tales como los sistemas dinámicos, mecánica estadística, fluidos y etc. Lo cual constituye una interesante oportunidad de sistematizar una serie de comportamientos que con anterioridad se consideraban impredecibles.

M71169 **Modelado estadístico e hidráulico de la regla de Leonardo** Patricia Villasana Mercado* (*patricia.villasana@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Oscar Gerardo Sotolongo Costa (*osotolongo@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Isaac Rodríguez Vargas (*isaac@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Hace quinientos años Leonardo da Vinci encontró un patrón en el crecimiento de los árboles que en la actualidad se conoce como la regla de Leonardo, él propuso que el cumplimiento de su regla se debía a la conservación del flujo de la savia. Recientemente Christopher Eloy ha buscado una justificación para el cumplimiento de dicha regla, él propone que los árboles crecen de manera auto-similar para minimizar las tensiones producidas en las ramas y debido a la competición por la luz solar. En el presente trabajo se propone retornar a la hipótesis inicial de Leonardo a partir de un modelo hidráulico y estadístico al encontrar la función de distribución que siguen los radios de los elementos conductores del xilema; se fundamenta la investigación con datos experimentales obtenidos por medio de un proceso de maceración utilizado por biólogos en sus laboratorios.

M71170 **Análisis interferométrico de caos óptico** Fabian Camilo Cubillos Morales* (*fcubillos@inaoep.mx*), Instituto Nacional De Astrofísica, Óptica y Electrónica; Gabriel Constantino Martínez Nikonoff (*gmartin@*

inaoep.mx), Instituto Nacional De Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Se estudia un sistema interferométrico tal que la distribución geométrica de fuentes presenta caos. El análisis de franjas se obtiene a partir de la función de correlación. El análisis se extiende a un interferómetro topológico de Young.

M71202 Efecto del ordenamiento cristalino en las propiedades fotoluminiscentes de nanofósforos de $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ Isela Padilla Rosales* (*ipadilla.rosales@gmail.com*), CINVESTAV-IPN; Federico González García (*fgg@xanum.uam.mx*), IIM-UNAM; *Expositor.

Mediante la técnica solvotermal asistida por microondas se sintetizaron nanofósforos de Al_2O_3 dopados con 6.5 %, 7.5 %, 9.5 % y 13 % at. Eu que posteriormente fueron calcinados a 900°C, 1000°C, 1100°C y 1200°C por 3 h. Utilizando técnicas de caracterización como difracción de rayos X y espectroscopía fotoluminiscente se estudiaron las características estructurales y fotoluminiscentes de estos nanofósforos, así como los efectos de la temperatura de calcinación y el incremento de la concentración de Eu sobre la estructura y, por ende, en las propiedades fotoluminiscentes. Al obtener los tiempos de decaimiento se observó un comportamiento bi-exponencial y un aumento en los tiempos de decaimiento promedio, lo cual está relacionado con la formación de la fase cristalina EuAlO_3 .

M71219 Diseño y construcción de un prototipo de incubadora para el estudio del crecimiento de hongos filamentosos. Jesús Eduardo Hermosilla Díaz* (*hermosilladiaz@gmail.com*), Universidad Veracruzana; Irais Viveros Martínez (*irais6013@gmail.com*), Universidad Veracruzana; Mauricio Gálvez Rodríguez (*mgr2804@hotmail.com*), Universidad Veracruzana; Doddy Rafael Gómez Vargas (*eldoddygomez@gmail.com*), Universidad Veracruzana; Adrián Arturo Huerta Hernández (*adhuerta@uv.mx*), Universidad Veracruzana; *Expositor.

El reino Fungi comprende a los organismos compuestos por estructuras celulares eucariotas denominados hongos, estos pueden ser del tipo unicelulares o levaduriformes, pluricelulares o filamentosos y hongos carnosos. En particular los hongos filamentosos son los responsables de gran parte de la descomposición de la materia orgánica, pueden cultivarse a partir de fragmentos obtenidos del tallo o de forma natural a partir de materia orgánica. Cuando las condiciones ambientales son favorables los hongos filamentosos pueden cultivarse de forma natural, sin nutrición, hasta por 30 días. En el Laboratorio de Materiales Blandos, Simulación y Cálculo Numérico se estudia el comportamiento de cultivos como sistemas termodinámicos, por ello se pretende diseñar una incubadora funcional, utilizando una placa de desarrollo Arduino y sensores para implementar un sistema de control de temperatura y humedad. Así, el experimentador podrá modificar y registrar las variables termodinámicas de su interés.

M71296 Vibraciones de una barra rectangular de aluminio: espectroscopía acústica resonante versus simulaciones numéricas Nancy Badillo Hernández* (*nan280496@gmail.com*), Universidad Tecnológica Emiliano Zapata; Rafael Alberto Méndez Sánchez (*mendez@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; María Gabriela Báez Juárez (*gbaz69@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; *Expositor.

La espectroscopía acústica resonante es una técnica que nos permite estudiar la respuesta de un sistema vibrante ante la aplicación de excitaciones mecánicas. La respuesta puede ser torsional, flexional o compresional. Con esta espectroscopía se obtiene el espectro de resonancias mecánicas, con amplitud y fase, de un sistema dado. A partir del espectro se deducen diversas propiedades mecánicas como por ejemplo los módulo de Young y de corte. Esta técnica se implementó en una barra rectangular de aluminio. Se realizaron también simulaciones numéricas de las vibraciones usando el método de los elementos finitos. Los resultados de las medidas experimentales y las simulaciones se compararon, obteniendo un excelente acuerdo. Este trabajo es apoyado por la DGAPA-UNAM proyecto PAPIIT IN109318 y por el CONACYT proyecto CB-284096.

M71342 Influencia del consumismo en la contaminación del área metropolitana de Monterrey Juan Manuel Maldonado Alonso* (*juan.maldonadolns@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Michelle Itzel Benítez Sánchez (*benitezmichel68@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Giovanni Gamaliel López Padilla (*giovannilopez9808@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Se trató de obtener una relación por medio del modelado de una ecuación diferencial entre el total de compras en principales centros comerciales de la zona metropolitana de Monterrey, Nuevo León y los índices de contaminación en esas zonas en los días de consumo; se presenta una posible relación, y se trata de dar una explicación a ésta, detallando el hecho de como la física puede intervenir en otras áreas.

M71376 APLICACIÓN DEL MÉTODO EMD AL PROBLEMA DE SINCRONIZACIÓN DE DOS SISTEMAS CAÓTICOS Gabriel Arroyo Correa* (*garroyo@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

El método de descomposición empírica de modos (EMD, por sus siglas en inglés) fue propuesto por Huang et. al en 1998 como una técnica para analizar señales no lineales y no estacionarias. La idea del método EMD es descomponer la señal original como una suma de modos de oscilación de media cero, llamadas funciones de modo intrínseco (IMF's, por sus siglas en inglés). Debido a que esta descomposición se hace en el mismo dominio de la señal original, hace del EMD una herramienta adecuada para

identificar, en principio, causas específicas inmersas en la señal. En este trabajo se aplica el método EMD para analizar la sincronización entre dos circuitos de Chua idénticos y entre dos circuitos de Chua cuasi-idénticos (diferente función de respuesta no lineal). Los resultados muestran que las IMF's de cada sistema presentan similitudes y diferencias asociadas a la naturaleza de la conexión y de la función de respuesta no lineal de los circuitos. Trabajo apoyado por el programa CIC-UMSNH 2019.

[M71382] Determinación de los niveles de concentración de mercurio en cremas comerciales por medio de espectroscopia de absorción atómica Daniel Espinobarro Velázquez (*despinobarro@uach.mx*), Universidad Autónoma de Chihuahua; Saúl Alfonso Núñez García* (*a301466@uach.mx*), Universidad Autónoma de Chihuahua; Brayan Gerardo Gamboa Loya (*a301563@uach.mx*), Universidad Autónoma de Chihuahua; José Gonzalo Palomares Gutiérrez (*a301490@uach.mx*), Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.

Se analizó la concentración de mercurio en nueve muestras de productos cosméticos tales como cremas y blanqueadores para la piel. Para realizar esto se utilizó la técnica de espectroscopía de absorción atómica por generación de hidruros, tomando en cuenta los principios de absorción atómica y de la ley de Beer-Lambert. A su vez se determinaron las muestras que se encuentran o no dentro de los límites permisibles para la concentración de mercurio en productos cosméticos según la normatividad oficial mexicana y la administración de alimentos y medicamentos, delimitando así los productos que son perjudiciales para la salud del ser humano. Para realizar este estudio, se prepararon las muestras tal como indican los protocolos para la obtención de concentraciones de metales pesados y elementos volátiles en cosméticos para estas ser analizadas en un espectrofotómetro AAnalyst 200 de PekinElmer.

[M71404] Dinámica clásica del sistema dual de Bateman en 2D. Hugo Hernández Saldaña* (*hhs@azc.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

El estudio de sistemas disipativos en mecánica cuántica es de gran interés desde hace muchas décadas y aún sigue sin ser un capítulo cerrado. El sistema dual de Bateman ha sido una de las propuestas fructíferas para estudiar el fenómeno, aunque casi siempre se restringe a variaciones del sistema en 1 dimensión, en [1] propuso un modelo en 2D para estudiar el decaimiento del momentum angular. En éste trabajo abordamos la dinámica clásica del sistema a través de las secciones de Poincaré y de las constantes de movimiento encontradas. Dichas constantes de movimiento dependen explícitamente del tiempo y se encuentran en involución con el Hamiltoniano total.

[1] H. Hernández-Saldaña, J. Morales-Télez, C. García-Martínez. "Exploring the 2-D Bateman dual System Hamiltonian: a first approach" to appear at the Proceedings of the IX International Congress of Physics Engineering, Mexico City, 2018. Aceptado para su publicación.

[M71405] Distancia de Correlación en elecciones mexicanas: Correlaciones no lineales en las bases de datos del Instituto Nacional Electoral. Hugo Hernández Saldaña* (*hhs@azc.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

La existencia de regularidades en sistemas electorales es un tópico bien establecido actualmente. Su origen y entendimiento con modelos simples aún es un reto abierto, así como el mejoramiento y comprensión de las bases de datos actuales. Entre los problemas a entender es la existencia de correlaciones, no necesariamente lineales, entre los datos. En éste trabajo hacemos uso de una técnica estadística reciente, denominada Distancia de Correlación [1], para el estudio de bases de datos electorales mexicanas. Es de hacer notar que el uso del coeficiente de correlación de Pearson en las elecciones presidenciales de 2006 no presentó ninguna anomalía[2] por lo que en ésta presentación discutimos sobre la recurrencia de correlaciones en las últimas dos décadas de datos electorales, que a fin de cuentas son el resultado de un sistema complejo.

[1] G.J. Székely. , M. L. Rizzo, and N.K. Bakirov. Measuring and testing dependence by correlation of distances. Ann. Statist. Vol. 35, 6 (2007), 2

[M71406] Soluciones extremas para el modelo de Caldirola-Kanai en 3D en términos de oscilador armónico à la Moshinsky. Hugo Hernández Saldaña* (*hhs@azc.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

El oscilador armónico cuántico ha marcado la física mexicana en varios aspectos. En una exploración de aplicaciones de modelos simples con disipación a problemas en dimensiones mayores a uno [1], se encontró una solución de estadísticas extremas al problema de Caldirola-Kanai donde una solución al sistema de osciladores armónico en 3D da lugar a una distribución de probabilidad que es la exponencial de una exponencial, es decir una distribución à la Gumbel [2]. El resultado es una modificación de las soluciones de oscilador armónico en 3D encontradas por Moshinsky. En este trabajo discutimos dicha distribución y su anexión al cúmulo de resultados basados en los trabajo de M. Moshinsky. [1] J. Morales Télez "Disipación en Momentum angular Orbital de la Luz: una aproximación desde los modelos simples" Bachelor thesis, Universidad Autónoma Metropolitana, Mexico, 2017. [4] E. J. Gumbel, Statistics of Extremes(Dover Publications Inc., New York.2004)

[M71422] Influencia de un campo eléctrico aplicado sobre un cristal líquido para anclaje débil y fuerte Jorge Andrés Robles Hernández (*jorgeandres@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; Adrian Reyes Cervantes (*adrian@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; Gerardo Jorge Vázquez Fonseca* (*jorge@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

Utilizando las ecuaciones de Frank-Ossen para un cristal líquido nemático se estudiará el efecto de la aplicación de un campo eléctrico para los casos de anclaje débil y fuerte, es decir variaremos el parámetro que constriñe la re-orientación en un cristal líquido dicho parámetro está relacionado con la energía superficial de anclaje. Se encuentra que existen campos críticos por abajo de los cuales no hay re-orientación del cristal líquido.

M71473 Estudio polarimétrico de las estrellas HD 38563 A y C en la nebulosa NGC 2068 del complejo de Orión Abigail García Pérez* (*a96garcia@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Abraham Luna Castellanos (*aluna@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Luis Carrasco Bazúa (*carrasco@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Omar E. Serrano Bernal (*arthas@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Devaraj Rangaswamy (*dev@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Se presenta una breve descripción de las características generales de NGC 2068, así como los resultados y el análisis de un estudio de dos estrellas estándares polarimétricas localizadas en su región central, con el fin de establecer una relación entre la calidad de observaciones que se obtienen, el funcionamiento de los detectores utilizados durante la observación y las condiciones climáticas. A estas estrellas se les realizó polarimetría de apertura en bandas infrarrojas usando POLICAN en el Observatorio Guillermo Haro en Cananea Sonora, México. Este análisis detallado de polarización pone en duda la calidad de estrella estándar de una de ellas, resultado consistente con datos recientes que muestran un posible sistema múltiple. Adicionalmente, basado en estos datos, mostramos un nuevo modelo que explica la polarización detectada en toda la región central de NGC 2068.

M71589 Análisis de la Red Social de Twitter los Políticos Mexicanos Usando Redes María Guadalupe Olmos Andrade* (*lupitaolmos1997@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El impacto de las redes sociales virtuales ha sido un hecho indudable. Desde el verano árabe, pasado por las elecciones en EEUU y muchos más ejemplos que vemos en la vida cotidiana. En este trabajo se utilizó la red social de Twitter para analizar la red de los políticos Andrés Manuel López Obrador, Felipe Calderón Hinojosa y Vicente Fox Quesada por considerarlos los más representativos en la vida de dicha red social. La información que proporcionó la red social nos permitió generar la red de seguidores de cada político y con la maquinaria matemática que se tiene de la Teoría de Redes Complejas se analizaron cada red para encontrar sus similitudes y diferencias, detectar anomalías en la conformación de la red, cliques, etc. Este estudio se puede ser muy útil para sociólogos, personas que estudian el comportamiento humano para comprobar teoría socia-

les que hasta hora no habrían sido posibles sin la ayuda de computadores y códigos desarrollados por científicos en la ciencia de los grandes

M71590 Análisis del Discurso Usando Redes Complejas en la Problemática de Aranceles entre México y Estados Unidos María Isabel Sosa Hernández* (*isabelsosafernandezv@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Las Ciencias Sociales se caracterizan por una abrumadora inclinación hacia la investigación cualitativa. Las Investigaciones cuantitativas se reducen a análisis estadísticos usualmente hecho con un método estándar. En este trabajo usamos las hermanitas del software Mathematica y a Teoría de Redes Complejas que permitieron extraer datos del hashtag #Aranceles de la red social de Twitter, crear la nube de palabras de la discusión, clasificar los sentimientos, encontrar las similitudes de los comentarios, generar la un grafo de personas discutiendo temas similares. Se analizó todo se hicieron conclusiones cuantitativas basadas en métricas como la Centralidad de Grado, Densidad local, Densidad Global, Cliques, etc. Este estudio ayuda a detectar anomalías como bots, comunidades que ensucian la conversación y la hacen “no orgánica” y también gente relevante como activistas sociales, etc.

M71622 Geometría de Lípidos Ambar Gabriela Hernández García* (*ambar.96.gabriela@gmail.com*), Universidad Autónoma de Querétaro; Aldrin Melitón Cervantes Contreras (*acervantes@uaq.mx*), Universidad Autónoma de Querétaro; *Expositor.

El colesterol es uno de los principales componentes lipídicos de la membrana plasmática en todas las células animales, por lo que la cantidad de este en la membrana tienen un impacto importante en las propiedades de la membrana: el ordenamiento de los fosfolípidos, cambios en la fluidez, el módulo de elasticidad y la deformación de la membrana. El colesterol también tiene un gran impacto en nuestra salud, ya que la hipercolesterolemia es una de las principales causas de infarto al miocardio y enfermedades cerebro-vasculares. En este proyecto se busca hacer el análisis de la geometría de lípidos para después enfocarnos en uno en específico, el colesterol. A partir del hamiltoniano de Helfrich se busca obtener las propiedades mecánicas del colesterol, teóricamente.

M71638 Comportamiento hidrofílico de la hidroxiapatita sintética y líquidos usados en el cultivo de tejidos in vitro Alma Mireya Ordoñez Rodríguez (*physics.lab@yahoo.com*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Andrés Rodolfo Serrano Castro* (*mmendezg00@gmail.com*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; María Guadalupe González Morgado (*physics.lab@yahoo.com*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; María Magdalena Méndez-González (*mmendezg07@yahoo.com.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.

Mediante el ángulo de contacto, se determinó el comportamiento hidrofílico de la hidroxiapatita sintética utilizando agua destilada, suero fisiológico y suero fetal bovino como líquidos mojantes, debido a que estos son los líquidos fundamentales utilizados en el cultivo de tejidos in vitro para determinar la biocompatibilidad de la hidroxiapatita sintética. El ángulo de contacto proporcionó información relacionada con la energía de superficie, rugosidad de superficie y heterogeneidad en composición química de la hidroxiapatita. Éste se midió como el ángulo que se forma entre la superficie de la hidroxiapatita, al estar en contacto con el líquido y la línea tangente al punto de contacto de la gota de éste. Los tres líquidos utilizados presentaron el comportamiento hidrofílico deseado ya que tienen un ángulo de contacto menor a 65°, que es una condición necesaria para éstos líquidos en los cultivos celulares in vitro.

M71641 **Análisis de la generación del sistema robótico de la Entrada, Descenso y Aterrizaje del rover Curiosity** Alan Rodríguez Navarro* (*alan-rdz79@outlook.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Giovanni Gamaliel López Padilla (*giovannilopez9808@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Análisis divulgativo de la etapa final de la misión espacial Curiosity al llegar a Marte: El ingreso a la atmósfera y el posterior aterrizaje del rover. Este proceso de la misión se divide en 3 diferentes fases. Estas son: La Entrada, el Descenso y el Aterrizaje del rover. Durante este plazo de tiempo los sistemas internos de la astronave deben funcionar de manera automática sin la asistencia manual terrestre. Se explicarán cada una de sus fases, como su dinámica de vuelo y los aspectos termodinámicos de su heatshield en la fase de entrada, el despliegue del paracaídas especial durante la fase de descenso y en la tercera fase se detallará el funcionamiento del aterrizaje con el Sky Crane, una clase de grúa que ayudará a posar al rover en suelo marciano desde la distancia, evitando que el polvo se levante y corra el riesgo de dañar los instrumentos, con esto dando para el final de toda la misión un aterrizaje seguro, automático y exitoso.

M71648 **Corrección relativista a relación de incertidumbre** Franklin Moisés Mejía Hurtado* (*franklin.mejia@ues.edu.sv*), Escuela de Física, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador; *Expositor.

Se presenta la relación de incertidumbre de la posición y el momento relativista, obtenida por su relación de conmutación. En primera aproximación, la relación hallada es semejante a las expresiones generalizadas del principio de incertidumbre, lo que permite analizarla de forma similar y obtener un valor mínimo en la incertidumbre de la posición. En el límite no relativista, la relación de incertidumbre mostrada se reduce a la de Heisenberg.

M71658 **Síntesis y caracterización espectroscópica de un compuesto de coordinación de Cu(II)** Elizabeth Baca (*lizy_baca@hotmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Daniel Ramírez Rosales (*danielesfm@yahoo.com.mx*), Instituto Politécnico Nacional; Isaac Soltero Ochoa* (*isochoa98@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Debido a la necesidad de establecer relaciones magneto-estructurales que contribuyan al entendimiento del magnetismo molecular con el fin de mejorar el diseño y la síntesis de nuevos compuestos de esta naturaleza, en el presente trabajo se plantean condiciones reproducibles de reacción para sintetizar compuestos de coordinación con el ligante H₂L (salicilaldoxima), el ion metálico Cu(II), iones metálicos 3d y el ligante puente dicianamida. Su caracterización se realizó mediante diferentes espectroscopias. En la espectroscopia IR se observa la presencia de los modos normales de vibración del ligante puente dicianamida y el ligante H₂L. De la espectroscopia UV-Vis y EPR se obtuvieron espectros correspondientes a iones Cu(II) octaédricos. A partir de todos los métodos de espectroscopia se establecieron las correlaciones electrónica-magnético-estructurales que aportan nueva información para el diseño de magnetos moleculares.

M71660 **El diagrama fundamental en el flujo vehicular: una visión teórica tipo Enskog** Alma Rosa Méndez Rodríguez* (*amendez@correo.cua.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa; Rosa María Velasco Belmont (*rmvb@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa; Willson Marques Junior (*marques@fisica.ufpr.br*), Universidad Federal do Paraná; *Expositor.

Cuando la densidad vehicular en el tránsito es lo suficientemente grande, resulta imposible modelar a los vehículos como objetos puntuales, en cambio debemos tomar en cuenta el espacio que ocupan realmente: a través de su tamaño y el tiempo de reacción. En el trabajo que presentamos, construiremos el diagrama fundamental desde un punto de vista teórico, es decir establecemos una ecuación cinética tipo Boltzmann-Enskog tomando en cuenta los aspectos antes mencionados. Asimismo, determinamos la densidad crítica que separa los regímenes de flujo individual y colectivo, así como las relaciones flujo-densidad y velocidad-espaciamento. Finalmente, validamos nuestro modelo existosamente al contrastarlo con datos empíricos obtenidos recientemente por Coifman [1] y exploraremos la correspondiente transición de fase. Agradecimientos. Los autores agradecen el apoyo brindado por CONACyT a través del proyecto CB2015/25.

[1] B. Coifman, Transp.Res. Part B, 78:5465, (2015).

M71673 **Análisis del bloqueo por zinc del canal de cloruro CIC-2 dependiente del voltaje** Roberto Gastélum-Garibaldi* (*rivergastelum@gmail.com*), Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara; Jorge Arreola Gómez (*arreola@*

dec1.ifisica.uaslp.mx), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Jorge E. Sánchez-Rodríguez (*sanchezrodriguez.je@gmail.com*), Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara; *Expositor.

El canal de cloruro ClC-2 dependiente del voltaje es una proteína transmembrana especializada en el transporte de iones cloruro (Cl⁻). Su apertura depende de dos compuertas independientes; una rápida o de poro (CP) formada por el ácido glutámico E213 y una lenta o común (CC), cuyo elemento estructural se desconoce, aunque es sabido que el zinc (Zn²⁺) inhibe su función. En este trabajo planteamos la hipótesis de que la tirosina conservada en la región del poro del canal (Y561) es un elemento molecular que forma parte de CC. Esta hipótesis la evaluamos estudiando la corriente de Cl⁻ producida por los canales silvestre (WT) ClC-2 y Y561A-ClC-2. Para este fin, implementamos la técnica de fijación de voltaje en membrana de ovocito cortado. Encontramos que 1mM de Zn²⁺ inhibe 39% de la corriente en Y561A-ClC-2 y la cinética asociada a CC desaparece; mientras que en el WT inhibe un 54%. Este resultado sugiere que Y561 podría ser un elemento molecular que forma parte de la CC del ClC-2.

M71687 **Unidad astronómica** Sealtiel Humberto Gallardo Martínez (*sealtielgm@gmail.com*), Universidad de Sonora; Julio Cesar Saucedo Morales (*jsaucedo@cifus.uson.mx*), Universidad de Sonora; Melissa Del Carmen Fuentes Arenas* (*fuentes.arenas.melissa06@gmail.com*), Universidad de Sonora; Pablo Armando Loera González (*pabloloerag@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Siendo un evento tan poco frecuente, las investigaciones respectivas a este fenómeno son limitadas. Al ocurrir este evento en el año 2012 fue posible obtener datos de diferentes locaciones terrestre los cuales son: Observatorio Solar Carl Sagan, ubicado en Hermosillo, Sonora (29°04'54.1"N 110°57'37.2"W) y la isla de Hawaii (19°49'23.9"N 155°28'09.6"W) gracias al trabajo del físico Pablo Loera González. Las imágenes fueron tomadas al mismo tiempo en estos lugares, por lo que el cálculo dependerá de la diferencia entre ambos paquetes de estas mismas utilizando el método de Halley para obtener esta unidad de medida así como el trabajo del Ing. Covarrubias y herramientas del álgebra y trigonometría, los cuales van de la mano con teoría cinemática que nos permitan reflejar estos resultados.

M71739 **Evaluación de los efectos de la radioterapia en línea celular de cáncer de mama por espectrometría infrarroja.** Zuleima Nava Maldonado* (*zukozyaz@gmail.com*), Escuela Militar de Ingenieros; Paola Yessel Raymundo Plata (*yp.raymundo95@gmail.com*), Universidad Iberoamericana; Jesus Abraham Vazquez Valdez (*j.abrahamvazquez08@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

El cáncer de mama es la principal causa de muerte en las mujeres mexicanas, siendo el subtipo triple negativo el más nocivo, su ausencia de expresión de receptores ER, PR y HER2 disminuye las probabilidades de cura. Las radiaciones ionizantes son una modalidad de tratamiento no invasivo que actúa sobre el tumor provocando cambios moleculares y muerte celular. Es necesario caracterizar las biomoléculas afectadas por las radiaciones ionizantes, producto de la radioterapia, que generan la muerte del carcinoma. Este trabajo analiza los espectros de la línea celular MDA-MB-231, irradiada a diferentes energías y sin irradiar. Los efectos observados en las curvas de los espectros celulares, irradiados como de control, presentan variaciones tanto en la absorbancia como en el número de onda, de las regiones establecidas para las amidas, ADN, ARN y lípidos. Estos resultados sugieren que la variación de la energía en la aplicación de radioterapia influye sobre los resultados del tratamiento.

M71786 **Análisis de la respuesta de la ionósfera a eventos geomagnéticos mediante el uso de datos GPS.** Carlos Emilio Montalvo Lara (*carlosmontalvobvb@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; Amanda Salas Navarro* (*salas.amy@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; Lissette Galván Tlapale (*gatliz99marzo@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; Esmeralda Romero Hernández (*esmeralda.romerohdz@uanl.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Este proyecto consiste en el análisis de la respuesta de la ionósfera durante varias tormentas geomagnéticas moderadas (< -100 nT). Para ello usamos datos GPS (Global Positional System) de una estación ubicada en Guadalajara (UGEO) con los que se estimó el contenido total de electrones (TEC). Con base en la media que establecimos de estas tormentas, se extrapoló una variación diurna que tiene la ionósfera durante estas perturbaciones.

M71792 **Comparación de las masas del Charmonium obtenidas de la ecuación de Schrödinger para variantes del potencial de Cornell.** Marco Antonio Molina Suárez* (*marco.molinasrz@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Uno de los problemas dentro de la mecánica cuántica cuyo estudio amplió el conocimiento sobre la interacción fuerte, fue el de las soluciones de la ecuación de Schrödinger para el quarkonium, un mesón formado por un par pesado de un quark y un antiquark. Es calculada la solución de la ecuación radial de Schrödinger con un potencial de Cornell y algunas de sus variantes por el método de iteración analítica exacta (AEIM). Los eigenvalores de la energía son obtenidas y la energía total del Charmonium es calculada y comparada para los potenciales: lineal, de Coulomb, de Cornell, de Cornell mas un término armónico y el poten-

cial de Cornell modificado mas un término armónico. La diferencia con datos experimentales es señalada.

M71795 **¿Es esto equivalente o relativo?** *Jorge Isaac Merla Hernández** (*jmerlahernandez@gmail.com*), *Escuela industrial y preparatoria técnica Álvaro Obregón (Preparatoria no. 3); Rogelio Sandoval Narvaez (mastersciencia@gmail.com), PrepaTec Eugenio Garza Lagüera; Sandra Angélica Ayala Gómez (sayala@fcfm.uanl.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.*

Nuestra charla gira en torno al principio físico fundamental de la relatividad general de Einstein, concretamente, el principio de equivalencia (“En una pequeña región del

espacio cualesquiera efectos producidos por la gravitación son los mismos que los producidos por una aceleración”) este punto generado (y después desarrollado) de una manera muy curiosa, cuando en 1907 Einstein inmerso en sus reflexiones tuvo lo que sería “la idea más feliz de mi vida” o como lo señaló años mas tarde exclamando: “Estaba sentado en la oficina de patentes de Berna cuando de repente pensé: ‘Si una persona sufre una caída libre, no siente su propio peso’. Estaba paralizado. Esta reflexión tan simple me condujo a una teoría de la gravitación”, aquí podemos apreciar el pesante protagonismo de la física clásica, lo cual fue lo que nos cautivó a desarrollar este tema y elaborar el poster del mismo el cual tenemos la intención de presentar en el congreso.

M8 Dinámica de Fluidos
Explanada frente a Rectoría

M815 **Aproximación teórica al control de la convección de Rayleigh en fluidos viscoelásticos de Maxwell** Jonathan Rodriguez Campos* (*jonyrguez.76@gmail.com*), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA; Ildebrando Perez Reyes (*ildebrando3@gmail.com*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; *Expositor.

El presente trabajo se centra en el análisis teórico del control de la convección de Rayleigh en fluidos viscoelásticos de Maxwell, considerando una retroalimentación mediante la técnica de *Shadowgraph*. La configuración que se plantea toma en cuenta la convección natural originada por una fuente de calor situada en la condición de frontera inferior, la cual depende de la información recolectada por el dispositivo. Se utiliza el método numérico de *Galerkin* para estudiar la estabilidad hidrodinámica lineal, tomando tiempos de relajación adimensionales $F = 0.1, 1$ & 10 y números de Prandtl $Pr = 1, 10$ & 100 , con el objetivo de comparar el efecto que tendrían sobre el número de Rayleigh, el número de onda y la frecuencia angular críticos, R_c, k_c & ω_c , respectivamente, todo en función del flujo de calor aplicado. Se puede observar que la convección en la capa de fluido podría ser controlada, o al menos suprimida.

M8116 **Dinámica de caída de gotas bajo efecto de campo magnético** Francisco Javier Torres Santana* (*fran.jtorress@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Aldo Figueroa Lara (*alfil@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

Estudio teórico-experimental sobre la caída de una gota de metal líquido que interactúa con un campo magnético externo, que por efectos de inducción magnética la gota sufre una deformación en su forma así como una reducción en su velocidad terminal. Se presenta una solución analítica unidimensional que compara cualitativamente con resultados experimentales de velocimetría por imágenes de partículas y de seguimiento.

M8151 **Flujo entre esferas concéntricas con velocidad angular relativa y forzamiento electromagnético.** Dariel Jondalar Rodríguez Proal* (*dariel.proal@gmail.com*), Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas, Centro de Investigación en Ciencias.; Aldo Figueroa Lara (*alfil@uaem.mx*), Conacyt-CINC; *Expositor.

Se presenta un estudio teórico-experimental del flujo de un electrolito en la región anular de una configuración de

esferas concéntricas. Dentro de la esfera interna se encuentra un imán permanente, mientras que entre la superficie externa de esta y la región anular de la esfera externa se induce una diferencia de potencial que provoca una corriente en el fluido, además, se genera una velocidad angular relativa entre dichas esferas sobre el eje perpendicular al plano del potencial inducido. El estudio se da desde un enfoque teórico a partir de las ecuaciones de la mecánica de fluidos con término de fuente electromagnético en coordenadas esféricas con sus respectivas condiciones a la frontera y su modelado computacional, resultados que se verán contrastados contra el análisis del experimento.

M8174 **Prototipo de sistemas múltiples de venturris aplicados al diseño de piso radiante** Alexandra Jaimez Flores* (*ale51101@hotmail.com*), Universidad de sonora; Abraham Ramsés Velázquez Kraff (*profesor.kraff@gmail.com*), Sociedad Sonorense de Física; *Expositor.

Se realizó una investigación donde se pretende diseñar un prototipo de casa sustentable basado en el sistema de “piso radiante” en este caso que funcione a través de sistemas múltiples de Venturris donde inicialmente están conectados a una bomba que mueve un fluido debido a energía proveniente de una celda fotovoltaica, de ahí que mantiene un flujo y al final la descarga llega a un contenedor donde el agua puede ser calentada con un colector solar para posteriormente ser reutilizada en diferentes funciones de la casa. Manipulando las variables de presión y temperatura en el sistema podemos obtener una transferencia de energía del tipo conducción térmica y estudiando la difusión del calor en el piso de la casa. Además pretendemos diseñar un dispositivo que controle y regule la temperatura a la comodidad humana.

M8196 **Modelando avalanchas de extenso recorrido con un modelo granular tridisperso.** Edgar Vázquez Luis (*edgar.vazquez@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Ehecatl Haydeé Tania Montes Márquez* (*ehecatlmontes@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Las avalanchas de extenso recorrido, son un caso especial de avalanchas ya que recorren muchas veces la distancia de la caída inicial, medida desde la horizontal del suelo. En el trabajo investigamos la aparente reducción de la fricción en dichas avalanchas debida a la presencia de distintos tamaños de partículas en la avalancha. Los resultados aquí obtenidos son de una simulación de elemento discreto 2D con partículas suaves. La simulación considera un conjunto de partículas (tres tamaños) en lo alto de un plano

inclinado, se fija el coeficiente de fricción de 0.5 para la interacción entre partículas. El sistema evoluciona con el tiempo hasta el reposo. Se conoce la posición del centro de masa y se determina L_{cm} / H_{cm} (centro de masa final entre su altura inicial). Se realizaron simulaciones siempre conservando el área de la avalancha constante, variando solamente el tamaño de las tres especies de partículas, se comparan los resultados con los obtenidos en avalanchas bidispersas.

M8284 Flujo Electrosmotico En Un Micro Capilar *Alejandra Ivonne Nuñez Rojas** (alexandranura@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *José Eladio Flores Mena* (jefloresmena@gmail.com), Facultad Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Edy Flores Flores* (edy_ff@yahoo.com), Facultad Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Jose Eligio Moisés Gutiérrez Arias* (arigudmses5@gmail.com), Facultad Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Maria Monserrat Morín Castillo* (morin.monserrat@gmail.com), Facultad Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; **Expositor.*

Estudiamos una solución electrolítica confinada en un micro capilar el cual está expuesto a un gradiente de presión constante y un campo eléctrico a lo largo del eje micro capilar, donde la superficie interna del micro capilar tiene una densidad de carga superficial constante. El estudio se basa en la formulación de Poisson, Navier-Stokes y Nernst-Planck, consideramos la electro-neutralidad y condiciones de frontera de no deslizamiento, asumimos que el flujo es incompresible, de este modo obtenemos los perfiles de potencial eléctrico, los perfiles de velocidad de la solución electrostática y los perfiles de concentración iónica en el interior del micro capilar, 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 para densidades de carga superficial donde se tiene una relación lineal con el potencial en la superficie.

M8308 Prototipo innovador de generación de energía eléctrica: Sistema hidráulico de Venturis *Ronaldo Beltrán Montes** (robemo1411@gmail.com), *Colegio Regis; Abraham Ramsés Velázquez Kraff* (profesor.kraff@gmail.com), Sociedad Sonorense de Física; **Expositor.*

Se realizó un análisis con el objeto de utilizar un circuito cerrado de Venturis para formar un sistema por el cual se pueda generar energía eléctrica con el simple paso de un fluido como el agua a través de él, aprovechando la relación de temperatura y presión en dicha sección del tubo. Esta energía se producirá, usando en este caso como fluido el agua, cuando este alcance la temperatura de ebullición en la parte angosta del Venturi. Cada uno de estos tendrá un orificio en la sección de la garganta para que por me-

dio de una válvula de seguridad de apertura instantánea el vapor de agua sea expulsado del Venturi y genere energía mecánica al mover una bobina de Tesla, dicha bobina estará situada en algún punto sobre el sistema de los Venturis, haciendo que el vapor de agua de cada uno de estos muevan la mencionada bobina de Tesla.

M8352 Caos advectivo en convección térmica inclinada 2-dimensional *Ricardo Becerril Bárcenas* (becerril@ifm.umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Maricela Rodríguez Nieto* (maricela@ifm.umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Valeria Monserrat Maya González** (eumontsemaya@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; **Expositor.*

J. Binson (Int. J. of Bifurcation and Chaos. Vol.8, No. 1 (1998) 57-71) realizó un estudio de transporte de partículas pasivas en convección térmica dos dimensional utilizando un modelo extendido tipo Lorenz. En este trabajo estudiaremos la influencia que tiene la convección térmica en los procesos de transporte en un sistema inclinado. Para ello, se hará uso de modelos tipo Lorenz. El estado conductivo, en un sistema inclinado, tiene una velocidad con un perfil cúbico, a diferencia del caso no inclinado, y qué ciertamente tendrá un efecto sobre el transporte. Se incluye también el estudio de la modulación espacial de la temperatura.

M8353 Flujos generados electromagnéticamente en pompas de jabón. *Oscar Alejandro Suárez Castillo** (oasc14@gmail.com), Escuela federal por cooperación "24 de febrero"; *Aldo Figueroa Lara* (alfil@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; **Expositor.*

El proyecto a presentar es un modelo teórico experimental donde se someten burbujas de jabón en campos electromagnéticos, las burbujas son hechas con una solución electrolítica. Se usa un dispositivo que es una base donde la parte superior cuenta con un par de cilindros concéntricos conductores conectados a una fuente de voltaje, la parte inferior tiene un hueco en forma rectangular donde se coloca un imán, los cilindros concéntricos sirven de base para colocar la burbuja, la burbuja se convierte en una resistencia, la interacción entre el campo magnético y la corriente provoca un movimiento circular en los patrones de interferencia que están en la superficie de la burbuja. Los patrones se graban para ser analizados con un software de seguimiento de flujo que nos permita observar con detalle el movimiento del flujo generado por los campos. De las ecuaciones de Navier - Stokes, se presenta una solución analítica unidimensional y una solución numérica bidimensional.

M8409 DISTINTOS MECANISMOS DE FORMACIÓN DE CRATERES Y SISTEMAS DE RAYOS EN MATERIA GRANULAR *Felipe Pacheco Vazquez** (fpacheco@ifuap.buap.mx), INSTITUTO DE

FÍSICA, BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; José Luis Carrillo Estrada (carrillo@ifuap.buap.mx), INSTITUTO DE FÍSICA, BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.

En la naturaleza, existen distintos procesos de formación de cráteres: impactos, hundimiento, colapso de cavidades, explosiones, etc. En este trabajo, estudiamos dichos procesos a escala de laboratorio para determinar las leyes de escalamiento entre las dimensiones del cráter y la energía liberada durante el proceso (Phys. Rev. Lett. 115, 028001, 2015). Por otro lado, demostramos que el impacto de proyectiles no esféricos en una superficie granular plana genera sistemas de rayos, similares a los observados en algunos cráteres lunares. Además, al impactar cuerpos de diferentes geometrías, mostramos que el tamaño del cráter obedece la misma ley de potencia con la energía de impacto que la encontrada para proyectiles, y que el borde del cráter se vuelve circular a medida que la energía de impacto aumenta sin importar la forma del proyectil, lo cual ayuda a comprender por qué la mayoría de los cráteres de impacto son circulares. (Phys. Rev. Lett. 122, 164501, 2019).

M8547 Evolución de un vórtice toroidal vertical en un medio estratificado. Brenda Arvizu Padilla* (arviz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; Carlos Echeverría Arjonilla (carlosea1982@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; David Porta Zepeda (davidporta@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; Catalina E Stern Forgach (catalina@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; *Expositor.

Se presentan visualizaciones tipo shadowgraph del desplazamiento de un vórtice toroidal que se propaga en la dirección vertical dentro de un medio estratificado. Se trata de hacer un símil con lo que ocurrió en fumarolas eyectadas por el volcán Etna. Se desarrolló un dispositivo electrónico para formar vórtices toroidales repetibles. También se construyó un dispositivo experimental que permite la creación de medios estratificados estables, basado en el método de doble tanque de drenaje libre propuesto por Economidou y Hunt (2009).

M8550 Línea de tiempo de un flujo entre dos cilindros concéntricos Jesica Paola Sanchez Toro* (jessy_pst@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; David Porta Zepeda (davidporta@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; Carlos Echeverría Arjonilla (carlosea1982@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; Catalina E Stern Forgach (catalina@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; *Expositor.

El movimiento de los fluidos es sumamente complejo. Las ecuaciones que lo describen son diferenciales, parciales no lineales. Por ello, la visualización de los fenómenos fluidos es fundamental para su comprensión. En particular, las líneas de tiempo, que son las menos explicadas en los libros de texto, permiten entender el comportamiento de los flujos laminares confinados. Motivado por lo expues-

to y con el objetivo de expandir el conocimiento entre los estudiantes, en el presente trabajo se encuentran experimentalmente las líneas de tiempo de un flujo entre dos cilindros concéntricos y los resultados son comparados con la solución analítica de la ecuación de Navier-Stokes.

M8671 Diseño de un autogiro para el descenso de un Satélite enlatado (CanSat) Bianca Saraim Zavalza Arellano* (bianca7classical@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; Arturo García Zurita (arturo_zurita@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; Claudia Zendejas Morales (clausia@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias; Esmeralda Lizet Martínez Piñero (esmeraldamartinez@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias de Materiales; *Expositor.

Se construyó un autogiro con velocidades de descenso de entre de 10m/s-15m/s mediante el análisis de los perfiles aerodinámicos de las hélices y el rotor que lo componen. La importancia de estos aparatos radica en su utilidad para el descenso de satélites. Este aparato fue construido para el descenso de un CanSat de 500g a una altura de 450m. Para su diseño y elaboración se usó el Software Q-Blade y AutoCad para hacer un estudio de la fuerza de sustentación y de arrastre, la eficiencia del perfil aerodinámico de las hélices y la construcción del rotor. Se construyó un autogiro con dos hélices de perfil NACA 4412 que permite tener velocidades de descenso de 11.5m/s a diferentes condiciones de frontera como la densidad del aire. Este proyecto permitió realizar un análisis aerodinámico del autogiro y aplicar conceptos de mecánica de fluidos para la vida laboral. Se agradece al Programa Espacial Universitario de la UNAM por el apoyo brindado para participar en CanSat Competition 2019.

M8754 Estudio Teórico y de Simulación de la Electrorrotación de una micropartícula en forma de lenteja, por medio de campos eléctricos AC Zulema Abigail Arias Neri* (zulemaaneri7@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Eladio Flores Mena (jefloresmena@gmail.com), Facultad Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Edy Flores Flores (edy_ff@yahoo.com), Facultad Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Pablo García Sánchez (pablogarcia@us.es), Facultad de Física, Universidad de Sevilla; Antonio Ramos Reyes (ramos@us.es), Facultad de Física, Universidad de Sevilla; *Expositor.

En el presente trabajo se estudia la manipulación de micropartículas en forma de lenteja inmersas en una solución electrolítica por medio de campos eléctricos AC. Suponemos que la micropartícula es un semiconductor y la doble capa que forma a su alrededor es delgada. Calculamos la velocidad angular de rotación debido al par eléctrico y al flujo electromotivo que se genera alrededor de la micropartícula. Para esto resolvemos las ecuaciones Poisson-Boltzmann y de Navier-Stokes, empleando la técnica de

elemento finito. Tomamos en cuenta las dimensiones de un glóbulo rojo, ya que, se busca modelar por medio de una lenteja la electrorrotación de un glóbulo rojo. Hemos obtenido la velocidad angular total de rotación de la lenteja, que nos permite encontrar las características eléctricas de un glóbulo rojo.

M8838 **Estudio comparativo de vórtices formados por toberas de distintas geometrías** Paola Alejandra León Guarneros* (*paola.leon@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; Carlos Echeverría Arjonilla (*carlosea1982@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; David Porta Zepeda (*davidporta@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; Catalina E Stern Forgach (*catalina@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; *Expositor.

Se presentan los resultados del estudio de vórtices que se produjeron usando toberas con geometrías circular, triangular, elíptica y plana. Se realizaron visualizaciones laterales y frontales a diferentes distancias, con lo cual se obtiene la trayectoria del “centro de masa” del vórtice e imágenes de los diferentes cortes transversales. Cada una de las geometrías produce dinámicas diferentes en campo cercano, lo que se refleja en la velocidad transversal, en el coeficiente de amortiguamiento y en las estructuras formadas. Sin embargo, a partir de una cierta distancia todos los vórtices se vuelven axisimétricos.

M8839 **Estudio de un vórtice vertical producido por una corriente divergente** Cesar Alberto Martiñon Machorro* (*ces_fis@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; Carlos Echeverría Arjonilla (*carlosea1982@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; David Porta Zepeda (*davidporta@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; Catalina E Stern Forgach (*catalina@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; José Enrique Guzmán Vázquez (*JGuzmanV@ingen.unam.mx*), Instituto de Ingeniería; Jaime Cervantes De Gortari (*jcgpollo@gmail.com*), Facultad de Ingeniería UNAM; *Expositor.

Se estudia un vórtice vertical formado al descargar agua por una boquilla circular a 45° respecto del fondo de un contenedor. Este fenómeno fue descubierto por el Dr. Enzo Levi en la década de 1970. Se presenta la visualización del fenómeno y resultados obtenidos con Velocimetría por Imágenes de Partículas (PIV por sus siglas en inglés), así como la comparación con los modelos de Rankine y Odgaard. Estos modelos fueron generados para tratar de predecir vórtices de desagüe, el primero no considera la viscosidad y difiere a lo más en un 29% de los resultados experimentales. El segundo sí considera la viscosidad y difiere a lo más en un 17% de los resultados experimentales. Se llega a la conclusión que el modelo de Odgaard es adecuado para poder estudiar el vórtice descubierto por el Dr. Levi.

M8845 **Angulo de contacto sobre superficies esféricas** Nazareth Ceballos Ramírez* (*nazareth.ceb16@*

gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; José Elías Pérez López (*elias@ifisica.uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Gregorio Sanchez Balderas (*gbalderas@ifisica.uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

El ángulo de contacto que forma una gota de líquido sobre una superficie sólida ha sido muy estudiado en superficies planas ideales y / o rugosas, pero pocos se han preocupado por los efectos que tiene la geometría de la superficie en la que ocurre este fenómeno. En el trabajo presentado se trata un modelo desde el punto de vista del equilibrio termodinámico, que nos permite predecir el ángulo de contacto que formará una microgota de un determinado líquido sobre una superficie sólida ideal con geometría esférica (convexa o cóncava), donde en un caso límite se obtiene el caso de una superficie plana. Posteriormente, el ángulo de contacto se mide experimentalmente, formando microgotas de etilenglicol sobre superficies de geometría esférica previamente recubiertas con poliestireno. Los resultados obtenidos se comparan con el modelo teórico presentado.

M8850 **Moldeado de Fronteras de Grano en Materia Blanda** José Adrián Martínez González* (*jose.adrian.martinez@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Xiao Li (*xli426@uchicago.edu*), Universidad de Chicago; Orlando Guzman (*orlando.guzman@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; Paul Nealey (*nealey@uchicago.edu*), Universidad de Chicago; Juan José De Pablo (*depablo@uchicago.edu*), Universidad de Chicago; *Expositor.

En estado sólido, las fronteras de grano influyen considerablemente en las propiedades mecánicas de materiales cristalinos. Actualmente, no existen técnicas que permitan ejercer un control en cuanto a la manipulación y formación controlada de granos cristalinos, lo cual sería de enorme utilidad para el diseño de nuevos materiales con propiedades mecánicas deseables. Por otro lado, en la naturaleza existe una abundancia de fenómenos que ocurren en interfases líquidas; al igual que las fronteras de grano, las interfaces líquidas adoptan geometrías y formas que no podemos del todo controlar; es decir, pareciera que no es posible producir interfaces estables líquido-líquido con una forma arbitraria pre-diseñada. En esta plática se presentarán resultados obtenidos mediante una técnica que permite crecer cristales-líquidos cúbicos con fronteras de grano con contornos pre-diseñados, y que por la naturaleza del material, también son interfaces líquidas.

M81087 **Estudio de las propiedades físicas de campos petroleros de la costa y golfo de México que son candidatos a la aplicación de Bombeo Neumático.** Arnulfo Ortíz Gómez* (*arnulfo64@gmail.com*), FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM; *Expositor.

Presentamos el estudio realizado en veinte campos productores de petróleo y gas de la costa y golfo de México, para discretizar a aquellos en los cuales es posible la aplicación de un Sistema Artificial de Producción (SAP). El

objetivo del trabajo es identificar a aquellos yacimientos en los cuales se puede aplicar Bombeo Neumático como un método de recuperación asistida, para mejorar, aumentar o prolongar la producción. Para poder decidir cual es el método mas adecuado para, ser implementado en un yacimiento es necesario disponer de la mayor cantidad de información que pueden proporcionar los estudios de campo y gabinete, así como los pozos exploratorios, de inyección, de delimitación y productores. El esfuerzo llevado a cabo en esta región es debido a que son los campos que soportan la producción nacional de petróleo.

M81103 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA EMPLEANDO LA TRANSFORMADA DE LEGENDRE Alvaro López-Lambrano (*altoti@gmail.com*), UABC. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño; Carlos Fuentes (*cbfuentesr@gmail.com*), Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, C.P. 62550, Jiutepec, Morelos, México; A. López-Ramos (*alopezramos@hotmail.com*), Escuela de Ingenierías y Arquitectura. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Pontificia Bolivariana. Montería, Km 8 vía a Cereté, Córdoba, Colombia; Jorge Mata Ramirez* (*jorge.mata@uabc.edu.mx*), Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California. Km. 103 carretera Tijuana – Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, Baja California; *Expositor.

Se realiza el análisis de la estructura en diferentes escalas de tiempo de precipitación y temperatura utilizando la transformada de Legendre, para así obtener las medidas multifractales de dichas variables. Para el análisis de las variables climatológicas en estudio, se emplea el método Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MFDFA) a partir de series de tiempo con resoluciones anuales, mensuales y diarias para 50 años de registro. Definimos una función de partición y a partir de ella, se construye el correspondiente formalismo multifractal que permite analizar la regularidad Hölder de funciones que integran las medidas. A partir de la transformada de Legendre, fue posible el análisis estructural de las variables precipitación y temperatura, mediante la obtención del espectro de singularidades de las mismas. El análisis multifractal se muestra como una herramienta adecuada y eficiente para caracterizar las serie de precipitación y temperatura en el estudio del cambio climático.

M81128 Estudio Teórico y de Simulación de la Electrocínética de una Solución Electrolítica Confinada en un Microcapilar. Mirna Patricia Juárez Varela* (*myr-pa@hotmail.com*), División de Sistemas Automotrices, Universidad Tecnológica de Puebla; Edy Flores Flores (*edy_ff@yahoo.com*), Preparatoria Emiliano Zapata Salazar, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Eladio Flores Mena (*jefloresmena@gmail.com*), Facultad Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Joaquín Alvarado Pulido

(*joaquin.alvaradop@gmail.com*), Centro de Investigaciones en Dispositivos Semiconductores, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Salvador Alcántara Iniesta (*iniesta.salvador@gmail.com*), Centro de Investigaciones en Dispositivos Semiconductores, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Estudiamos teóricamente y por simulación de computadora una solución electrolítica confinada en un capilar, siendo los parámetros de control un gradiente de presión y un campo eléctrico, ambos a lo largo del eje del microcapilar. En el caso estacionario y con condiciones de no-slip, encontramos los perfiles de densidad, potencial eléctrico y perfiles de velocidad. También, hemos estudiado una solución electrolítica confinada en un microcapilar pero en este caso con un gradiente de presión pulsátil. El estudio se basa en resolver las ecuaciones de Poisson, Nernst–Planck y Navier–Stokes, con condiciones de no deslizamiento y con una densidad de carga en la superficie interna del capilar. Para la solución numérica, simulación por computadora, usamos el método de elemento finito. Se encuentra buena concordancia entre los resultados teórico y de simulación por computadora.

M81151 Detección experimental de pulsos acústicos en un “bubbling flow” doble Alberto Vazquez Naranjo* (*zeta24_75@yahoo.com*), Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios 77; *Expositor.

Laboratorio de Fluidos, Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM. En este trabajo se reportan las grabaciones de sonido de dos flujos de burbujas simultáneos producidos mediante dos tubos de plástico inclinados 45° con respecto a la horizontal. Las señales acústicas fueron grabadas usando un hidrófono omnidireccional con una sensibilidad de -190dB re: 1V/μPa. Los resultados indican que a bajas tasas de aire predominan pulsos que decaen como una exponencial negativa (Minnaert), en tanto que a altas tasas los pulsos exhiben un comportamiento de “beats”, los cuales ya han sido asociados en la literatura como eventos de fragmentación y coalescencia entre burbujas.

M81250 Estudio teórico y por simulación de la electro-rotación de nanovarillas metálicas inmersas en una Solución Electrolítica, usando el teorema de reciprocidad Maria Fernanda Rojano Cacho* (*ferhfoster@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico-matemático, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Eladio Flores Mena (*jefloresmena@gmail.com*), Facultad Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Edy Flores Flores (*edy_ff@yahoo.com*), Preparatoria Emiliano Zapata Salazar, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Alejandra Ivonne Nuñez Rojas (*alexandranura@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maria Monserrat Morín Castillo (*morin.monserrat@gmail.com*), Facultad Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Au-

tónoma de Puebla; Jose Eligio Moisés Gutiérrez Arias (arigudmses5@gmail.com), Facultad Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se estudia tanto teórico como por medio de simulación de computadora la electro-rotación de nanovarillas metálicas inmersas en una solución electrolítica mediante campos eléctricos alternos. La electro-rotación se debe al par 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 par debido al flujo electrosmótico 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.

M81272 **Diseño optimización y análisis de hélices para drones y simulación multifísicas.** Juan Carlos Corona Oran (jccorona@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Ricardo Agustín Serafín Nava (agustin_serafin@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Carlos Alberto Reyes Plata* (carlosmapachemx@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; José Blanco Valdés (pepe751644@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

En 1871 un miembro de la del Consejo de la Sociedad Aeronáutica de Gran Bretaña Francis Herbert Wenham (1824-1908) después de probar con un brazo giratorio, diseñó y operó el primer túnel de viento. Tsiolkovski en 1897 realizó el túnel de viento conocido como “Túnel aerodinámico” para su aplicación en el diseño para el uso de la industria aeronáutica. En 1883 Osborne Reynolds estudió las condiciones en las que la circulación de un fluido en el interior de una tubería pasaba del régimen laminar al régimen turbulento, demostrando que el patrón de flujo de aire sobre un modelo a escala será el mismo para el modelo real si los parámetros del flujo son los mismo para los dos casos. Desarrollamos el hamiltoniano para la generalización de las ecuaciones de movimiento para el estudio de un sistema a escala. Aplicamos los resultados para la optimización del diseño y simulación multi física de hélices de drones.

M81441 **Magnetohidrodinámica utilizando el método de malla de Boltzmann** Santiago Medrano Villa* (medrano@ifm.umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; José Antonio González Cervera (gonzalez@ifm.umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo se implementa un modelo de malla de Boltzmann para simular fluidos magnetohidrodinámicos ba-

jo diferentes condiciones. Se simula la dinámica del fluido usando la ecuación de Boltzmann con la fuerza de Lorentz como fuente. La evolución del campo magnético se representa introduciendo una función de distribución vectorial que se resuelve usando una ecuación cinética apropiada. Se introducen números de Prandtl bajos y un método de extrapolación para imponer condiciones de frontera en el campo magnético para simular metales líquidos, importantes en el área de ingeniería de fusión. Se presentan algunos problemas de MHD en diversas condiciones físicas tanto en 2D como 3D, incluyendo flujos de Hartmann con diferentes condiciones de frontera, el flujo en una cavidad cúbica y vórtices de Orszag-Tang, obteniendo buena concordancia con los datos obtenidos en otros trabajos.

M81682 **Electrorrotación de una nanovarilla metálica inmersa en una solución electrolítica** José Eladio Flores Mena (jefloresmena@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Electrónica; Luis Angel Muñoz Martínez* (luisangmunozmtz@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas.; *Expositor.

El estudio del fenómeno de electrorrotación de una nanovarilla metálica inmersa en una solución electrolítica 1-1 por medio de campos eléctricos de corriente alterna, para esto resolvemos la ecuaciones de Poisson -Nernst-Planck y de Navier Stokes logrando de esta manera encontrar los perfiles de velocidad y potencial eléctrico. Para la solución consideramos condiciones de frontera de capa delgada y de no deslizamiento también obtenemos las velocidades angular debido al par eléctrico y al flujo inducido sobre la varilla. Los resultados encontrados nos muestran que la electrorrotación es dominante cuando el par aplicado eléctrico es mayor que el inducido.

M81743 **Análisis de fuerzas y coeficientes de arrastre en perfiles alares por medio de herramientas computacionales** Francisco Cruz Rascon* (franciscocruzr00@gmail.com), Universidad de Sonora; Carlos Daniel Verdaguer Guzmán (felix21felix21@hotmail.com), Tecnológico de Monterrey; Gregorio Alejandro Vejar Delgado (profesor_vejardelgado@hotmail.com), Instituto Tecnológico de Hermosillo; Eliel Eduardo Montijo Valenzuela (Elielmontijo@gmail.com), Instituto Tecnológico de Hermosillo; Kassim José Mendoza Peña (maestro.kassim.mendoza@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.

Un problema frecuente en el área de la aerodinámica son los perfiles alares; algunos ejemplos de su uso se pueden apreciar en alas de aviones, aspas de helicóptero, producción de energía eólica, entre otros. Un tipo de especificación que se utiliza en los perfiles alares es el que se reporta en la nomenclatura NACA, que ha sido reportada en la literatura. En este trabajo se hace un estudio de rendimiento a los perfiles utilizando modelos físicos teóricos implementados a través de herramientas computacionales

y simulación en SolidWorks, donde se analizan y comparan específicamente las fuerzas y coeficientes de arrastre con condiciones iniciales definidas. Esto se hace utilizando los perfiles más comunes que se pueden encontrar en la industria.

M81745 **Análisis de fuerzas y coeficientes de sustentabilidad en los perfiles alares utilizando modelos físicos y herramientas computacionales** *Saul Daniel Duran Jimenez** (*sauldaniel_dj4@hotmail.com*), Instituto Tecnológico de Hermosillo; *Adrián García Robles* (*adrian.gr.15@outlook.com*), Universidad de Sonora; *Eliel Eduardo Montijo Valenzuela* (*Elielmontijo@gmail.com*), Instituto Tecnológico de Hermosillo; *Gregorio Alejandro Vejar Delgado* (*profesor_vejardelgado@hotmail.com*), Instituto Tecnológico de Hermosillo; *Kassim José Mendoza Peña* (*maestro.kassim.mendoza@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

En la aeronáutica es de importancia el estudio de las fuerzas y coeficientes de sustentabilidad, debido a que estos pueden definir un mejor desempeño de las alas y hélices de los aviones, helicópteros, instrumentos para obtención de energía eólica, entre otros. Utilizando la nomenclatura NACA, modelos físicos de fluidos y termodinámica y herramientas computacionales este trabajo presenta un análisis detallado de los perfiles alares y sus propiedades con condiciones iniciales fijas. En este trabajo se presenta, además del análisis dicho, propuestas de mejoramiento para el rendimiento.

M8 Física Atómica y Molecular ***Explanada frente a Rectoría***

M8139 **Secciones transversales relativas asociadas a colisiones de protones incidentes en CCl₄ a bajas energías** *Jannet Rodríguez Legorreta** (*lrj@uaem.mx*), Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, UNAM; *Beatriz Elizabeth Fuentes Madariaga* (*beatriz.fuentes@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, UNAM; *Juan López Patiño* (*juanchoslopez@gmail.com*), Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, UNAM; *Farook Bashir Yousif* (*fbyousif@uaem.mx*), Centro de Investigación en Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

Aplicando la técnica de espectrometría de masas del tiempo de vuelo (TOF) se obtuvieron las mediciones de las secciones transversales relativas asociadas a la formación de los fragmentos del blanco resultantes de la colisión de protones y el vapor del CCl₄ en el intervalo de energías de 2.5-10 keV. Los fragmentos identificados fueron los iones CCl₃⁺, CCl₂⁺, Cl₂⁺, CCl⁺, Cl⁺, C⁺, y el ion doblemente ionizado cargado Cl⁺⁺. Se observa que el ion dominante resulta ser fue el CCl₂⁺. Además, se lograron distinguir iones múltiples derivados de los isótopos ³⁵Cl y ³⁷Cl. Cabe destacar que de acuerdo con nuestros resultados no se observa la formación del ion CCl₄⁺ en los

espectros obtenidos, debido a su inestabilidad y su rápida ionización disociativa. Los autores agradecen el apoyo a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) y al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) proyecto (IN115718).

M8302 **Fragmentación del nitrometano gaseoso por interacción con láser a 532 nm, 355 nm y 266 nm** *Ana Denhi Martínez Farfán* (*denhi27.10@gmail.com*), Instituto Max Planck; *Ignacio Álvarez Torres* (*ialvarez@icf.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Carmen Cisneros Gudiño* (*carmen@icf.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Alfonso Eleazar Guerrero Tapia** (*alfonsog@icf.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se presentan resultados experimentales de la fragmentación del nitrometano por absorción multifotónica en un régimen de colisión libre y usando la espectroscopía de tiempo de vuelo en un reflectrón. Un haz molecular de nitrometano en fase gaseosa interactúa con pulsos láser de nanosegundos a las longitudes de onda de 532 nm, 355 nm y 266 nm y a densidades fotónicas de 109 y 1010 W/cm². Se identifican los fragmentos principales producidos calculando el número de fotones absorbidos durante el proceso. Se resalta la presencia tanto del ión padre como de clusters que dan lugar a fragmentos de masas grandes.

M8323 **Creación de potenciales ópticos promediados en el tiempo para el confinamiento de gases cuánticos de ⁶Li** *José Eduardo Padilla Castillo** (*eduardopadilla@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física Universidad Nacional Autónoma de México; *Diego Hernández Rajkov* (*dhernandezrjk@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Andrés Gutiérrez Valdés* (*agutierrez_v1796@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física Universidad Nacional Autónoma de México; *Sebastián Alejandro Morales Ramírez* (*lordbastian@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Manuel Mendoza López* (*manueltrodic@gmail.com*), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Ricardo Colín Rodríguez* (*colinrrr25@gmail.com*), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Freddy Jackson Poveda Cuevas* (*jacksonpc@fisica.unam.mx*), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Jorge Amín Seman Harutian* (*seman@fisica.unam.mx*), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El Laboratorio de Materia Ultrafría (LMU) del Instituto de Física de la UNAM, tiene como objetivo la producción y estudio de gases cuánticos atómicos. En particular, el LMU produjo un condensado de Bose-Einstein molecular (BEC) de ⁶Li en una trampa óptica (ODT). En donde se pretende hacer un estudio de las propiedades termodinámicas del BEC, cuyo propósito es medir la susceptibilidad isotérmica del gas, y por tanto, es necesario el control fino

del volumen de la trampa. En este sentido, la variación del volumen puede ser conseguido mediante potenciales mediados en el tiempo (PPT). Esta técnica consiste en modular la posición del centro del potencial, modulando más rápidamente que la frecuencia natural de la ODT, haciendo posible crear un PPT cuyo volumen depende de la amplitud de dicha modulación. En este trabajo se presenta la técnica PPT, detalles sobre su implementación, resultados experimentales y numéricos que sustentan nuestras observaciones.

M8325 **Implementación del sistema de imagen de alta resolución para el estudio de fenómenos dinámicos en gases superfluidos.** *Diego Hernández Rajkov** (dhernandezrjk@ciencias.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *José Eduardo Padilla Castillo* (eduardopadilla@ciencias.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Andrés Gutiérrez Valdés* (agutierrez_v1796@ciencias.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Sebastián Alejandro Morales Ramírez* (lordbastian@ciencias.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Manuel Mendoza López* (manueltrodic@gmail.com), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Ricardo Colín Rodríguez* (colinrrr25@gmail.com), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Freddy Jackson Poveda Cuevas* (jacksonpc@fisica.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Jorge Amin Seman Harutinian* (seman@fisica.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El Laboratorio de Materia Ultrafría cuenta con un sistema experimental que permite explorar fenómenos como la condensación de Bose-Einstein y la superfluidad fermiónica a lo largo del cruce unitario utilizando un gas ultrafrío de ^6Li . El estudio de fenómenos fuera del equilibrio, como la turbulencia fermiónica, requiere de un sistema de imagen de alta resolución, así como técnicas de imagen no-destructivas que permitan el estudio del superfluido en evolución temporal. En este trabajo se presenta el sistema de imagen de alta resolución, estimada de $2\ \mu\text{m}$ y con una apertura numérica $\text{NA} = 0.5$. Se utilizaron y caracterizaron dos técnicas para el estudio del condensado de Bose-Einstein: la primera es la imagen de absorción en el régimen de alta intensidad, y la segunda es de contraste de fase. Ésta última permite el estudio de la dinámica del superfluido, por su naturaleza no-destructiva.

M8345 **Construcción de un analizador de polarización de bajo costo por división de amplitud** *Andrés Gutiérrez Valdés** (agutierrez_v1796@ciencias.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Diego Hernández Rajkov* (dhernandezrjk@ciencias.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *José Eduardo Padilla Castillo* (eduardopadilla@ciencias.unam.mx), Institu-

to de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Sebastián Alejandro Morales Ramírez* (lordbastian@ciencias.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Manuel Mendoza López* (manueltrodic@gmail.com), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Ricardo Colín Rodríguez* (colinrrr25@gmail.com), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Freddy Jackson Poveda Cuevas* (jacksonpc@fisica.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Jorge Amin Seman Harutinian* (seman@fisica.unam.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El Laboratorio de Materia Ultrafría (LMU) del Instituto de Física de la UNAM tiene como objetivo la producción y estudio de gases cuánticos atómicos. En particular, el LMU produjo un condensado de Bose-Einstein molecular (BEC) de ^6Li . Las técnicas para alcanzar este estado requieren la utilización de luz láser con una polarización bien definida. De ahí se deriva la necesidad de construir un dispositivo capaz de caracterizar el estado de polarización de un láser en tiempo real. En este trabajo, se presenta un analizador de polarización basado en Arduino sin partes móviles cuyo diseño en impresión 3D disminuye su costo.

M8525 **Diseño y construcción de un horno para calentar celdas con vapor de Rubidio** *José Roberto Alonso Garduza** (jose.alonso@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *José Ignacio Jiménez Mier Y Terán* (jimenez@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Gersain Gabriel Quiroz Sánchez* (gersain_q@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Lina Marieth Hoyos* (lunayso177@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Fernando Ramírez Martínez* (ferama@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Jesús Flores Mijangos* (flores@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El propósito del horno consiste en calentar, de manera controlada, las celdas de Rubidio buscando incrementar la densidad de átomos presentes. El diseño de este horno presenta variaciones respecto a su predecesor tales como una reducción en el tamaño para que el sistema celda-calentadores-horno fuera más estable en temperatura. También se redujo el tamaño de las ranuras laterales para la entrada y salida de los haces láser, con lo que se evitan pérdidas de calor en las ventanas de la celda. Para el control de temperatura se implementó un algoritmo de control PID (Proporcional, Integral y Derivativo) en una tarjeta Arduino, la cual regula la corriente suministrada a los calentadores de la celda mediante un transistor MOSFET. El horno puede calentar la celda desde los $20\ ^\circ\text{C}$

hasta los 120 °C con una estabilidad de ± 0.2 °C. Se muestra la caracterización del horno mediante experimentos de absorción y fluorescencia usando la primera y segunda resonancia de Rubidio atómico.

M8628 **Un electrón sujeto a un potencial de oscilador armónico y un campo eléctrico constante confinado dentro de un círculo.** *Elizabeth Cruz Osorio* (crosel12@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; Norberto Aquino Aquino (naa@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; *Expositor.*

El estudio de los sistemas cuánticos confinados ha ido en aumento en los últimos años, debido a la variedad de aplicaciones que estos modelos presentan en el ámbito de la Física y Química Cuántica. En este trabajo se realiza el estudio del sistema que consiste en un electrón que se encuentra sujeto a un potencial de oscilador armónico isotrópico bidimensional inmerso en un campo eléctrico constante y confinado en una región circular de radio ρ_0 . Para el estudio de este sistema, utilizamos el método variacional lineal, en el cual, la función de onda aproximada se desarrolló como una combinación lineal de las funciones de onda de la partícula libre dentro de un círculo de radio ρ_0 . Mostramos gráficamente la variación de la energía y la densidad de probabilidad en función de la magnitud del campo eléctrico. Encontramos que para un radio de confinamiento fijo, la energía del estado base disminuye al aumentar la intensidad del campo eléctrico.

M8656 **Atomic collision of Hydrogen atoms interacting with Graphene, Benzene and Coronene at low energy** *Abdel Ghafour El Hachimi* (ag.elhachimi@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Autónoma México; Remigio Cabrera-Trujillo (trujillo@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma México; César Martínez Flores (cesar@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Autónoma México; *Expositor.*

The study of interaction between atoms on surface in different materials constitutes an important materials field of research, for instance determination of defects and damage caused by certain energy of irradiation into the materials. A dynamical molecular quantum approach has been applied at the range of energies between (0 eV to 100 eV). We report energy loss and the total stopping power by H projectile atoms interacting with Carbon's allotropes in order to understand the physical phenomenon behind those dynamical collisions. However, different bonding which can exist in Benzene, Coronene and Graphene structures brings different interactions. In fact, electrons are excited from valence band and continuum at high energy regime but for lower energies results of tight binding density functional approach are compared to the END approach, in order to validate DFTB as a dynamical molecular dynamics calculation results.

M8657 **simulaciones de clatrato de metano** *Alejandro Ramírez Solís (ixan_rr@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Iván Eliezer Romero Ramírez* (ixan_rr@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Humberto Saint-Martín Posada (hstmartin@icf.unam.mx), Universidad Autónoma de México; *Expositor.*

En este trabajo se realizaron simulaciones Born-Oppenheimer a nivel DFT M062X/6-31G** con paso de tiempo 0.5 fs, por 20 ps. Las simulación fueron realizadas a 300K para un hidrato de metano compuesto con 20 moléculas de agua en dos configuraciones distintas y una molécula de inhibidor cinético (vinilcaprolactama (VCAp-C₈H₁₃NO)), la cual promete inhibir el crecimiento del cristal. En el presente trabajo se analiza la energía de interacción de los complejos a lo largo del tiempo $E_{int} = E_{elec} - E_{CH_4} - E_{vcap} - 20E_{H_2O}$. La interacción de la Vcap con el hidrato radica principalmente en dos puentes de hidrógeno presentes en el oxígeno de ésta. Así mismo se puede observar a lo largo de la trayectoria que la existencia de un número mayor de puentes de hidrógeno en el hidrato favorece a la liberación de la molécula de metano en menor tiempo por la presencia de la vinilcaprolactama.

M8659 **Electronic, nuclear, and rovibrational stopping cross section for H atoms colliding on H₂, N₂ and O₂ gases at low collision energies** *Remigio Cabrera-Trujillo (trujillo@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma México; Abdel Ghafour El Hachimi* (ag.elhachimi@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Autónoma México; *Expositor.*

In this work, we present a quantum-classical molecular dynamic study of hydrogen atoms interacting with H₂, N₂, and O₂ molecules in the gas phase. The H atoms have a collision energy in the range of 1 to 100 eV (low energy). Our calculations are performed by two methods: a Density-Functional Tight-Binding (DFTB) method and an Electron-Nuclear Dynamic (END) calculation. A study of the potential energy curves allows us to determine the correct set of Slater-Koster parameters, to describe properly the collision, finding that the BIO-1-1 Slater Koster potentials provides a good agreement to ab initio DFT potential energy curves. Due to the symmetry of the diatomic molecules, we use three different orientation to determine the energy loss to carry out orientational averages. We decompose the projectile energy deposition as electronic, roto-vibrational, and nuclear energy gain into the target. Our results are compared with END calculation and experimental data.

M8711 **Agua activada por Plasma Frio y su uso en la producción de cultivos agrícolas** *Candy A. Bernabe Elizalde* (adylenn_bernabe_p@outlook.com), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; César Torres Segundo (cesar.torres@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Josefina Vergara Sánchez*

(*vergara@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Esteban Montiel Palacios (*esteban.montiel@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.mx*), Universidad Autónoma del Estado de México; Horacio Martínez Valencia (*hm@fis.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. Se usó agua activada por plasma a 3 tiempos de exposición 10, 20 y 30 minutos, la cual se usó como acelerador en el proceso de germinación de semillas mediante el riego durante 15 días, se utilizaron semillas de pepino híbrido Thunderbird, el volumen del agua activada fue de 250 mL. Se evaluó el efecto del uso de esta agua en el tiempo de germinación y el crecimiento de la plántula, comparando los resultados con un testigo (agua sin exposición al plasma). Se monitorearon los cambios en las propiedades fisicoquímicas del agua activada, como lo son pH, Conductividad Eléctrica y Temperatura, se identificaron las especies presentes en el plasma mediante espectroscopia óptica de emisión. Los resultados indican que el uso de agua activada acelera el proceso de germinación y favorece el crecimiento del pepino. 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.

[M8745] Estudio de la fluorescencia de 780 nm generada por la excitación de luz láser a 420 nm y 780 nm en celdas de vidrio con vapores de rubidio atómico. Jesús Flores Mijangos* (*flores@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Lina Hoyos Campo (*lina@correo.nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; José Ignacio Jiménez Mier Y Terán (*jimenez@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; José Eduardo Navarro Navarrete (*rssi_2nava@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Gersain Gabriel Quiroz Sánchez (*gersain_q@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; Fernando Ramírez Martínez (*ferama@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En este trabajo se calcula la fluorescencia generada por el decaimiento del nivel $5P(3/2)$ al nivel base $5S(1/2)$ como resultado del bombeo óptico con un haz sintonizado a 420 nm o 780 nm. En el primer caso se tiene además del decaimiento directo al nivel base, una cascada de decaimientos a través del nivel $5P(J)$ a partir del cual se genera la fluorescencia de 780 nm y 795 nm por el decaimiento al nivel $5S(1/2)$. Haciendo uso de las ecuaciones de dinámica po-

blacional para estas situaciones se estima la intensidad de la fluorescencia a 780 nm asumiendo luz no polarizada retrorreflejada para observar la saturación en el perfil Gaussiano de la fluorescencia. Al comparar con lo observado experimentalmente se obtiene una evidencia clara debida a los efectos por polarizar la luz de excitación láser en ambos casos. Se agradece a los proyectos SEP-CONACYT CB-2016-01 285289, PAPIIT IN107317 y LANMAC 179616. L. M. Hoyos-Campo agradece a la UNAM-DGAPA CONACYT por la beca posdoctoral otorgada.

[M8755] Espectroscopia de fluorescencia saturada para la línea D2 en rubidio. Gersain Gabriel Quiroz Sánchez* (*gersain_q@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; Lina Hoyos Campo (*lina@correo.nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; Jesús Flores Mijangos (*flores@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; Fernando Ramírez Martínez (*ferama@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; José Ignacio Jiménez Mier Y Terán (*jimenez@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Expositor.

Para producir la transición $5s1/2 \rightarrow 5p3/2$ se utiliza un láser de diodo de cavidad extendida (ECDL) de 780 nm. El haz de este láser se hace pasar dos veces en configuración contra-propagante a través de una celda de vidrio que contiene vapor de rubidio. La fluorescencia producto del decaimiento del estado $5p3/2$ al estado $5s1/2$ es detectada por un fotodiodo de silicio de uso comercial de la marca Vishay (modelo BPW34) colocado en dirección perpendicular a los haces de excitación. La corriente generada por el fotodiodo debida a la fluorescencia es amplificada mediante un circuito conversor de corriente a voltaje de diseño y fabricación casera. Con este sistema es posible observar y estudiar la estructura hiperfina del nivel $5p3/2$ y su dependencia con la potencia del láser.

Agradecimientos. Se agradece a SEP CONACYT CB-2016-01 285289, PAPIIT IN107317 y (LANMAC) No. 179616. L.M. Hoyos agradece UNAM-DGAPA CONACYT.

[M8756] Estabilidad Orbital del Átomo de Hidrogeno Mediante Campos Estocásticos Héctor Alejandro Trejo Mandujano (*htrejo@uacj.mx*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Homero Reyes Pulido* (*al140225@alumnos.uacj.mx*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Abdiel Ramírez Reyes (*abdiel.ramirez@uacj.mx*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.; Gildardo Rivas Valles (*grivas@uacj.mx*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.; *Expositor.

La cuantización de cantidades físicas que antes eran asumidas continuas, fue la solución a varios problemas que las teorías clásicas no podían enfrentar. Sin embargo, este procedimiento a su vez introdujo una realidad microscópica probabilística, la cual aún en estos tiempos confunde a pesar de las múltiples evidencias experimentales. Una alternativa a la teoría cuántica y que a su vez muestre una

realidad estocástica, es comenzar con un campo omnipresente aleatorio actuando dentro de las ecuaciones de movimiento clásicas continuas. En este trabajo se muestran simulaciones computacionales del átomo de hidrógeno bajo el modelo planetario, en donde se considera la pérdida de energía por radiación. Además, en los cálculos numéricos presentados se reemplaza la restricción del momento angular discreto, por una excitación de origen estocástico con un perfil determinado tal que permita lograr la estabilidad en ciertas órbitas.

M8934 Estudio computacional del polimorfismo de fragmentos de hélice doble del ADN con secuencias de purina-purina. Edgar Vidal Carrillo* (*evidalcarrillo@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Dolores García Toral (*dolores@ifuap.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Alexandra Deriabina (*aderiabina@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo González Jiménez (*gonzalez@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Valeri Poltev (*poltev@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Actualmente existen múltiples resultados de difracción de rayos X de cristales de ADN que muestran que las características estructurales de la hélice doble pueden ser catalogadas en diferentes familias, además de las ya conocidas A, B y Z. En este trabajo se optimizaron fragmentos mínimos de ADN, dinucleocidos monofosfatos complementarios (cdDMPs), y esqueletos de azúcar-fosfato (SPB), mediante el método de mecánica molecular con el software AMBER y tres de sus campos de fuerza (CF). Se optimizaron cdDMPs con las secuencias pur-pur de cinco familias conformacionales diferentes. Cálculos de fragmentos de SPB mostraron que algunas conformaciones corresponden a mínimos de energía (como en ADN A y B), mientras que en otras familias no corresponden. Además, los cálculos de cdDMPs mostraron que los tres CF ajustados para ADN pueden dar conformaciones muy diferentes entre sí. Se considera la posibilidad de aplicar los tres CF para calcular las conformaciones de familias diferentes de A y B.

M81063 Modelado de sistema masa-resorte en molécula del ácido pirúvico Elizabeth Torres Torrecillas* (*ely_torres19@hotmail.com*), Colegio Regis La Salle; Sergio Misael Mirazo Solórzano (*sergiomisael91@gmail.com*), Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada; Joel Medina Monares (*kmedinator@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; Kassim José Mendoza Peña (*maestro.kassim.mendoza@gmail.com*), Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A.C.; *Expositor.

Se modeló un sistema masa-resorte para la molécula de piruvato. Se obtuvieron los modos normales de oscilación del ácido pirúvico con el fin de estudiar su comportamiento

físico. Debido a que, al ser una molécula, los enlaces son estables respecto a una posición de equilibrio, por ende, un comportamiento de oscilador armónico simple. El objetivo de estudiarlo es llegar a una próxima detección del HIF y de la producción de energía por medio de glucólisis. Siendo fundamentado en una revisión bibliográfica del Instituto Portugués de Oncología, Universidad del País Vasco y Universidad Autónoma de Madrid. Cuando la disponibilidad de oxígeno es limitada, el metabolismo oxidativo disminuye el piruvato se reduce hasta lactato, un paso crítico en el metabolismo de las células cancerosas; si no se trabaja correctamente, se presentan alteraciones en la fisiología mitocondrial. A altos niveles de expresión del HIF, existe un incremento crítico en la actividad neoplásica en células tumorales.

M81085 Influencia del agua en dímeros de cafeína. Monohidratación por cálculos ab initio María Patricia Sánchez Gutiérrez* (*paty_790@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Dolores García Toral (*dolores@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; Alexandra Deriabina (*aderiabina@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo González Jiménez (*gonzalez@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Veranda Palacios Corte (*verandapc@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La cafeína es un compuesto ampliamente consumido en bebidas como el café, té y chocolate, debido a sus propiedades aromáticas puede autoasociarse mediante interacciones no-enlazantes de apilamiento, siendo estas importantes en la estabilidad del ADN. Partiendo de las configuraciones experimentales de dímeros apilados de cafeína, previamente, calculamos sus mínimos globales. En este trabajo determinamos la influencia de la microhidratación sobre dichos dímeros utilizando los métodos B3LYP/6-311+G(d,p) y MP2/6-31G(d,p) con corrección BSSE. Se observó la formación de puentes de agua entre las moléculas del dímero de cafeína a través de uno o dos hidrógenos del agua, con importante contribución de la interacción de los grupos CH₃ de cafeína con el oxígeno del agua. La presencia de la molécula de agua provoca ligeros desplazamientos mutuos de las moléculas del dímero en el plano, con energía de interacción agua-dímero de 7 a 9 kcal/mol.

M81089 Análisis de estados de densidad de carga y estructural de Pb(OH)₂ y HgOH en varias estequiometrias. Jonathan Izquierdo Márquez (*unscinfinityn6jo@outlook.com*), Facultad de Ingeniería y Departamento Físico Matemáticas Universidad Autónoma de San Luis Potosí; José Sebastián Morado Grande (*jsmg280100@gmail.com*), Facultad de Ingeniería y Departamento Físico Matemáticas Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Azahel De Jesús Rangel López (*azahel.rangel@uaslp.mx*), Coordinación Académica Región Atlántico Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Pa-

blo Guillermo Nieto Delgado* (guillermo.nieto@uaslp.mx), Departamento Físico Matemáticas Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Los metales pesados como arsénico, cadmio, zinc, plomo mercurio, entre otros, son elemento que llegan a estar presentes como contaminantes en estructuras biológicas como pudiera ser el cuerpo humano. Dichos metales no siempre se encuentran en forma iónica, lo cual dificulta el estudio de la estructura molecular del mismo, al estar disueltos en algún medio acuoso. En este trabajo planteamos varias posibilidades de arreglos moleculares de metales pesados con grupos OH y moléculas de agua, con el fin de analizar la estabilidad de las mismas mediante cálculos de DFT.

M81215 Representación gráfica del efecto de correlación en la función de onda del helio Aristóteles Bertoni Alvarez* (arisbeal@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Gottdiener Gutmann (luisgrgt@hotmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Para el estado base del átomo de helio, la aproximación más sencilla para la función de onda resulta en un valor de la energía total igual a -2.75 Ha, o sea 94.7 % del valor experimental (-2.903 Ha). Con un parámetro variable de carga efectiva en la función de onda, la energía mejora a -2.848 Ha, o 98.1% del valor experimental. Si se introduce una función de onda de tipo Hylleraas que tome en cuenta la correlación en el movimiento de los electrones, con un solo parámetro adicional, la energía mejora a 99.6% del valor exacto. En este trabajo nos hemos planteado buscar una representación gráfica que muestre el cambio en la función de onda —que depende de seis coordenadas espaciales— debido al efecto de correlación.

M81252 Efectos de mutaciones in silico en S188 y Y577 en el CIC-1 modelo. Carlos Antonio Llamas Castro (llamascastro1cca@gmail.com), Facultad de Ciencias Químicas y Departamento Físico Matemáticas 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 Matemáticas Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

La proteína-canal CIC-1 es una estructura ubicua, con funciones de rol fisiológico en humanos y en otras muchas especies. Pese a su gran importancia aún se desconocen partes del funcionamiento del CIC-1; en el presente trabajo planteamos un modelo molecular de ella, usando un modelo por homología partiendo de la estructura cristalográfica 6COY con el fin de cuantificar los efectos de algunas mutaciones “in silico” de 2 aminoácidos del poro de conducción: S188 y Y577 que se ha reportado son de gran importancia en el paso de los iones cloruro desde el lado intracelular hacia el interior del poro. Mediante

DFT, cuantificamos en costo energético para el modelo propuesto de conducción iónica y se analizan los cambios energéticos para cada mutación planteada.

M81364 Análisis sobre la estructura electrónica del nanotubo de nitruro de boro (7,7)-X, X=CH₄, C₆H₁₂, C₀₂, CS₂, CCl₄ Dolores García Toral (dolores@ifuap.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Raúl Mendoza Báez* (mendozabaezr@gmail.com), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Alberto Eduardo Campos Reales Pineda (alberto.camposreales@correo.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.

Mediante la Teoría de los Funcionales de la Densidad (DFT) se estudia la influencia del tamaño del diámetro sobre el momento dipolar y la energía de solvatación para nanotubos de nitruro de boro (BNNTs) tipo silla y zigzag, ambos en diferentes quiralidades y pasivados con (-H) y con grupos hidroxilo (-OH). Los resultados revelan que para los BNNTs tipo silla no hay una dependencia del momento dipolar respecto al crecimiento del diámetro, teniendo en todos los casos un valor del momento dipolar nulo, mientras que para los tipo zigzag, se muestra una dependencia proporcional, es decir, cuando el diámetro crece el momento dipolar también se incrementa. Adicionalmente se realizan cálculos de primeros principios empleando los funcionales PBE y M06-2x para estudiar las propiedades electrostáticas entre moléculas pequeñas como CO₂, CCl₄, CS₂ entre otras.

M81413 El potencial de Morse como un caso límite del potencial tipo exponencial con soluciones hipergeométricas. José Juan Peña* (jjpg@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; Jesús Morales (jmr@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; Jesús García-Ravelo (g.ravelo@hotmail.com), Instituto Politécnico Nacional, ESFM; Jesús García-Martínez (bucefalot@hotmail.com), Tecnológico de estudios Superiores de Ixtapaluca, División de Ingeniería Biomédica; *Expositor.

En este trabajo, un potencial de tipo exponencial general multiparamétrico con soluciones hipergeométricas, útil en la descripción de moléculas diatómicas, es estudiado en el caso límite en el que uno de sus parámetros, a saber, el punto de equilibrio se hace tender a infinito. Se observa que bajo éste límite, dicho potencial tiende al potencial de Morse. En tal caso, el potencial bajo estudio debe ser escrito de tal forma que sus parámetros característicos como su profundidad V_0 , el punto de equilibrio y su parámetro de anchura k o factor de escala de longitud, aparezcan explícitamente en la forma analítica del potencial. Así, los parámetros que caracterizan al potencial de Morse como su profundidad D_e , punto de equilibrio r_e y su parámetro de anchura ρ , se hacen coincidir con los del potencial bajo consideración. Asimismo, respecto a los espectros de ener-

gía y al número de estados ligados correspondientes, se muestra que al aplicar el mismo límite, éstos son iguales.

M81419 **Simulación de dinámica molecular con un algoritmo en FORTRAN: un estudio del doblamiento de los polímeros.** Omar González (uncjomar@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Luis Mario Zepeda Guzmán* (luis.zepedagu@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Se presentan los resultados de corridas de dinámica molecular en un nuevo algoritmo en Fortran para analizar el doblamiento de polímeros, variando la rigidez de los polímeros, su longitud y sus interacciones intramoleculares, en búsqueda del porqué del doblamiento de los polímeros desde una nueva perspectiva.

M81436 **Estudio de dinámica molecular sobre la solubilidad del fármaco LASSBio-294 usando tensoactivos.** Irma Leticia González Hernández* (irmagonzalez@hotmail.com), Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara; Jorge Emmanuel Sánchez Rodríguez (jorge.srodriguez@academicos.udg.mx), Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara; Gloria Arlette Méndez Maldonado (arlette.mm@gmail.com), Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara; *Expositor.

La solubilidad es una propiedad importante para los medicamentos suministrados vía oral, ya que la finalidad es lograr la concentración deseada en el cuerpo para mostrar la respuesta farmacológica. Recientemente se ha sintetizado el 3,4-metilenedioxibenzoil-2-tienilhidrazona (LASSBio-294) un derivado de las N-azil-hidrazonas, el cual es un fármaco prototipo para el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares, sin embargo el problema que presenta es baja solubilidad en agua. En este proyecto se estudian tensoactivos como candidatos solubilizadores, debido a que es posible que estas moléculas se unan al fármaco funcionando como acarreadores hacia el agua, logrando una miscibilidad deseada. Por medio de Dinámica Molecular se realiza un análisis de las propiedades físicas del fármaco con cuatro diferentes tensoactivos modelándolas computacionalmente, observando que existe un comportamiento que promete que estas sustancias logren aumentar su eficacia.

M81490 **Desarrollo del sistema experimental para la producción de átomos de Rydberg dentro de una trampa magneto óptica (MOT).** Griselda Del Carmen Domínguez Mandujano* (dominguez_griselda@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Armando Arciniiega Gutiérrez (armandoarciniiega@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Diego Alegría Meza (diego.alegria@correo.nucleares.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; José Eduar-

do Navarro Navarrete (rssi_2nava@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Dai López Jacinto (dpezto@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Erick Ruiz Martínez (hendrix5@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Jesús Flores Mijangos (flores@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Fernando Ramírez Martínez (ferama@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Lina Hoyos Campo (lunaysol77@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; José Ignacio Jiménez Mier Y Terán (jimenez@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se presenta un sistema experimental para la generación y detección óptica de estados de Rydberg en una nube de átomos fríos de rubidio. El esquema de excitación propuesto se realizará en dos pasos: una primera transición $5S_{1/2} \rightarrow 6P_{3/2}$ (420 nm) y seguida de la segunda transición $6P_{3/2} \rightarrow 20S_{1/2}$ (1050 nm). La detección se realizará ya sea registrando cambios en la absorción de componentes de radiación resonantes con los átomos cuando pasan por el medio atómico o cambios en la radiación emitida por los átomos a causa de las cascadas de decaimientos. Se agradece el apoyo a los proyectos: PAEP 2018 y PAEP 2019; PAPIIT, IN107317; SEP-CONACYT 285289; y Laboratorio Nacional de Materia Cuántica: Materia Ultrafría e Información Cuántica (LANMAC) No. 179616. L.M. Hoyos-Campo agradece a la UNAM-DGAPA CONACYT por la beca posdoctoral otorgada. G. Domínguez-Mandujano agradece a CONACYT por la beca de maestría otorgada.

M81610 **Diseño, construcción y caracterización de un láser de cavidad externa en configuración cat-eye con emisión en 780nm.** Diego Alegría Meza* (alemezadiago@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Dai López Jacinto (dpezto@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Lina Hoyos Campo (lina@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Jesús Flores Mijangos (flores@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Saeed Hamze Loui (s.hamzeloui@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; José Ignacio Jiménez Mier Y Terán (jimenez@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Fernando Ramírez Martínez (ferama@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Ricardo Méndez Fragoso (rich@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Mauricio López Romero (jm.lopez@cinvestav.mx), CINVESTAV, Qro.; Eduardo Gómez (egomez@mail.ifisica.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Se presenta y describe el diseño, construcción y caracterización de un láser de cavidad externa en configuración cat-eye con emisión en 780 nm capaz de estimular la transición D2 en átomos de Rb. El sistema, un diseño propio del Laboratorio de átomos fríos del ICN de la UNAM, emplea un diodo con emisión central en 785 nm como fuente de luz. La selección de longitud de onda está a cargo de un filtro dieléctrico mientras que el cat-eye se encarga de la retroalimentación y forma, junto con el diodo, la cavidad. El resultado es un láser compacto, estable y cuya emisión puede ser finamente modificada. Además, esta configuración desacopla el sistema de selección de longitud de onda del sistema de retroalimentación. Este láser será una parte esencial del primer gravímetro cuántico diseñado y construido en México por la colaboración inter-institucional Gravico.

Se agradece a Fordecyt 297126, PAPIIT 28171 por el apoyo. A J. Rangel y L.M. Hoyos-agradece a la UNAM-DGAPA-CONACYT

[M81694] Estudio DFT de la adsorción de CO₂ en cúmulos bimetalicos Cu_mPd y Cu_mRu ($m = 2-6$) Jose Aminadat Morato Márquez* (*aminadatmarquez@gmail.com*), Instituto Tecnológico de Villahermosa; Filiberto Ortiz Chi (*fortiz@conacyt.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; José Gilberto Torres Torres (*gilberto.torres@ujat.mx*), Université Pierre et Marie Curie; Peter Ludwig Rodríguez Kessler (*peter.rodriguez@cinvestav.mx*), Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, Yucatán; Claudia Guadalupe Espinosa González (*cgespinosa@conacyt.mx*), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica; Srinivas Godavarthi (*godavarthi.srinivas@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Los cúmulos bimetalicos proporcionan un grado de libertad adicional para modificar las propiedades estructurales y electrónicas de catalizadores a través de cambios en su composición atómica, teniendo así la posibilidad de ajustar su rendimiento catalítico. En este trabajo presentamos una búsqueda exhaustiva de las geometrías del mínimo global para los cúmulos Cu_mPd y Cu_mRu ($m = 2 - 6$) siguiendo una estrategia estocástica. Para los isómeros de menor energía así encontrados se llevó a cabo un análisis del sitio más probable para la adsorción de CO₂. Los cúmulos bimetalicos de poca cantidad de átomos no presentaron cambios en su geometría después de la adsorción. Todos los cálculos se realizaron utilizando métodos basados en la DFT, tal como se implementa en los códigos VASP y Gaussian 16.

[M81813] Simulación molecular de la interacción entre materia y campo electromagnético Marina Emilio Aguirre* (*mar_emi@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Héctor Domínguez Cas-

tro (*hectordc@unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales; *Expositor.

La simulación con dinámica molecular es una herramienta que ahorra recursos y tiempo al ofrecer resultados aproximados a los experimentos sin la necesidad de llevarlos a cabo. Con esto en mente se agregó la interacción de un campo electromagnético externo y dependiente del tiempo a un software de dinámica molecular donde se caracterizaron sus parámetros, manejo de energía en distintos ensambles, límites y comportamiento; con el propósito de simular la interacción entre moléculas y un campo electromagnético que reproduzca datos experimentales.

M8 Física Nuclear Explanada frente a Rectoría

[M8684] Descripción del Isoespín a través de Grupos de Lie SU(2) Emily Sánchez Galvan* (*emily.sgalvan@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Julio Cesar López Domínguez (*jlopez@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Sinhue Lizandro Hinojosa Ruiz (*sinhue@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El concepto de espín isobárico fue introducido por Heisenberg para la descripción de la interacción fuerte entre el protón y el neutrón; al encontrar que tenían masas semejantes, Heisenberg propuso el nucleón, una partícula con dos “estados” disponibles (protón y neutrón), para con ello, asegurar la existencia de una simetría en el sistema. El tener una simetría, le permitió observar que el isoespín tenía una formulación matemática similar a la del espín y con ello, delinear el comportamiento físico del núcleo atómico. En este trabajo se estudia y reseña el isoespín a través de grupos y álgebras de Lie, bajo la representación de Heisenberg; se da una breve introducción a simetrías en mecánica cuántica, para abordar luego teoría de grupos y grupos de Lie, y así llegar a la descripción del isoespín e iso-espacio en SU(2). Se concluye con posibles aplicaciones.

M8 Gravitación y Física Matemática Explanada frente a Rectoría

[M81] Artículos de Majorana: La Vista Moderna Valeriy Dvoeglazov (*vdvoeglazov@yahoo.com.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Diana Vanessa Castro Luna* (*dyana.vcastro@gmail.com*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Recientemente interés en la mecánica cuántica relativista ha sido aumentado por el razón que la teoría de supercuerdas no ofreció explicación física de los problemas antiguas en física de neutrino. Hay muchos escenarios teóricos en Universo que tiene problemas con observaciones modernas. Nosotros presentamos interpretación moderna de los artículos de Ettore Majorana de los años 30s [1,2] que sirve para descripción de los espines altos y partículas neutras hasta ahora. Sin embargo, algunos paradojas

[3] han sido descubiertos recientemente. 1. E. Majorana, *Nuovo Cimento* 9, 43 (1932). 2. E. Majorana, *Nuovo Cimento* 14, 171 (1937). 3. V. V. Dvoeglazov, *Int. J. Theor. Phys.* 58 (2019). Online First.

M81 Artículos de Majorana: La Vista Moderna *Valeriy Dvoeglazov (vdvoeglazov@yahoo.com.mx)*, *Universidad Autónoma de Zacatecas*; *Diana Vanessa Castro Luna* (dyana.vcastro@gmail.com)*, *Benemerita Universidad Autónoma de Puebla*; **Expositor.*

Recientemente interés en la mecánica cuántica relativista ha sido aumentado por el razón que la teoría de supercuerdas no ofreció explicación física de los problemas antiguas en física de neutrino. Hay muchas escenarios teóricos en Universo que tiene problemas con observaciones modernas. Nosotros presentamos interpretación moderna de los artículos de Ettore Majorana de los años 30s [1,2] que sirve para descripción de los espines altos y partículas neutras hasta ahora. Sin embargo, algunos paradojas [3] han sido descubiertos recientemente. 1. E. Majorana, *Nuovo Cimento* 9, 43 (1932). 2. E. Majorana, *Nuovo Cimento* 14, 171 (1937). 3. V. V. Dvoeglazov, *Int. J. Theor. Phys.* 58 (2019). Online First.

M820 Cosmological origin of the Klein-Gordon equation *Armando Meza Gaxiola* (a216230056@unison.mx)*, *Universidad de Sonora*; *Anton Lipovka (aal@cihus.uson.mx)*, *Universidad de Sonora*; **Expositor.*

In this paper, we consider an adiabatically varying manifold described locally by the time-dependent Robertson-Walker metric. Under the conditions mentioned above, it is possible to write out the basic equations of quantum physics. Doing so, the wave function having probabilistic interpretation is introduced in a natural way, i.e. we do not need its axiomatic introduction. As an example, the Klein – Gordon equation is obtained from first principles, i.e. from the changing geometry of space. Consequences and applications are discussed.

M897 Evolución de fluctuaciones en fluidos relativistas: análisis gráfico de la inestabilidad genérica en el marco de referencia de Eckart *Alma Rocío Sagaceta Mejía* (alma.sagaceta.mejia@gmail.com)*, *Universidad Iberoamericana, Ciudad de México*; *Alfredo Sandoval-Villalazo (alfredo.sandoval@ibero.mx)*, *Universidad Iberoamericana, Ciudad de México*; *José Humberto Mondragón-Suárez (humberto.mondragon@ibero.mx)*, *Universidad Iberoamericana, Ciudad de México*; **Expositor.*

Se presentan soluciones numéricas del sistema de ecuaciones de transporte que describen las desviaciones respecto del estado de equilibrio de las variables termodinámicas locales correspondientes a un fluido relativista monocomponente en el régimen de Navier-Stokes-Fourier. En el formalismo se utiliza el marco de referencia de Eckart (particle frame) y se analizan diferentes alternativas de ecuaciones constitutivas para relacionar el flujo de calor con

las fuerzas termodinámicas derivadas de la teoría cinética relativista. Se concluye que un acoplamiento entre el flujo de calor y la aceleración hidrodinámica implica un comportamiento patológico de las fluctuaciones, mientras que las extensiones naturales de la ley de Fourier en términos de gradientes espaciales de las variables locales conducen a un comportamiento estable del fluido.

M8175 La deflexión de luz bajo la influencia de campo gravitacional y la determinación de la masa del fotón de Einstein *Abraham Ramsés Velázquez Kraff* (profesor.kraff@gmail.com)*, *Sociedad Sonorense de Física*; *Luis Francisco Galván Quiroz Martínez (Luisgalvan07@hotmail.com)*, *Colegio Regis La Salle*; **Expositor.*

En el presente trabajo se estudia la deflexión de un haz de luz al atravesar un campo gravitacional de una masa solar, como sucedió en el eclipse de sol en el año de 1919 medido por Eddington, dando lugar a una de las predicciones y confirmación de la teoría de la relatividad general de Einstein. Se determina el ángulo de desviación y además se discute y se calcula la masa del fotón (el cual Einstein determina como 10 órdenes de magnitud menor que la masa del electrón). Se presentan también una recopilación de los diferentes cálculos que se han propuesto y se discute de manera objetiva y exhaustiva las dos diferentes posturas sobre el problema de la masa del fotón. Por un lado, como una invariante de masa y por otro como una modificación a la teoría de la relatividad especial en la cota de velocidades permitidas para el fotón como velocidad límite, y todas las consecuencias que puede traer esto.

M8185 Estados Acotados Para Pozos Dobles y Triples Generados con la Ecuación Confluente de Heun *Jesus Garcia Martinez* (bucefalot@yahoo.com.mx)*, *Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca*; *Jesus Noe Rivera Olvera (rivter12@yahoo.com)*, *Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca*; *Jose Juan Peña Gil (jjpg@azc.uam.mx)*, *Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco*; *Jesus Garcia Ravelo (g.ravelo@hotmail.com)*, *Escuela Superior de Física y Matemáticas, IPN*; **Expositor.*

Considerando la ecuación confluente de Heun (ECH), se construyen familias de ecuaciones tipo Schrödinger asociadas con potenciales hiperbólicos. La elección adecuada de los parámetros de la ECH permite generar pozos dobles y triples. Se reportan los primeros tres estados acotados a partir de las condiciones para obtener polinomios de grado $N \geq 1$ que son soluciones de la ECH.

M8371 Parámetros de agujeros negros en términos de corrimientos al rojo y azul de fotones emitidos por partículas no-geodésicas. *Ricardo Becerril Bárcenas (becerril@ifm.umich.mx)*, *Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*; *Pankaj Sheoran (pankaj@ifm.umich.mx)*, *Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana*

cana de San Nicolás de Hidalgo; Valeria Froylan Lazaro* (valeryfroylan@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Victor Manuel Torres Domínguez (victormtdominguez@outlook.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Considerando partículas con espín no nulo, las cuales no siguen ecuaciones de movimiento geodésicas, se determinan los parámetros de masa y de rotación de agujeros negros, en función del corrimiento al rojo y al azul de luz emitida por partículas con espín que orbitan alrededor de agujeros negros.

M8397 **Cosmografía para Inflación** Norberto Rubén Torres Castillejos* (torres.utx@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas - Facultad de Ciencias Física y Matemáticas; Celia Escamilla-Rivera (cescamilla@mctp.mx), Instituto de Ciencias Nucleares. Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.

La cosmografía es un método que permite describir la cinemática de la expansión del universo basándose en el principio cosmológico y actualmente ha mostrado ser un método sólido y efectivo, ya que sus parámetros cosmo-gráficos pueden ser ajustados de manera precisa con las observaciones astrofísicas. Además de explicar la expansión acelerada del universo, con la cosmografía podemos describir un escenario inflacionario que esté acorde con las constricciones impuestas por los parámetros observacionales. El propósito de este trabajo es estudiar la época inflacionaria del universo y obtener los parámetros cosmo-gráficos que describan este escenario. Usando observaciones recientes lograremos restringir el valor numérico de estos parámetros.

M8496 **Auto-propagación y auto-compresión de solitones brillantes en la ecuación cúbica-quinta no lineal de Schrödinger con amortiguamiento** Máximo Augusto Agüero Granados (makxim@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Tatyana Belyaeva Leonidovna (tbl@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; Vladimir Serkin (vserkin@yahoo.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Omar Pavón Torres* (opavtor91@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

El estudio de las perturbaciones de solitones ha sido uno de los principales problemas en décadas pasadas debido a la importancia que adquieren en la descripción de múltiples problemas físicos. Dichas perturbaciones han sido estudiadas partiendo de diferentes enfoques. Entre los métodos que han tenido mayor aceptación están los bien conocidos métodos que toman como base el método de dispersión inversa y los métodos que consideran aproximaciones directas. Con el fin de realizar estos análisis se introducen términos perturbativos que afectan a la ecuación original que describe a todo el sistema, cuya solución es conocida. Como una de las ecuaciones más significativas de la física

no lineal podemos mencionar a la ecuación cúbica-quinta no lineal de Schrödinger. En este trabajo estudiamos la evolución de excitaciones no lineales en sistemas gobernados por la ecuación antes mencionada cuando están presentes términos perturbativos. Para ello implementamos el método quasi-estacionario.

M8498 **El método de Hamilton-Jacobi con diferentes tipos de funciones generadoras.** María José Hernández Herrera* (maria.rhh.97@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Aldo Ángel Reynoso Reynoso (aldo.reynoso.r@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Rodríguez Cahuantzi (mrodriguez@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mercedes Paulina Velázquez Quesada (mquesada@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En el método de Hamilton-Jacobi se busca una transformación de coordenadas en la cual, las variables transformadas sean constantes de movimiento. Esto genera una ecuación diferencial parcial de primer orden para la función generadora de la transformación y su solución general se conoce como la función principal de Hamilton. Usualmente se propone que dicha función generadora dependa de las coordenadas originales y los momentos transformados. En este trabajo exploramos las consecuencias de considerar que la función generadora dependa de otras variables.

M8508 **Retos cosmo-gráficos en un universo en expansión acelerada.** Celia Escamilla-Rivera (cescamilla@mctp.mx), Instituto de Ciencias Nucleares. Universidad Nacional Autónoma de México.; Jose De Jesus Velazquez Marin* (pmarin950@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas - Facultad de Ciencias Física y Matemáticas; *Expositor.

La cosmografía es un área de la cosmología que nos permite representar la cinemática de la expansión cosmológica usando las ecuaciones de la Relatividad General y una métrica específica sin la necesidad de las complejas herramientas matemáticas que involucran resolver directamente estas ecuaciones. Basándonos únicamente en la expansión de las series de Taylor logramos obtener la descripción de los parámetros cosmo-gráficos (parámetro de Hubble (H), desaceleración (q), la evolución de la desaceleración o jerk (j), el snap (s) y el lerk (l)) para un universo isótropo y homogéneo. En este trabajo investigamos las implicaciones de la reconstrucción de la ecuación de estado de la energía oscura, comparándolas con las técnicas estándares cosmo-gráficas con la finalidad de restringir el valor de los parámetros cosmológicos actuales.

M8521 **Fuerza de Casimir para un campo escalar sin masa en un escenario de mundo brana doblemente deformado** Marcelo Alvarez Hernández* (ahmarcelo1964@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Omar Pedraza Ortega (omarp@uaeh.edu.mx),

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Roberto Arceo Reyes (roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

En este trabajo se determinará la fuerza de Casimir 4D para un campo escalar sin masa entre dos placas paralelas sujetas a las condiciones de frontera de Dirichlet en un modelo doblemente deformado, usando el método de la función de Green. A bajas energías la fuerza de Casimir estándar en 4D para un campo escalar sin masa es asociado al modo cero más un término proveniente de la torre de los modos masivos. Las correcciones son una mezcla de modos discretos correspondientes a las dos dimensiones extras compactas. Considerando una incertidumbre de 10% alrededor de la fuerza de Casimir estándar 4D teórica, se obtiene una cota para el parámetro K/r_z .

M8522 **Dispersión de hoyos negros:** Hayward Roberto Arceo Reyes* (roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; Pedro Josué Hernández Penagos (pedrojosuehernandez01@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Omar Pedraza Ortega (omarp@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo se considera una onda escalar plana dispersada por un hoyo negro de Hayward. Particularmente se calculó la sección eficaz diferencial del hoyo negro de Hayward usando la aproximación semiclásica de Gloria. Se realizó una comparación a secciones angulares mayores a 120 grados.

M8573 **Perturbaciones de objetos compactos en Gravedad Modificada** Juan Manuel Hernández Torres* (manuel.hdz.trs@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Física; Julio César López Domínguez (jllopez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Física; Javier Fernando Chagoya Saldaña (javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx), Conacyt; *Expositor.

En este trabajo estudiamos las perturbaciones de agujeros negros y objetos compactos estáticos en Relatividad General y generalizamos algunos resultados a una teoría de Gravedad Modificada, propuesta como una versión covariante de la gravedad de Hořava–Lifshitz que evita el problema de acoplamiento fuerte de un campo escalar (CQG-36(2019)7). El objetivo es entender la relación entre observables del objeto compacto, tal como su deformabilidad, y las perturbaciones del espacio que lo rodean. Este tipo de estudios son necesarios para entender la manera en que la nueva ventana observacional provista por las ondas gravitacionales puede utilizarse para falsificar modelos de Gravedad Modificada.

M8624 **Campos de Inducción Magnética e Intensidad Magnética dentro y fuera de una barra cilíndrica uniformemente y axialmente magnetizada.** Eugenio Ley Koo (eleykoo@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; Humberto Torres Bustamante

(lfhumberto@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

Una barra cilíndrica con magnetización axial y constante $\vec{M} = M_0\hat{k}$, tiene asociada una densidad de carga de magnetización superficial $\sigma_M = \pm 4\pi\vec{M} \cdot \hat{k} = \pm 4\pi M_0$ en sus caras circulares superior e inferior, respectivamente, y también una densidad de corriente lineal de magnetización $\vec{K}_M = 4\pi\vec{M} \cdot \hat{\rho} = 4\pi M_0\varphi$ en círculos paralelos alrededor de la superficie cilíndrica lateral. El campo de intensidad magnética se calcula a partir de un potencial escalar armónico bien comportado en el interior y el exterior, siendo sus fuentes las cargas de magnetización superficiales constantes en las tapas de la barra. El campo de inducción magnética se calcula a partir del potencial vectorial magnético armónico y bien comportado en el interior y exterior, siendo sus fuentes densidad de corriente de magnetización en la cara lateral. La diferencia entre el campo de inducción magnética y el campo de intensidad magnética es igual a 4π veces la magnetización en el interior, y nula en el exterior.

M8626 **Soluciones Electroestáticas Multipolares Exactas para Anillos Conductores** Humberto Torres Bustamante (lfhumberto@ciencias.unam.mx), INSTITUTO DE FÍSICA, UNAM; Eugenio Ley Koo* (eleykoo@fisica.unam.mx), INSTITUTO DE FÍSICA, UNAM; *Expositor.

Se construyen las soluciones exactas de la ecuación de Laplace para la función de potencial electrostático de anillos conductores sujetos a la condición de ser equipotenciales. Las soluciones con series de funciones armónicas bien comportadas dentro y fuera de los volúmenes delimitados por los anillos, dominados por el término cuadrupolar en el interior y el término monopolar asintóticamente. El campo de intensidad eléctrico se obtiene como el gradiente del potencial con signo negativo, con componentes tangenciales continuas en la superficie del anillo y componentes normales discontinuas en la misma superficie para cada término armónico. Las discontinuidades están asociadas a las distribuciones de carga de la misma armonicidad para cada término por fuera y por dentro del anillo. Se comparan resultados para anillos cilíndricos, y simétricamente situados en la vecindad del plano ecuatorial en las superficies de esferas y esferoides prolatos y oblatos.

M8640 **Ondas gravitacionales en el modelo cosmológico de gas de Bose-Einstein con interacción** Jaime Besprosvany Fridzon (beespro@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; Germán Izquierdo Sáez (german.izquierdo@gmail.com), Facultad de Ciencias, UAEMex; Gildardo Alonzo Flores* (gildardoalonzo@gmail.com), Facultad de Ciencias, UAEMex; *Expositor.

En este trabajo resolvemos numéricamente la ecuación de evolución de la amplitud de las ondas gravitacionales primordiales en el modelo de energía oscura de gas de Bose-Einstein que intercambia energía con la materia oscura

desde el momento de desacoplo hasta el día de hoy. Dicha solución nos permitirá calcular el espectro de potencias de las ondas en diferentes escenarios dados por los parámetros libres del modelo.

M8654 **Modelo cosmológico de gas de Bose-Einstein con interacción en base al factor de expansión.** Eduardo Sánchez Carpio* (esc51231@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Germán Izquierdo Sáez (german.izquierdo@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Jaime Besprosvany Fridzon (bespro@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Consideramos un universo homogéneo plano que contiene materia bariónica, materia oscura y un gas de bosones acoplado a la materia oscura, que hace el papel de energía oscura. Los parámetros libres del modelo pueden ser ajustados mediante análisis bayesianos de los datos observados. Los modelos de energía oscura acoplada introducen una interacción entre los sectores oscuros del modelo haciendo que la coincidencia en las densidades sea una consecuencia de la dinámica del modelo. Es necesario estudiar las predicciones de dicho modelo y compararlas con los diferentes datos observados para reducir el rango de parámetros posibles del modelo.

M8718 **Geodésicas nulas en un agujero negro de Hayward rodeado de Quintaesencia** Luis Alberto López Suárez (lalopez@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Miguel Ángel Melchor Lázaro* (miguelml1389@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Omar Pedraza Ortega (omarp@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo se analizará la estructura de geodésicas nulas para un agujero negro de Hayward rodeado por materia de quintaesencia. La materia de quintaesencia es un buen candidato para la energía oscura. Aquí, estudiaremos analíticamente las trayectorias de las geodésicas nulas de acuerdo a la energía y momentos angular de los fotones.

M8734 **Uso de la Mecánica anisotrópica en la descripción de curvas de rotación galácticas** Flavio Cesar Sánchez Flores* (flaviosanchezf@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Julio Cesar Lopez Dominguez (jlopez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Javier Fernando Chagoya Saldaña (javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En este trabajo se estudia la dinámica de una mecánica clásica que es invariante ante escalamientos anisotrópicos. Se obtienen las ecuaciones de movimiento y fuerza generalizadas resultantes de la teoría. Utilizando esta mecánica anisotrópica, con un potencial atractivo y en un límite apropiado del parámetro anisotrópico, se pretende realizar la descripción de las curvas de rotación galácticas observadas.

M8735 **Uso de la Mecánica anisotrópica en la descripción de curvas de rotación galácticas** Flavio Cesar Sánchez Flores* (flaviosanchezf@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Julio Cesar Lopez Dominguez (jlopez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Javier Fernando Chagoya Saldaña (javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En este trabajo se estudia la dinámica de una mecánica clásica que es invariante ante escalamientos anisotrópicos. Se obtienen las ecuaciones de movimiento y fuerza generalizadas resultantes de la teoría. Utilizando esta mecánica anisotrópica, con un potencial atractivo y en un límite apropiado del parámetro anisotrópico, se pretende realizar la descripción de las curvas de rotación galácticas observadas.

M8744 **Estados cuánticos de neutrones en un potencial gravitacional efectivo proveniente de mundos brana** Julio Armando Mojica Zarate* (mo318293@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Omar Pedraza Ortega (omarp@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Luis Alberto López Suárez (lalopez@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo se estudiará los estados cuánticos de una partícula neutra inmersa en un potencial gravitacional efectivo proveniente de un escenario de dimensiones extra. Para ello se empleará teoría de perturbaciones a primer orden para obtener el espectro de energía de esta partícula neutra. Comparando los resultados obtenidos con el experimento GRANIT (en el cual se estudian los efectos del campo gravitatorio de la Tierra en los estados cuánticos de neutrones ultrafríos), se obtiene una cota para el parámetro del escenario.

M8769 **Correcciones de Gravedad Entrópica para órbitas planetarias.** Gemma Elizabeth Pérez Cuéllar* (gemma.epc@gmail.com), Universidad de Guanajuato; Oscar Miguel Sabido Moreno (garaksab@gmail.com), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

En este trabajo se calcula el ángulo de precesión para órbitas planetarias utilizando una formulación entrópica de la gravedad. Dicho resultado se coteja con las correcciones de Relatividad General para establecer cotas en los parámetros del modelo de gravedad entrópica.

M8919 **Estados de dispersión para el sistema de Zakharov-Shabat** Samantha Ana Cristina Loreda Ramírez* (sloredor1000@alumno.ipn.mx), Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas; Víctor Barrera Figueroa (victorbarreraf@hotmail.com), Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas; Vladimir Rabino-vich Likhtman (vladimir.rabinovich@gmail.com), ESI-ME Zacatenco; *Expositor.

El sistema de Zakharov-Shabat es un sistema de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden acopladas, el cual encuentra múltiples aplicaciones en la física-matemática. Este sistema conduce a dos ecuaciones de Schrödinger desacopladas que describen socios supersimétricos. De esta manera, se buscan soluciones del sistema de Zakharov-Shabat para problemas de dispersión aplicados a una barrera de potencial de corto alcance, descrita por una función arbitraria continua con soporte compacto. Se presenta la aplicación de un método para calcular sus soluciones en forma de series de potencias de parámetro espectral. Se analizan la transparencia de la barrera de potencial y sus posibles resonancias. Además, se obtienen las expresiones analíticas de los coeficientes de transmisión y reflexión, y su implementación numérica.

M8950 Soluciones a la ecuación de Friedmann modificada Antonio Rodríguez Díaz De León* (*antoniorol72@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Física; Julio César López Domínguez (*jlopez@fisica.uaz.edu.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Física; Sinhué Lizandro Hinojosa Ruiz (*sinhue@fisica.uaz.edu.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Física; *Expositor.

En este trabajo se estudia el origen de un modelo de Friedmann modificado a partir de una relación de entropía con el área modificada. Se muestran soluciones a esta ecuación y se hace un estudio comparativo con el modelo de Friedmann estándar.

M8956 Mecánica no conmutativa en la descripción del efecto de lente gravitacional 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; Francisco Javier Hernández Muñoz* (*franciscoher0198@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En este trabajo se estudia el formalismo de la mecánica newtoniana no conmutativa que es una generalización de la mecánica newtoniana usual. Usando el modelo que resulta de introducir un potencial gravitacional newtoniano atractivo se intenta describir de manera adecuada el efecto de lente gravitacional en el doblamiento de un rayo de luz.

M8982 Cálculo de las simetrías de norma usando el formalismo lagrangiano Diana Ivonee Huitzil Sosa* (*divonhs@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Mercedes Paulina Velázquez Quesada (*mquesada@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Mario Rodríguez Cahuantzi (*mrodriguez@fcfm.buap.mx*), Benemérita

Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.

Las simetrías de norma de una teoría singular pueden obtenerse haciendo un estudio de sus constricciones lagrangianas, las cuales se obtienen directamente de las ecuaciones de Euler-Lagrange. En este trabajo usamos este método para analizar la acción de Friedmann-Robertson-Walker que describe un espacio tiempo homogéneo e isótropo y la acción que describe a un universo de tipo de Sitter, hallando las simetrías de norma de cada una de estas teorías.

M81009 Study of a polynomial bulk viscosity model using cosmological measurements Leopoldo Herrera Zamorano* (*polofi31@gmail.com*), Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Queretaro; Mónica Noelia Castillo Santos (*mncastillo99@gmail.com*), Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Queretaro; Alberto Hernández Almada (*ahalmada@uaq.mx*), Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Queretaro; Octavio Cornejo Pérez (*octavio.cornejo@uaq.mx*), Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Queretaro; *Expositor.

In this work we study the dynamics of the Universe at late times considering a non-perfect fluid with a bulk viscosity described by a polynomial function of the redshift given by $9\lambda(z) = \lambda_0 + \lambda_1(1+z)^n$. We constrain their free parameters using the observational Hubble parameter data and Pantheon Supernovae Type Ia sample. Also we compare statistically our model with the concordance Λ CDM one and we also analyze the behaviour of the high order derivative of the scale factor such as deceleration, jerk, snap, and lenth parameters.

M81038 Una mirada a la entropía de Wald Nayeli Marisol Jiménez Cruz* (*nmjc1209@gmail.com*), Universidad Autónoma de Chiapas; Aldo Aparicio Martínez Merino (*a.merino@fisica.ugto.mx*), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

La leyes de los agujeros negros le da una visión diferente a la teoría de la Relatividad General, tal como un gran parecido con la Termodinámica. Predicciones como la radiación Hawking hacen este parecido más fundamental, que asocia a cada agujero negro una entropía que tiene relación con el área de su horizonte de eventos. Robert Wald mostró que esta entropía puede considerarse como producto de una cantidad conservada asociada a una simetría del espacio-tiempo, las cuales son esenciales en la Mecánica Clásica. Se presenta una revisión rápida de estos resultados y cómo es posible derivar esta entropía. Algunos ejemplos son presentados.

M81041 Obtención de ondas gravitacionales haciendo uso de Coherent WaveBurst José Alberto Villalvazo Espinoza* (*jose.villalvazo@alumnos.udg.mx*), Centro de Enseñanza Técnica Industrial; Claudia Moreno

González (*claudia.moreno@academicos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; *Expositor.

Coherent WaveBurst (cWB) es un código abierto para el análisis de datos (de tipo transitorio) de ondas gravitacionales, el cual hace uso del método de estimación de máxima verosimilitud (maximum likelihood approach). Su algoritmo detecta eventos de ondas gravitacionales obtenidos por los detectores LIGO y VIRGO, posteriormente reconstruye la señal de onda gravitacional. El objetivo de este trabajo es describir la estadística involucrada en cWB, que busca la detección de señales de tipo burst o estallido, aplicando métodos de coherencia y obteniendo una proporción de la detección con el ruido del detector SNR (signal-to-noise ratio). Además, se mostrará el uso de los datos de eventos de LIGO-VIRGO disponibles en cWB de forma local, es decir, de forma independiente al clúster de LVC (LIGO-Virgo Collaboration). Se describen los pasos y comandos para su instalación, así como una descripción e interpretación de los resultados y gráficos astrofísicos que puede generarse con cWB.

M81099 Lagrangianas equivalentes para la partícula libre relativista *Edi Salvador Chavez Santamaria** (*eddu.chz.21@gmail.com*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Mario Rodríguez Cahuantzi* (*mario.rodriguez@correo.buap.mx*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Mercedes Paulina Velázquez Quesada* (*mquesada@fcfm.buap.mx*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.

En este trabajo analizamos la equivalencia entre dos lagrangianas que describen a una partícula libre relativista a diferentes niveles. Mostramos que las ecuaciones de Euler Lagrange de las dos acciones son equivalentes, mostramos también la equivalencia a nivel de soluciones y finalmente se estudia cómo estas acciones están relacionadas por el proceso conocido como “parent action”.

M81160 Efectos de curvatura no nula en momentos multipolares de una onda gravitacional *Abel Camacho Quintana* (*acq@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Saúl Suárez Valdez** (*saulsuarez2612@hotmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

El presente trabajo propone el marco teórico para la detección del momento octopolar de una onda gravitacional. Esto mediante el análisis del corrimiento al rojo gravitacional que sufre la frecuencia de un fotón emitido por un átomo, situado en la superficie de una Gigante Roja, al interactuar con el paso de una onda gravitacional.

M81180 Estudio sobre la validez del Principio de Equivalencia en la Mecánica Cuántica *Jorge Alejandro Bernal Arroyo* (*jorge_bernalarrojo@hotmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Juan Antonio Cañas Palomeque** (*knhas134@gmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *José Alberto Mar-*

tín Ruiz (*alberto.martin@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.

El Principio de Equivalencia de Einstein (PEE) es una piedra angular en el desarrollo de la Teoría de la Relatividad General (TRG). Su validez implica que la gravedad es un fenómeno geométrico, tal como lo dicta la TRG. Diversos experimentos prueban que el PEE es válido en el régimen clásico. Sin embargo, su validez en la Mecánica Cuántica (MC) aún se encuentra sometido a pruebas experimentales. En este trabajo presentamos evidencia de la violación del PEE en la MC, basada en el estudio de la caída libre cuántica. Se muestra que la densidad de probabilidad depende explícitamente de la masa, en contradicción con la universalidad de la caída libre y se demuestra, mediante la aplicación de una generalización del Principio de Correspondencia de Bohr, que se puede obtener la densidad de probabilidad clásica. El resultado anterior es interpretado como una prueba de la emergencia del PEE. Se plantea una cota para la precisión experimental necesaria para observar violaciones al PEE.

M81200 Torsores en física *Efraín Ruíz Alvarado** (*era.maya.98@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Victor Addi Amador Ortega* (*vaa098@outlook.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *José Eduardo Rosales Quintero* (*erosales@fisica.ugto.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Sol María Hernández Hernández* (*solmaryh18@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Víctor Manuel Vázquez Báez* (*manuel.vazquez@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Desde el punto de vista de la física moderna, uno de los elementos fundamentales en la descripción de los fenómenos físicos en la naturaleza ha sido la simetría. Esta misma puede ser representada, de manera formal, por medio de lo que se conoce como grupos de simetría. De manera general, un grupo es un conjunto dotado de una ley de composición, tal que el producto de cualesquiera dos elementos de este grupo, sigue siendo un elemento de este mismo, además cumple con tres propiedades: La primera es asociatividad, la segunda es la existencia del elemento identidad y la tercera es la existencia de un inverso para cada elemento del grupo. Una vez conociendo esto, definimos un torsor, como un grupo que ha perdido su elemento identidad. En este trabajo, mostramos algunos ejemplos y aplicaciones de torsores en la física como mecánica clásica, relatividad especial, termodinámica y electromagnetismo.

M81201 El problema de la Braquistocrona *Efraín Ruíz Alvarado* (*era.maya.98@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Victor Addi Amador Ortega** (*vaa098@outlook.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Sol María Hernández Hernández* (*solmaryh18@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *José Eduardo Rosales Quintero* (*erosales@fisica.ugto.mx*), Benemérita Uni-

versidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Vázquez Báez (manuel.vazquez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

A finales del siglo XVI Johann Bernoulli, propuso un reto llamado el problema de la curva braquistócrona. Este problema consiste en considerar una partícula sujeta a la atracción de un campo gravitacional, tal que su movimiento estará restringido a un plano vertical, en el que se ubican los puntos A y B los cuales no se encuentran sobre una misma línea vertical. Se pide entonces, encontrar la curva en el plano para la que el tiempo de traslado sea el menor posible. La solución fue hallada unos meses después por Bernoulli y Newton, mostrando que la solución era la curva cicloide. En este trabajo se desarrolla una pequeña revisión de las herramientas formales detrás de la resolución de este problema, es decir, introduciendo algunas definiciones basadas en el cálculo de variaciones y el análisis funcional, presentando algunos de los teoremas más importantes. Además se presenta un modelo experimental, fácilmente manipulable para estudiantes de nivel medio superior.

M81220 RELACIÓN ENTRE LAS CANTIDADES CONSERVADAS Y LAS SIMETRÍAS DE UN SISTEMA EN LA FORMULACIÓN DE HAMILTON-JACOBI Omar Gil Mota* (omar.gil.9808@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ana Aurelia Avilez Lopez (aavilez@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En mecánica clásica, las transformaciones canónicas pueden ser muy útiles para integrar las ecuaciones dinámicas de un sistema físico. Un uso típico de estas transformaciones es hallar un sistema canónico de coordenadas cíclicas y momentos generalizados que sean constantes de movimiento. Una alternativa consiste en encontrar una transformación canónica de las coordenadas y momentos a un nuevo conjunto de constantes definidas a partir de las condiciones iniciales del sistema, esto es el formalismo de Hamilton-Jacobi. En el presente trabajo se estudia la relación entre las transformaciones de simetría de un sistema y sus constantes de movimiento a partir de la formulación de Hamilton-Jacobi. Se realiza primero el estudio general de un sistema de fuerzas centrales para después estudiar los problemas de Kepler y del potencial de Yukawa. Finalmente, se considera una partícula libre en un espacio curvo como generalización del problema de fuerzas centrales en relatividad general.

M81232 Evolution of Universe from Raychaudhuri equation for membranes Aldrin Melitón Cervantes Contreras* (aldrincervantes@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO; *Expositor.

Sabemos que en relatividad general, la ecuación de Raychaudhuri proporciona la congruencia y evolución de las geodésicas. También es sabido que en cosmología de branas a partir de la ecuación de Raychaudhuri se puede ob-

tener el colapso de la brana. En este trabajo proponemos que la ecuación de Raychaudhuri se puede interpretar como la evolución de la brana. Por lo cual, con ella podemos tener la evolución de un Universo tipo brana. Dicha información se obtiene a través de ecuación de Friedmann, sin embargo cuando agregamos más términos de curvatura en la acción ya no es tan sencillo obtener la ecuación de Friedmann, es por ello que es importante tener otra forma de obtener la evolución de un Universo tipo brana.

M81241 Principio de Correspondencia de Bohr aplicado a la radiación cuántica de Larmor para un átomo hidrogenoide Manuel Eduardo Barredo Alamilla* (eduardobarredoa@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Jorge Alejandro Bernal Arroyo (jorge_bernalarroyo@hotmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Fernando Matías Moreno Yntriago (matias@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

La radiación electromagnética por cargas aceleradas es un fenómeno bien entendido en la Electrodinámica Clásica a través de la fórmula de Larmor, sin embargo es un tema de delicada discusión en la Mecánica Cuántica, e incluso, en la Relatividad General. Aún no se tiene una descripción satisfactoria de la Mecánica Cuántica de la fórmula de Larmor. En este trabajo presentamos el fenómeno de radiación electromagnética cuántica de un electrón sujeto al potencial electrostático del átomo hidrogenoide en la teoría de perturbaciones y en la segunda cuantización. Por otra parte, se relaciona el proceso clásico obtenido a partir del modelo del átomo de Bohr y la fórmula de Larmor clásica utilizando el Principio de Correspondencia de Bohr. Como resultado final de este trabajo, se concluye que se puede derivar la fórmula clásica de Larmor, utilizando el Principio de Correspondencia de Bohr a partir del marco de la teoría cuántica de campos.

M81271 Estados coherentes, no conmutatividad y agujeros negros Román Linares Romero (lirr@xanum.uam.mx), Centre for Theoretical Physics, Universidad de Groningen; Brenda Tlatelpa Mascote* (brenda_19.pink@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; *Expositor.

El origen de la no conmutatividad surge del hecho de considerar que las coordenadas espaciales no conmutan entre sí, el conmutador asociado no se rige bajo las normas de la mecánica cuántica usual, ya que las coordenadas no comparten estados propios. Una posibilidad de implementar la no conmutatividad es a través de los "Estados coherentes". Esta idea se ha aplicado a diferentes sistemas físicos, entre ellos a las soluciones de agujeros negros de la Relatividad General. Un resultado muy interesante es que estas soluciones son no singulares. En este trabajo se presenta en detalle las propiedades del agujero negro de Reissner-Nordström inspirado por no conmutatividad.

M81353 **Cálculo de las frecuencias cuasinormales de De Sitter mediante el método de Horowitz-Hubeny** Eduardo Michell Hernández González* (*michell.hernandez.gonzalez@gmail.com*), Escuela Superior de Física y Matemáticas; Alfredo López Ortega (*alfreloport@gmail.com*), Escuela Superior de Física y Matemáticas; *Expositor.

El método numérico de Horowitz-Hubeny se propuso y se ha usado frecuentemente para el cálculo de las frecuencias cuasinormales de agujeros negros asintóticamente anti-De Sitter. En el presente trabajo demostramos que es posible modificar este método para calcular numéricamente las frecuencias cuasinormales del espaciotiempo de De Sitter. En particular, analizamos en detalle el caso de las frecuencias cuasinormales del campo de Klein-Gordon propagándose en el espaciotiempo de De Sitter cuadrimensional.

M81386 **Obtención de Ondas Gravitacionales del sistema binario GW170817 haciendo uso de pycbc.** Mario Rafael Torres Quintero* (*mario.tquintero@alumnos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; Claudia Moreno González (*claudia.moreno@academico.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; Javier Mauricio Antelis-Ortiz (*mauricio.antelis@tec.mx*), Tecnológico de Monterrey; *Expositor.

De la teoría linealizada de la Relatividad General se deducen “Ondas Gravitacionales” las cuales se interpretan como radiación gravitacional expulsada por eventos u objetos astrofísicos muy energéticos y las cuales perturban el espacio tiempo transportándose a la velocidad de la luz sin interactuar con la materia. Las propiedades anteriores de estas ondas hacen posible su detección con ayuda de un interferómetro basado en el modelo de Michelson-Morley del cual se extraen datos para ser analizados. Existen diversas técnicas para su análisis, en este trabajo explicamos el método de detección y analizamos las señales detectadas con ayuda del programa pycbc del evento GW170817 extrayendo variables físicas de la fuente, generamos un mapeo de su localización e interpretamos el fenómeno. Además estudiamos las ventajas y carencias del método de análisis y realizamos una “data sheet” del evento de Estrellas de Neutrones detectadas por LIGO para hacer una comparación con la detección.

M81420 **Gravedad modificada: un zoológico de modelos cosmológicos.** Amanda Vanessa Fajardo Garcia* (*amandafajardo.gr@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Alejandro Garcia Torres (*alejandro.garciats@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Jaime Román Garza (*jaime.romangrz@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; César Duarte Ortiz (*cesar.duartertz@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Sao Leija Flores (*sao.leijajfl@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de

Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Sandra Angélica Ayala Gómez (*sayala@fcfm.uanl.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.

En este trabajo presentamos algunas vías para modificar las ecuaciones de campo de Einstein, con el objetivo de modelar la expansión acelerada del Universo en la actualidad. Considerando la formulación geométrica y variacional de la relatividad general se exploran las modificaciones a esta teoría y las consecuencias en la evolución dinámica del Universo. Por último, presentamos las constricciones que las observaciones de GW170817 han impuesto a las teorías de gravedad modificada.

M81421 **Explorando las transiciones de la ecuación de estado de la energía oscura al modificar la descripción geométrica del espacio-tiempo.** Sao Leija Flores* (*sao.leijajfl@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; César Duarte Ortiz (*cesar.duartertz@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Jaime Román Garza (*jaime.romangrz@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Amanda Vanessa Fajardo Garcia (*amandafajardo.gr@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Alejandro Garcia Torres (*alejandro.garciats@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Sandra Angélica Ayala Gómez (*sayala@fcfm.uanl.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.

En este trabajo exploramos las desviaciones en la parte geométrica de las ecuaciones de campo de Einstein (ECE). Considerando a la energía oscura (EO) como un fluido perfecto que evoluciona en el tiempo, modificamos las identidades que modelan la geometría del espacio-tiempo en las ECE, siendo consistentes con los datos observacionales. La evidencia aportada por las reconstrucciones no paramétricas de la ecuación de estado (EoS) ha despertado el interés por explorar estas transiciones. Examinamos las desviaciones geométricas de la relatividad general con el objetivo de explicar la transición de la EoS de la EO, $\omega(z)$, por la barrera fantasma, i.e. $\omega = -1$, sin la necesidad de invocar fluidos imperfectos para modelar esta componente.

M81439 **Emisión de ondas gravitacionales por un sistema binario en el límite Newtoniano** Luisa Fernanda Montes Arellano* (*luisa.montesaln@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; José Antonio González Cervera (*gonzalez@ifm.umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor. En este trabajo estudiamos la emisión de ondas gravitacionales en el límite Newtoniano utilizando la fórmula cuadrupolar para la radiación gravitacional. Para estudiar la emisión producida por un sistema binario de estrellas

de neutrones, suponemos que el sistema está compuesto por dos partículas puntuales en órbita y obtenemos las ecuaciones que determinan la energía y momento angular emitidos por el sistema. Posteriormente, resolvemos este sistema de ecuaciones utilizando métodos numéricos y determinamos la órbita de las partículas. Finalmente, calculamos la forma de la onda gravitacional estudiando la dependencia temporal del tensor de inercia del sistema.

M81462 **Análisis dinámico de un sistema que representa la inflación mediante un campo escalar** Alejandra Zorrilla Castillo* (*alejandra.zorrilla.castillo@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Sinhué Lizandro Hinojosa Ruiz (*sinhue@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Se hace un análisis de la estabilidad del sistema de ecuaciones diferenciales, generado en la descripción de la inflación mediante un campo escalar [1]. La estabilidad se aborda mediante una perturbación al conjunto de ecuaciones con base a la continuidad de las condiciones iniciales de las ecuaciones diferenciales ordinarias, debido a que algunos de los eigenvalores del sistema son nulos y se intenta describir el espacio fase para dichos eigenvalores; Así mismo se compara en lo posible con la estabilidad de Liapunov [2] y con la teoría geométrica que describe la evolución en el tiempo de un sistema dinámico denominada de Kosambi-Cartan-Chern (KCC) [3]. Métodos que flexibilizan sistemas dinámicos no lineales. 1.- Unificación de inflación y materia oscura de un campo escalar; tesis, Eladio Alonso Moreno Alcalá, Miguel Ángel García Aspeitia, UAZ (2019) 2.- Perko L., Differential equations and dynamical systems, Springer-Verlag (2001) 3.- KCC theory for higher-order dynamical system

M81472 **Evolución de promedios estadísticos de invariantes colisionales en el marco de Landau-Lifshitz: análisis matemático y contraste con el caso galileano.** Ana Laura García Perciante* (*algarcia@correo.cua.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Cuajimalpa; Alma Rocío Sagaceta Mejía (*alma.sagaceta@correo.uia.mx*), Universidad Iberoamericana; Alfredo Sandoval Villalbazo (*alfredo.sandoval@ibero.mx*), Universidad Iberoamericana; *Expositor.

Se lleva a cabo un análisis detallado a partir de la ecuación de Boltzmann de las condiciones que definen el marco de la energía (marco de Landau) en contraste con el marco de las partículas (marco de Eckart), comenzando por el caso no relativista. Se obtienen las condiciones sobre la velocidad de ambos marcos y se contrasta con las correspondientes en el caso relativista. En particular, se analiza y discute la interpretación y relevancia de las descripciones en ambos regímenes y las posibles implicaciones en términos de la naturaleza matemática de los sistemas a los cuales conducen.

M81478 **Análisis dinámico de un sistema representado por la ecuación de Friedmann incluyendo términos de materia bariónica, radiación, neutrinos y materia oscura.** Kenya Acuña Viramontes* (*kenya.acuna@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Miguel Ángel García Aspeitia (*aspitia@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Sinhué Lizandro Hinojosa Ruiz (*sinhue@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Se hace un análisis de la estabilidad del sistema de ecuaciones diferenciales, generado en la ecuación de Friedmann bajo los términos de materia bariónica, radiación, neutrinos y materia oscura. La estabilidad se aborda mediante una perturbación al conjunto de ecuaciones con base a la continuidad de las condiciones iniciales de las ecuaciones diferenciales ordinarias, debido a que algunos de los eigenvalores del sistema son nulos y se intenta describir el espacio fase para dichos eigenvalores; Así mismo se compara en lo posible con la estabilidad de Liapunov2 y con la teoría geométrica que describe la evolución en el tiempo de un sistema dinámico denominada de Kosambi-Cartan-Chern (KCC)3. 1.- Unificación de inflación y materia oscura de un campo escalar; tesis, Eladio Alonso Moreno Alcalá, Miguel Ángel García Aspeitia, UAZ 2019. 2.- Perko L., Differential equations and dynamical systems. 3.- KCC theory, International journal of geometric methods in modern physics, 13(2), 2015.

M81505 **CONSTRUCCION DE UN AGUJERO DE GUSANO** Gabino Estevez Delgado (*gestevez.ge@gmail.com*), Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Nadia Marissa Muñoz Gallardo* (*nadege.kcv@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Martin Onofre Monroy Martínez (*onofremon22@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Mediante la construcción de una solución a las ecuaciones de Einstein considerando un espacio tiempo estático y esféricamente simétrico para un fluido anisotrópico, es presentado un agujero de gusano para el que la densidad y presiones a grandes distancias respecto al centro se anulan. La geometría y las fuentes de materia son regulares y se anulan a grandes distancias con respecto a la garganta. Además es mostrado que las dos regiones conectadas están caracterizadas por que sus respectivos valores de masa tienen la misma magnitud pero signo contrario.

M81508 **CONSTRUCCION DE UNA CONFIGURACIÓN ESFÉRICA** Gabino Estevez Delgado (*gestevez.ge@gmail.com*), Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mario Rodríguez Martínez (*mrodriguez@enesmorelia.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Raul Gutierrez Zalapa* (*rull12008@hotmail*).

com), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Expositor.

Dentro de las posibles configuraciones que permite representar la teoría de gravitación de Einstein está la de configuraciones de objetos estelares estos pueden ser descritos por un espacio tiempo con simetrías estática y esférica, cuyo interior es formado por un fluido perfecto. En este trabajo presentamos el análisis de una solución regular ausente de horizonte de eventos que permite representar objetos compactos. Adicionalmente se muestra gráficamente que la densidad y presión son funciones finitas, positivas y monótonas decrecientes en toda la región interior.

M81510 Implicaciones de la teoría $F(R)$ sobre cosmología. *Gabino Estevez Delgado* (gestevez.ge@gmail.com), Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

De acuerdo a los datos observacionales, gracias al análisis de los parámetros cosmológicos a partir del estudio de Supernovas de tipo Ia (Sn Ia), sabemos que nuestro universo, además de expandirse, lo hace de forma acelerada. Sin embargo no se ha encontrado una explicación satisfactoria a esto. En este trabajo discutimos la posibilidad de que la teoría de gravedad modificada $f(R)$ provee una alternativa para resolver este problema, como resultado de que la densidad y presión efectiva generada por términos geométricos modifican el comportamiento de estos y en consecuencia del comportamiento de la aceleración, permitiendo realizar una descripción adecuada de la expansión acelerada del universo.

M81538 FRECUENCIAS CUASINORMALES DEL POTENCIAL HIPERBÓLICO TIPO ESCALÓN *Alfredo López Ortega (alfreloport@gmail.com), Departamento de Física de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Alberto Orozco Ríos* (beto-oro@hotmail.com), Departamento de Física de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Tomando como base las frecuencias cuasinormales son los polos de la amplitud de transmisión y motivados por la teoría de perturbaciones de agujeros negros, en este trabajo calculamos las frecuencias cuasinormales del potencial hiperbólico tipo escalón. Estudiaremos este modelo porque permite el cálculo exacto de sus frecuencias cuasinormales. Adicionalmente mostraremos que el método usado es relativamente simple y puede ser usado para determinar analíticamente las frecuencias cuasinormales de ciertos potenciales efectivos.

M81546 Campos electromagnéticos como sistemas de referencia co-móviles en la Relatividad General *Alexis Tremolada Blanco* (alexistremolada@hotmail.com), Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Renato Tovar Landeo (rentov@gmail.com), Universidad Nacional Mayor de San Marcos; *Expositor.*

Mediante el programa del formalismo monádico se presenta una caracterización de sistemas de referencia asociados al campo electromagnético. Se utilizó la invariancia de calibre, restringida por la condición de Dirac, para construir sistemas de referencia co-móviles asociando al potencial del campo electromagnético con el tensor monádico del formalismo de los invariantes cronométricos. Se obtuvieron cantidades escalares y los tensores físico-geométricos del formalismo monádico, así como la función de calibre, que nos permitieron describir a los campos concretos propuestos como sistemas de referencia, exponiéndose su posible aplicación en el estudio de eventos astrofísicos.

M81598 Modelo Dinámico de la Economía en México *Cuaruhtémoc Alejandro López Esparza* (temoc1711@hotmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

Los modelos dinámicos son de gran utilidad desde biología, análisis de procesos físicos y químicos hasta problemas y procesos sociales. En este caso el problema que se abordó es el de la economía. Lo que buscamos en este trabajo es analizar la economía mexicana de los últimos años y compararla con la de otros países para obtener información sobre como podría mejorarse. Para lograr esto se aplicó un modelo económico en el cual se cuenta con un sistema de dos ecuaciones diferenciales. Se utilizaron las bases de datos del INEGI y otras instituciones gubernamentales para intentar mejorar el modelo, con el objetivo de hacer predicciones sobre el comportamiento futuro de la economía mexicana. Mediante análisis sobre las condiciones actuales de la economía mexicana y comparaciones con la economía de otros países se planea no sólo ser capaces de hacer predicciones, sino caer en cuenta de cuales son los factores más importantes para mejorar el rendimiento económico y poder maximizarlo.

M81599 Modelo de la Dinámica Poblacional del Estado de Zacatecas *José Isaac Espinosa Santiago* (isaacespinosasantiago@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

El estudio dinámico de una población hacer referencia al aumento, disminución o estabilidad en el número de integrantes que ocurre en un periodo de tiempo determinado. Una población humana asentada en determinado territorio y observada durante un cierto lapso es un sistema dinámico que se puede medir en términos de el números de integrantes y parámetros propios de dicha población. En éste trabajo se analizará el crecimiento de la población de Zacatecas con datos del INEGI y con lo novedad de incluir la razón de crecimiento de la población como una variable y no un parámetro más en el modelo. Las posibilidades de lograr el desarrollo social depende no sólo de algunas características de la dinámica poblacional sino de la existencia, disponibilidad y aprovechamiento de recursos naturales. Es por esto que esta investigación nos permitiría tener una visión más amplia sobre cómo se está

desarrollando Zacatecas, además que podemos “predecir” el futuro de la población.

M81602 **Análisis del Fractal de Mandelbrot y Julia Complejo** *Edgar Ulises Cisneros Marín (ulicis88@hotmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Rafael Rodríguez Campos* (rafael.rodriguez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

En los sistemas caóticos subyace un concepto conocido como auto similaridad y surge otro muy conocido llamado fractal. El análisis del fractal es muy usado para describir la estructura geométrica de los sistemas caóticos. La característica esencial de un fractal es la existencia de una estructura similar que se repite a todas las escalas de longitud. En este trabajo se consideran dos Mapeos, el Conjunto de Mandelbrot (CM) y el Conjunto de Julia (CJ) con la característica que están en el campo de los complejos. Para hacer el análisis del fractal se tuvo que encontrar los valores del parámetro (CM) o la condición inicial Z_0 (CJ) para el cual los respectivos conjuntos estén en el dominio de una serie convergente. Con este modelo se pueden hacer analizar la estructura geométrica y se podría usar como un paso para entender el caos cuántico si se puede adecuar a una teoría

M81617 **MODELO DE UN OBJETO CARGADO** *Gabino Estevez Delgado (gestevez.ge@gmail.com), Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Alejandro Bucio Gutiérrez* (leviatan.ab86@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Juan Fernando Rivera Pérez (juan_fer_2009@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

A partir de una forma explícita de la magnitud del vector de Killing para un espacio tiempo estático y esféricamente simétrico, así como de una forma dada de la función de carga, presentamos un análisis del comportamiento de una solución interior para el caso de un fluido perfecto cargado. La solución depende de dos parámetros asociados a la masa y a la carga, es mostrado que existen regiones de estos parámetros para los que el comportamiento de la función de carga, presión y la densidad tienen un comportamiento adecuado que hacen a la configuración físicamente aceptable y además estable.

M81626 **Geometría y Energía de Deformación de Objetos Extendidos Relativistas** *Johan Michel Chávez Tovar* (jchavez@fis.cinvestav.mx), Centro de Investigación y Estudios Avanzados CINVESTAV; Riccardo Capovilla (capo@fis.cinvestav.mx), Centro de Investigación y Estudios Avanzados CINVESTAV; *Expositor.* La mecánica de branas es el estudio de la dinámica de Objetos Extendidos Relativistas y es una herramienta importante para el estudio del comportamiento dinámico de numerosos sistemas físicos. Este tipo de objetos surgen como defectos topológicos durante cambios de fase en los

inicios del universo, o bien son objetos de importancia fundamental como en la Teoría de Cuerdas. En este trabajo se presenta una descripción cinemática de las deformaciones infinitesimales de la hoja de mundo que trazan las branas al moverse por un espaciotiempo curvo, esta descripción se formula como una extensión de la Geometría Riemanniana y proporciona el marco teórico para obtener las ecuaciones de movimiento y de deformación de la hoja de mundo. Bajo este marco se contruye además un modelo geométrico de la energía de deformación de la brana basado en una descripción lagrangiana y en un principio variacional generalmente covariante, el cual es expresado en términos de su geometría intrínseca y extrínseca.

M81631 **Agujero de gusano en la gravedad de Rastall** *Gabino Estevez Delgado (gestevez.ge@gmail.com), Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Rogelio Cuevas Torres* (rcuevast55@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; José Vega Cabrera (joveca33@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

La teoría de la relatividad general de Einstein es una de diversas propuestas planteadas para dar explicación y describir el comportamiento gravitacional, que surge como alternativa a la teoría de la gravedad de Newton. A su vez existen otras propuestas como alternativas a la teoría de la Relatividad general de Einstein, la mayoría son conservativas, aunque existe una propuesta conocida como teoría de Rastall que no cumple con esta característica. A partir de esta teoría se han construido algunos modelos cosmológicos y estelares, en este trabajo presentamos y analizamos un agujero de gusano, mostramos que para nuestra solución independiente del valor del parámetro de Rastall se viola la condición nula de energía en la garganta como ocurre en el caso de la teoría de la relatividad general de Einstein.

M81633 **Agujero negro regular rotante** *Gabino Estevez Delgado (gestevez.ge@gmail.com), Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Gabino Corona Patricio (g_corona_p_cruz@hotmail.com), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.; Luis Alberto Ramos Llanos* (yo.larll@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

La gran mayoría de los trabajos presentados en torno a la existencia de agujeros negros regulares se centra al caso de espacios tiempo estáticos y esféricamente simétricos con fuente de materia asociados a electrodinámica no lineal, la regularidad de la geometría en el centro del agujero está relacionada con violación de condiciones de energía. Algunos de los agujeros negros regulares se han generalizado al

caso rotante, sin embargo el escalar de Kretschmann pueden presentar comportamientos diversos: ser continuos, discontinuo o presentar una singularidad direccional para la dirección de θ . En este trabajo es presentado un análisis de cada uno de los casos y su relación con la violación de las condiciones de energía.

M81637 **Análisis del espacio fase del comportamiento de soluciones isotrópicas en 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 (*rivarius1@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Julio Cesar Mendoza Rojas* (*fismatumsnh@hotmail.com*), Escuela Preparatoria "Gral. Lázaro Cárdenas", de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

A través de la herramienta de sistemas dinámicos, presentamos el análisis del sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias asociadas al sistema TOV-Rastall que describiría el comportamiento del interior de un modelo estelar. Como parte de las ecuaciones adicionales que se requieren imponer al sistema de ecuaciones se encuentra la ecuación de estado, en nuestro caso suponemos una relación lineal. El análisis muestra que el sistema TOV-Rastall, con ecuación de estado lineal admite dos puntos fijos uno de ellos es un repulsor y el otro es un punto espiral, este ultimo representa la generalización de la respectiva solución para la teoría de Relatividad general de Einstein

M81680 **Efectos gravitacionales sobre las mareas: Un estudio numérico** José Daniel Gaytán Villarreal* (*daniel_gaytan@live.com.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Brayan Alexis Ramírez Camacho (*brayan_rc@outlook.com*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Adrián Eduardo Valenzuela Celaya (*adrian_aevc@hotmail.com*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Roberto Pedro Duarte Zamorano (*roberto.duarte@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; *Expositor.

En este trabajo se hace una revisión del movimiento de las mareas de la Tierra, para ello se analiza el efecto de la fuerza gravitacional de la Luna sobre un elemento de la superficie terrestre mediante el uso de la segunda ley de Newton. Las ecuaciones de movimiento, encontradas sin hacer uso de aproximaciones, se resuelven numéricamente. Se presenta una discusión de los resultados obtenidos y se comparan con los que se presentan en la literatura.

M81689 **Simulación de un modelo para gravedad cuántica en asociación a los campos mórficos** Adrián Caravantes Sepúlveda* (*adri_cara_34@hotmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; Carlos García Torres (*carlosg200@yahoo.com.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se elaboró el código a través del lenguaje de programación java-script y se implementó en una herramienta de visualización dinámica una serie de simulaciones informáticas concernientes a la hipótesis formulada por nuestro equipo de investigación con respecto a la concepción de un marco que vincule las leyes que rigen el macrocosmos provenientes de la teoría de la relatividad general de Einstein con aquellas que están ligadas con los aspectos subatómicos que hacen alusión a la mecánica cuántica, desembocando de tal modo en una hipótesis candidata a fungir como eje rector teórico de las denominadas teorías de gravedad cuántica.

M81759 **Análisis de estabilidad de la energía oscura con enfoque de dimensiones extra.** Ana Dibert (*ana.dibert@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Miguel Angel Garcia Aspeitia (*aspeitia@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Alberto Hernandez Almada (*ahalmada@uaq.mx*), Universidad Autonoma de Queretaro; Leopoldo Herrera Zamorano* (*polofi31@gmail.com*), Universidad Autonoma de Queretaro; Monica N. Castillo-Santos (*mncastillo99@gmail.com*), Universidad Autonoma de Queretaro; Alejandro Puga Candelas (*apuga@fisica.uaz.edu.mx*), UNiversidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Las observaciones modernas muestran que el Universo está en expansión. Esta razón es desconocida, se le ha dado el nombre de Energía Oscura. Los cosmólogos han tratado de explicar este fenómeno de diferentes maneras. Una teoría supone que esta expansion es debida a la geometría propia del espacio-tiempo. Una teoría de dimensiones extra propuesta por Dvali-Gabadadze-Porrati (DGP), proponen un modelo donde se modifican las ecuaciones de Friedmann modificándolas con el uso de dimensiones extra. En este trabajo se obtiene el parámetro de desaceleración con el uso de está corrección de dimensiones extras con el uso de sistemas dinámicos y se incluye un análisis de estabilidad.

M81769 **ALGORITMOS PARA CALCULAR LOS LÍMITES DE SERIES INFINITAS CONVERGENTES** Héctor Martín Luna García* (*5553972854.hl@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco; Luz María García Cruz (*lmgc@azc.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco; Jesús Arturo Mota Ramírez (*lghm@azc.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco; *Expositor.

RESUMEN. USAMOS ALGORITMOS PARA CALCULAR LOS LÍMITES EXACTOS DE UNA AMPLIA GAMA DE SERIES INFINITAS CONVERGENTES POR MEDIO DE FUNCIONES ESPECIALES, ESTAS SON FUNCIONES POLIGAMMA. SIN EMBARGO, EN EL CASO DE SERIES ALTERNANTES, ESTOS ALGORITMOS NO PERMITEN EL USO DE TALES FUNCIONES, PERO ESTOS ALGORITMOS PERMITEN ENCONTRAR LOS LÍMITES DE ESTAS SERIES. FI-

NALMENTE, ESTOS MÉTODOS SE UTILIZAN COMO UNA HERRAMIENTA PODEROSA Y SIMPLE PARA CALCULAR LOS LÍMITES DE MUCHAS SERIES INFINITAS DE UTILIDAD EN LA FÍSICA COMO SE MUESTRA EN LOS EJEMPLOS INCLUIDOS.

M81771 ALGORITMOS PARA CALCULAR SERIES INFINITAS ALTERNANTES *Luz María García Cruz* (*lmgc@azc.uam.mx*), *Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco*; *Héctor Martín Luna García* (*5553972854.hl@gmail.com*), *Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco*; *Jesús Arturo Mota Ramírez* (*lghm@azc.uam.mx*), *Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco*; *Expositor. ESTE TRABAJO PRESENTA ALGORITMOS NOVEDOSOS PARA LOS LÍMITES EXACTOS DE UNA AMPLIA CLASE DE SERIES ALTERNAS INFINITAS. MUCHAS DE ESTAS SERIES SE ENCUENTRAN EN LA FÍSICA Y OTRAS RAMAS DE LA CIENCIA Y SUS VALORES EXACTOS ENCONTRADOS PARA NOSOTROS ESTÁN TOTALMENTE DE ACUERDO CON LOS VALORES OBTENIDOS POR OTROS AUTORES. FINALMENTE, ESTOS MÉTODOS SIMPLES SON MUY PODEROSOS PARA CALCULAR LOS LÍMITES DE MUCHAS SERIES COMO SE MUESTRA EN LOS EJEMPLOS.

M81807 Recuperación de fase: comparativa de métodos iterativos *Jorge Andres Ortega Contreras** (*ja.ortegacontreras@ugto.mx*), *Universidad de Guanajuato*; *José Amparo Andrade Lucio* (*andrade@ugto.mx*), *Universidad de Guanajuato*; *Igor Guryev* (*guryev@ugto.mx*), *Universidad de Guanajuato*; *Expositor.

En este trabajo, se presenta una comparativa de varios métodos iterativos para resolver el problema de recuperación de fase desde la perspectiva de la teoría escalar de difracción. Se presentan resultados a partir de la implementación de los algoritmos de Gerchberg-Saxton, Yang-Gu y FienUp. El error estimado para estos algoritmos es evaluado considerando metodologías como distancia euclidiana, distancia de Mahalanobis, desviación estándar y la divergencia de Kullback-Leibler.

M8 Óptica

Explanada frente a Rectoría

M838 Del movimiento libre sobre la 3-esfera al sistema de Zernike *Alexander Yakhno* (*alexander.yakhno@cucei.udg.mx*), *Departamento de Matemáticas, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, México*; *Kurt Bernardo Wolf** (*bwolf@fis.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México*; *George S Pogosyan* (*pogosyan@theor.jinr.ru*), *Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Federación Rusa*; *Natig M Atakishiyev* (*natig@matcuer.unam.mx*), *Instituto de Ma-*

temáticas, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El Sistema de Zernike deriva del movimiento libre sobre la 3-esfera tras proyectarse sobre la variedad de un 2-disco. Esto exhibe las propiedades fundamentales de su superintegrabilidad. Incluye la separabilidad de las soluciones en una variedad de sistemas coordenados (polares, cilíndricos, elípticos), la naturaleza polinomial de las soluciones y sus condiciones finitas en la frontera circular, que satisfacen ecuaciones de Pöschl-Teller. Los coeficientes de transformación entre soluciones separadas en distintas coordenadas involucran polinomios ortogonales superiores (Hahn, Racah, Heun) que son subconjuntos particulares de coeficientes de Clebsch-Gordan. La descendencia de un sistema tan ‘sencillo’ como la 3-esfera al sistema de Zernike revela a éste como fundamental en cierto sentido.

M845 DIFRACCIÓN DE LUZ POR UNA PARTÍCULA CORE-SHELL *Osnaider Rocha Rocha** (*osnaider.1007@gmail.com*), *Universidad de Sonora*; *Sandra Gastelum Acuña* (*sandra.gastelum@unison.mx*), *Universidad de Sonora*; *Raúl García Llamas* (*ragal@cifus.uson.mx*), *Universidad de Sonora*; *Mario Flores Acosta* (*mflores@cifus.uson.mx*), *Universidad de Sonora*; *Expositor.

En este trabajo se presenta un estudio de la difracción de una onda electromagnética plana monocromática por una partícula core(metal)-shell(metal) con geometría esférica, suspendida en el vacío. Mediante cálculos numéricos, obtenidos por un código computacional que hemos desarrollado, se realiza un estudio de la sección eficaz de scattering (osca) como función de la longitud de onda para diferentes espesores d del shell. Se calcula la intensidad del campo generado por la partícula para una frecuencia de resonancia en la σ sc (y fuera de resonancia), así como el decaimiento del campo dentro y fuera de la partícula.

M847 Transmisión óptica extraordinaria y excitación de vortices por arreglos periodicos de placas de zonas de Fresnel. *Carlos Raul Sandoval-Alvarado* (*crsa@uaemex.mx*), *Universidad Autonoma del Estado de Mexico*; *Juan Sumaya-Martinez** (*j.sumaya2011@gmail.com*), *Universidad Autonoma del Estado de Mexico*; *Daniel Antonio Rossano-Mercado* (*rossd777@gmail.com*), *Universidad Autonoma del Estado de Mexico*; *Porfirio Domingo Rosendo Francisco* (*rosendop@uaemex.mx*), *Universidad Autonoma del Estado de Mexico*; *Expositor.

En este trabajo se presentan la transmisión óptica extraordinaria y las propiedades de enfoque de una estructura dispersiva bi-dimensional. Esta estructura está formada por placas de zonas de Fresnel periódicamente arregladas a lo largo de dos direcciones ortogonales. Cada placa consiste de dos guías de onda con forma de anillos que soportan modos que concuerdan con la simetría de una onda plana polarizada circularmente. La concentración de un fuerte campo en el plano focal se obtiene con diámetros focales transversales y longitudinales. La excitación de vortices

en la region paraxial del campo transmitido se conserva tambien y se analiza en terminos de acoplamiento de polarizacion cruzada. La estructura presentada puede parecer util en dualizacion, atrapado y manipulaci3n precisa de nanoparticulas.

M8111 **Caracterizaci3n no lineal de nanoparticulas de zinc fotodepositadas sobre una fibra reducida por ataque quimico** *Jesús Manuel Cuvas Lim3n** (*cuvaslimon@gmail.com*), *Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, C. P. 72000; César Amaxal Cuatetl* (*cesar.amaxal@gmail.com*), *Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Val 3, Ecocampus Valsequillo, Puebla, México, C. P. 72960; Rafael Zaca Morán* (*rafaelzcmrn@gmail.com*), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, C. P. 72000; Juan Pablo Padilla Martínez* (*juan.padilla@correo.buap.mx*), *Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Val 3, Ecocampus Valsequillo, Puebla, México, C. P. 72960; Plácido Zaca Morán* (*zmoran_placido@icloud.com*), *Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Val 3, Ecocampus Valsequillo, Puebla, México, C. P. 72960; *Expositor.*

En este trabajo, se presenta la caracterizaci3n 3ptica no lineal de nanoparticulas de zinc fotodepositadas sobre la secci3n reducida de una fibra 3ptica monomodo. La reducci3n de la fibra 3ptica se llev3 a cabo mediante ataque quimico haciendo uso de 3cido floridico, hasta obtener aproximadamente 8 μm de diámetro correspondiente al núcleo de la fibra. La fotodeposici3n se realiz3 mediante un láser de onda continua de 1550 nm de longitud de onda que provee una potencia de 50 mW. La fibra reducida se sumergi3 en una soluci3n que contienen nanoparticulas de zinc. La caracterizaci3n no lineal se obtuvo mediante la técnica P-scan que emplea un amplificador de alta ganancia. La fibra reducida con nanoparticulas se caracteriz3 a los tiempos correspondientes a la deposici3n. Los resultados obtenidos muestran que las nanoparticulas de zinc fotodepositadas sobre la fibra reducida se comportan como un absorbedor de dos fotones a bajas intensidades de radiaci3n y posteriormente al aumentar la irra-

M8148 **El fenómeno de difracci3n en regi3n de Fraunhofer de una lente esférica convergente y su modelo matemático** *Vicente Reyes Alejo** (*reyesalejo99@gmail.com*), *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Iván Andrés Pérez Ehuán* (*elvisfox18@gmail.com*), *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Jorge Alberto Alcudía Arias* (*aalcujof@gmail.com*), *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.*

Se determinaron los modelos matemáticos de difracci3n asociados a la distribuci3n de amplitud del campo difractado por una abertura de geometría seleccionada, haciendo uso del método de propagaci3n del espectro angular. Bajo la condici3n inicial de mantener constante la distancia lente-plano de distribuci3n del campo difractado, generamos dos modelos matemáticos de transformada exacta de Fourier, así como una distribuci3n de fase positiva y otra con signo negativo. Se muestran resultados experimentales.

M8170 **Secciones transversales de extinci3n, absorci3n y esparcimiento para nanoparticulas dieléctricas** *Isabel Yajaira Rojas Martínez** (*risabel11@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro Reyes Coronado* (*coronado@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En este trabajo se presentan las secciones transversales de esparcimiento, extinci3n y absorci3n para nanoparticulas esféricas dieléctricas, como Si, SiC y TiN, embebidas en diferentes medios materiales, denominado matriz del sistema, como aire y agua. El cálculo se realiza a partir de la soluci3n de Mie, que consiste en resolver las ecuaciones de Maxwell considerando una onda plana e imponiendo condiciones de contorno esféricas, obteniendo expresiones para los campos interno y esparcido por la nanoparticula en términos de series de armónicos esféricos vectoriales. A partir de los coeficientes que conforman la expansi3n del campo esparcido, es posible calcular las diferentes secciones transversales, las cuales se grafican en funci3n de la longitud de onda del haz incidente y del radio de las nanoparticulas, para los diferentes materiales tanto para las nanoparticulas como la matriz.

M8173 **Secciones transversales de nanoparticulas plasmónicas esféricas** *Eduardo Enrique Viveros Armas** (*viveroslalo@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro Reyes Coronado* (*coronado@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En este trabajo se calculan las secciones transversales de extinci3n, absorci3n y esparcimiento para nanoparticulas (NPs) esféricas de diferentes materiales plasmónicos (Au, Ag, Al y Pt), mediante la soluci3n de las ecuaciones de Maxwell con condiciones de frontera esféricas, denominada Teoría de Mie, consistente en expresar tanto al campo electromagnético (EM) incidente como a los campos generados por la NP (interno y esparcido), en términos de los armónicos esféricos vectoriales dependientes de la funci3n dieléctrica de la NP y de la matriz que la rodea. Con estos campos EM, se calcula el promedio temporal del vector de Poynting en sus diferentes contribuciones: absorci3n, extinci3n y esparcimiento, y posteriormente se normalizan con la irradiancia del campo incidente para obtener las secciones transversales de cada parte. Se presentan gráfi-

cas de las secciones transversales en función tanto de la longitud de onda como del radio de las NPs, para diferentes matrices (aire y agua).

M8182 **Representación de Distribuciones de Intensidad de Luz como Superposición de Haces Hermite-Gaussianos** Gonzalo Condado Tepox* (*gc_220@hotmail.com*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Emma Vianey García Ramírez (*evgarcia@fcfm.buap.mx*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Marcela Maribel Méndez Otero (*motero@fcfm.buap.mx*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.

Los haces Hermite-Gaussianos presentan una distribución de intensidad transversal descrita por el producto de dos funciones Hermite-Gaussianas de variables independientes. Las funciones de Hermite son soluciones de una ecuación diferencial no auto-adjunta, la ecuación diferencial de Hermite. Las funciones Hermite-Gaussianas satisfacen una ecuación diferencial auto-adjunta, la ecuación diferencial del oscilador armónico cuántico, es decir son ortonormales, sus eigenvalores son reales, forman un conjunto completo y por lo tanto son una base para cualquier distribución de intensidad transversal de luz. En este trabajo se presentan algunas distribuciones transversales de intensidad de luz generadas de manera numérica mediante una superposición de haces Hermite-Gaussianos, como los haces dona (the donut beams) formados por la superposición de dos haces Hermite-Gaussianos de orden (1,0) y (0,1). Este tipo de haces pueden ser utilizados en el atrapamiento de partículas.

M8220 **Obtención de las eigenpolarizaciones y sus eigeníndices de refracción respectivos para una onda plana en un medio anisótropo no absorbente.** Alfonso De Jesús Correa León* (*alfonso.correal@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En un medio anisótropo la velocidad de fase de la luz depende de su dirección de propagación y de su estado de polarización. Dada una dirección de propagación existen en general dos componentes del vector de onda cuyos estados de polarización no son alterados por la interacción con el medio, llamados eigenvectores de onda; con eigenvalores bien definidos de velocidad de fase. En este trabajo se aplica el método del elipsoide de índices de refracción, también conocido como la indicatriz óptica, para la obtención de dichas eigenpolarizaciones y sus correspondientes eigeníndices de refracción y se analiza la equivalencia de éste método con la solución a la ecuación de onda.

M8268 **Cálculo de Descentramientos en Topografía Corneal** Daniel Aguirre Aguirre (*daniel.aguirre@icat.unam.mx*), ICAT-UNAM, Punta, Monterrey; Alessandra Carmichale Martins (*alessandra.carmichaelmarti@ucdconnect.ie*), University College Dublin; Martin Isaias Rodríguez Rodríguez* (*martin.isaias.rodriguez@gmail.com*), University College Dublin; Brian Vohnsen (*brian.vohnsen@ucd.ie*), University College Dublin; Brenda Villalobos Mendoza (*brenda.villalobos@udem.edu*), Universidad de Monterrey, Departamento de Física y Matemáticas; *Expositor.

En este trabajo se destaca el desempeño de un algoritmo numérico para calcular los descentramientos de las pantallas nulas tipo Hartmann y de la superficie bajo prueba al utilizar un topógrafo corneal de prisma rectangular. Para llevar a cabo esta propuesta, el algoritmo realiza un cálculo aleatorio que determina los descentramientos con respecto al ápex de la córnea. Como datos iniciales el método requiere las coordenadas de diseño de las pantallas nulas, las distancias relativas del vértice de la superficie al sensor CCD y los centroides obtenidos experimentalmente de una córnea evaluada. Como resultado se muestra la evaluación de la topografía corneal de un ojo emélope, incluyendo los descentramientos transversales y el desenfoque que se presenta al obtener la imagen experimental de origen.

M8285 **Modular el factor de correlación en la interferencia de campos electromagnéticos utilizando una compensador de cristal líquido.** José Gustavo Bravo Flores* (*jgustavobflores@gmail.com*), Universidad de Sonora; Paola María Mercedes Castro Garay (*paola@cifus.uson.mx*), Universidad de Sonora; María Del Rocío Gómez Colín (*rocio.gomez@unison.mx*), Universidad de Sonora; Rodrigo Arturo Rosas Burgos (*rodrigo.rosas@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora; Reyna Cornelio De Jesús (*reyna.182.c@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

El propósito de este trabajo es relacionar el concepto clásico de fase con el concepto cuántico monitoreando los cambios del término de correlación en la interferencia de dos campos electromagnéticos. Utilizaremos un compensador de cristal líquido para obtener un retraso en la posición y en el tiempo en el término de correlación al cual se le aplicará un campo eléctrico externo. Con el experimento se analizará el concepto clásico de fase y la parte cuántica se analizará con los operadores cuánticos de desplazamiento.

M8300 **Modelo de Z-scan con dos respuestas no lineales, no locales, a tercero y quinto orden** José Juan Méndez Rodríguez* (*tun00huang@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Emma Vianey García Ramírez (*evgarcia@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Marcela Maribel Méndez Otero (*motero@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Marcelo David Iturbe Castillo (*diturbe@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

La técnica de Z-scan es un arreglo experimental que permite medir tanto el coeficiente de refracción no lineal como el de absorción no lineal de un material cuyas propiedades se modifican por la transmisión de luz láser de alta intensidad, esto altera la propia propagación de la luz la cual al propagar libremente a campo lejano es monitoreada en eje para el caso refractivo e integrada sobre todo el plano transversal en el caso absorptivo, como función de la posición de la muestra. En este trabajo se propone un modelo de Z-scan, no local, con dos respuestas no lineales simultáneas a tercero y quinto orden para medios delgados. El modelo consiste en considerar una primera no linealidad refractiva y absorptiva, no local, a tercer orden y una segunda no linealidad refractiva, no local, a quinto orden. La simulación numérica de la intensidad a campo lejano se realiza utilizando el algoritmo FFT (Fast Fourier Transform) empleando MatLab. Se presentan algunas curvas numéricas de Z-scan.

M8307 Propiedades electro-ópticas de un cristal líquido quiral Annel Cristina Armenta Gamez* (*annel.armenta@hotmail.com*), Universidad de Sonora; Paola María Mercedes Castro Garay (*paola@CIFUS.uson.mx*), Universidad de Sonora; Wyl Alberto Félix Guillen (*wylphyfelix@gmail.com*), Universidad de Sonora; Rodrigo Arturo Rosas Burgos (*rodrigo.rosas@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Actualmente, el uso de cristal líquido en las pantallas de los dispositivos ópticos ha sido de mayor impacto. En los estudios previos se ha observado que en los cristales quirales hay un aumento de la birrefringencia a diferencia de los cristales líquidos nemáticos. Una de las ventajas de utilizar cristales líquidos quirales es la presencia de reflexión selectiva, la cual puede ser monitoreada en la aplicación de un campo eléctrico. Por ello, en este trabajo se cuantificarán las propiedades electro-ópticas de un cristal líquido quiral.

M8357 Análisis experimental de la variación de la distorsión en lentes como función de la distancia objeto Martín López Luna* (*martin_011@hotmail.com*), Facultad de Ingeniería-UNAM; José Rufino Díaz Uribe (*rufino.diaz@icat.unam.mx*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología-UNAM; *Expositor.

En este trabajo se presenta un estudio experimental de la evolución de la distorsión de una lente, al variar la distancia entre la lente y el objeto real del cual se forma la imagen. Se midió el coeficiente de distorsión para una lente objetivo zoom Canon Mod. EF-S de una cámara digital Reflex EOS Rebel XT, de distancia focal $f = 18 - 55$ mm ($F/3.5 - 5.6$), cuando el objeto se coloca entre 125 - 1000

mm, con una distancia focal fija de 18 mm. Se muestra que la distorsión no varía linealmente con la distancia objeto S ; más bien, crece monótonamente y tiende a un valor finito de forma asintótica para S grande. Una dificultad intrínseca de este tipo de mediciones, es la necesidad de contar con objetos calibrados de diferentes dimensiones. Se describirá el proceso de fabricación y calibración de dos patrones de puntos de diferentes dimensiones (250 y 800 mm por lado), utilizados para las mediciones, así como el tratamiento de la imagen obtenida y el análisis detallado de los datos.

M8374 CONDICIONES DE ACOPLAMIENTO DE FASE Y MOMENTO EN LA GENERACIÓN PARAMÉTRICA ESPONTÁNEA DE DIFERENCIA DE FRECUENCIAS Moroni Santiago Garcia* (*moronisantiago117@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Luis Manuel Arévalo Aguilar (*larevalo@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Velázquez Aguilar (*vicvela@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La generación paramétrica espontánea de diferencia de frecuencias (Spontaneous parametric down conversion, SPDC), es un fenómeno óptico no lineal que consiste en la creación de dos fotones de menor energía (llamados signal e idler), a partir de un fotón (proveniente del bombeo), como resultado de la interacción no lineal de un haz intenso de luz láser con un cristal con susceptibilidad a segundo orden. Para que este fenómeno se presente es necesario se satisfagan las condiciones adecuadas de acoplamiento de fase y momento consecuencias de la conservación de energía y momento. En este trabajo se analizan las condiciones de acoplamiento de fase y momento teniendo en cuenta la alineación interna de los planos cristalinos en un cristal BBO tipo I, la dirección de propagación de un haz láser, violeta de estado sólido, y su dirección de polarización para generar pares de fotones correlacionados.

M8401 Arreglo bidimensional desordenado de nanopartículas esféricas de oro y plata, y su uso como biosensor Jonathan Alexis Urrutia Anquiano* (*jaurrutia.95@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro Reyes Coronado (*coronado@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Actualmente se ha logrado aumentar la resolución de biosensores mediante arreglos ordenados de nanopartículas plasmónicas cilíndricas, sin embargo, su fabricación presenta una complicación técnica que se traduce en un alto costo. En este trabajo se estudia la reflectancia y transmitancia de sistemas bidimensionales de nanopartículas esféricas desordenados, considerando el Modelo de Espar-

cimiento Coherente, que predice, además de las resonancias plasmónicas de partículas individuales, un nuevo modo a frecuencias menores. Asimismo se analizan las condiciones en las que esta excitación aparece al considerar nanopartículas de materiales realistas, como el oro y la plata, y se estudia su comportamiento como función del ángulo de incidencia, longitud de onda y fracción de cubierta. Asimismo, se propone el uso de este nuevo modo para biosensado.

M8404 “Eficiencia de la luminosidad de una fibra óptica simulada con las extensiones de TOPAS basadas en GEANT4” *Margarita Amaro Aranda (mgmaro1@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Naoki Domínguez Kondo (Jorge.dominguezk@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa (emoreno@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Carlos Miguel Cuatrecatl* (carhendfend11@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Se realizó la simulación de las características físicas de una fibra óptica del tipo BCF-10 la cual está optimizada para diámetros mayores a $250 \mu\text{m}$ que se identifica por tener un color azul en el espectro de luz visible y que cuenta con un pico de emisión de 432 nm a un tiempo de decaimiento de 2.7 ns y por la cual pasan aproximadamente del orden de 8000 fotones por Mev con las extensiones que ofrece TOPAS con la finalidad de obtener el porcentaje de pérdida de fotones al paso por la fibra óptica con las características antes mencionadas y con ello poder verificar la eficiencia y optimización con la que la fibra fue construida de acuerdo a la luminosidad emitida durante la simulación.

M8414 **Análisis de error por desalineación de una superficie esférica evaluada por deflectometría.** *Diana Nallely Castán Ricaño* (diana.ncr@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Fermín Salomón Granados Agustín (fermin@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Maximino Avendaño Alejo (maximino.avendano@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; María Elizabeth Percino Zacarías (epercino@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Alejandro Cornejo Rodríguez (acornejo@inaoep.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En el presente trabajo, se utiliza la deflectometría para medir la calidad de las superficies ópticas, por la precisión que se puede alcanzar. Para implementar esta técnica, se usa una pantalla para elegir algunos rayos incidentes que serán analizados. Para ello, se mide la intersección de los rayos elegidos al ser refractados por la superficie bajo prueba, en un plano de detección. Se usa una configuración nula la cual tiene un arreglo ordenado de puntos en el plano de detección, para ello se diseña la pantalla. Se ilumina la pantalla con un frente de onda esférico, la fuente puntual usada se coloca sobre el eje óptico junto con la

pantalla, con esto se garantiza tener una distribución nula. Sin embargo, si existen desalineaciones de la superficie bajo prueba una nueva distribución de puntos se observa y se necesita corregir. Se muestran algunas simulaciones cuando existe descentramiento e inclinación de la superficie óptica bajo prueba y como afecta en la evaluación de la superficie.

M8429 **ESCANEO 3D DE UNA SUPERFICIE OCULAR** *Omar Palillero Sandoval (omar.palillero@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Mireya Lucia Hernández Jaimes* (mireyahj8@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Rafael Amador Condado Pérez (rafa_rx2@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Abraham Bernal Franco (abraham.bernalfra@uaem.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.*

En el presente trabajo se muestra un proceso de modelado 3D de objetos extendidos mediante la técnica Hoja de Luz, particularmente escaneando una superficie ocular, con el objetivo de realizar análisis dimensional así como las propiedades específicas que permitan detectar alguna irregularidad mediante un sistema híbrido óptico digital.

M8432 **Superando el límite de resolución de Rayleigh con un vórtice perfecto cilíndricamente polarizado.** *Joaquín García García* (216570285@alumnos.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Miguel Angel Olvera Santamaría (molvera@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Andrey S. Ostrovsky (andreyo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

En numerosas aplicaciones en óptica es necesario obtener distribuciones de campo con resolución superior al límite de Rayleigh. Esto ha proporcionado múltiples ventajas de la observación de estructuras micro y nanométricas. Por otro lado, también ha hecho posible no solo observar sino confinar partículas para el estudio de la interacción de la radiación con la materia. En los últimos años se ha dado gran importancia al desarrollo de campos ópticos con polarización estructurada espacialmente y los resultados han evidenciado su capacidad para generar campos ópticos con dimensiones menores al límite de Rayleigh. En este trabajo abordamos teórica y experimentalmente el problema del enfocamiento, bajo abertura numérica grande, de un vórtice óptico cilíndricamente polarizado. Demostramos que es posible obtener un spot con tamaño de $.36\lambda$ a partir de un VOP azimutalmente polarizado y un campo anular con radio interno de $.145\lambda$ a partir de un VOP radialmente polarizado.

M8436 **GENERACIÓN DE UN VÓRTICE ÓPTICO PERFECTO CON POLARIZACIÓN CILÍNDRICA POR MEDIO DEL MODULADOR ESPACIAL DE LUZ DE CRISTAL LÍQUIDO** *Andrey S. Ostrovsky (andreyo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Miguel Angel Olvera*

Santamaría (*molvera@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Amador Tlapale Aguilar* (*amdrtaa@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El vórtice óptico perfecto (VOP), introducido por Ostrovsky et. al., constituye una herramienta muy importante en aplicaciones como pinzas ópticas, micro-manipulación y formación de haces. Se han desarrollado diversas técnicas para generarlos. Sin embargo, hasta ahora las técnicas de generación de un VOP han sido desarrolladas en el caso escalar por tanto las posibles ventajas ofrecidas por haces vectoriales aún no han sido investigadas. En este trabajo abordamos la definición de un vórtice óptico perfecto con polarización cilíndrica. Proponemos una técnica para su generación experimental basada en un sistema de formación de imagen 4f, que incorpora un modulador espacial de luz de cristal líquido en la entrada rotado por 45° respecto a su eje activo, seguido de una placa de cuarto de onda con su eje rápido alineado con el eje vertical de nuestro sistema de laboratorio. Consideramos que la técnica propuesta será de utilidad para el desarrollo de nuevas rutas de investigación en óptica.

M8467 Estudio teórico y numérico de plasmones superficiales en una guía de ondas de cristal fotónico que contiene metamaterial dispersivo José Eduardo Medina Magallón* (*jmedinamagallon@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Héctor Igor Pérez Aguilar (*hiperezag@yahoo.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Petr Zhevandrov Bolshakova (*pzhevand@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Alberto Mendoza Suárez (*amendozas777@yahoo.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo se presenta un estudio numérico de la respuesta electromagnética de una guía de ondas de cristal fotónico (PCW) que está formada por dos placas plano paralelas y un arreglo periódico de inclusiones de metamaterial (LHM) dispersivo. El resultado del cálculo de la estructura de bandas fotónicas muestra la presencia de un plasmón superficial (SP) alrededor de $\omega_r = 0.04719$. Los cálculos numéricos se realizaron mediante la técnica conocida como el Método de la Ecuación Integral. Además, se presenta un estudio teórico de la PCW utilizando la Teoría de Floquet para comparar los resultados analíticos con los obtenidos numéricamente con el Método de la Ecuación Integral. Estas ondas de superficie en la guía de ondas propuesta permiten ser otra alternativa de desarrollo de innumerables aplicaciones en diversos campos de la ciencia y la tecnología que abarcan desde la biomedicina hasta las telecomunicaciones.

M8468 Estudio de patrones de difracción de aberturas anulares de diferente grosor Carlos Tecalero Zaldívar* (*carlostkz2155@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Rosibel Carrada Legaría (*rosibel.carrada@gmail.com*), Benemérita Universidad

Autónoma de Puebla; María Del Rosario Pastrana Sánchez (*rpastrana78@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La difracción es un fenómeno característico del movimiento ondulatorio que se presenta cuando una onda es desviada por un obstáculo, además este efecto es más notable cuando el tamaño de las aberturas es comparable a la longitud de onda. Basándose en los resultados de ondas generadas por un anillo, se propone en este trabajo continuar el estudio para el caso de difracción de aberturas anulares iluminadas con un haz de luz. Se comparan los resultados experimentales con los resultados teóricos y se analiza la dependencia respecto al grosor de la abertura anular. Para describir el fenómeno se emplea la transformada de Fourier-Bessel y se realizan representaciones gráficas de las ecuaciones que describen el campo y la distribución de irradiancia. En la parte experimental utiliza un haz de láser y aberturas anulares de diferente grosor. Se presentan los resultados y una discusión de los mismos.

M8476 Guía de ondas de cristal fotónico con patrones de intensidad de campo desordenados Hugo Alva Medrano* (*hugoalva9@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Claudia Guillén Gallegos (*clausfase4@yahoo.com.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Alberto Mendoza Suárez (*amendozas777@yahoo.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Héctor Igor Pérez Aguilar (*hiperezag@yahoo.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo consideramos una guía de ondas de cristal fotónico formada por dos superficies planas que envuelven un arreglo periódico de inclusiones cilíndricas circulares o esféricas. Consideramos también un método numérico integral para el cálculo de los modos propios del sistema y sus correspondientes intensidades de campo en un amplio rango de frecuencias para guías de ondas en dos y/o tres dimensiones. Bajo ciertas condiciones, el sistema presenta patrones de intensidad de campo desordenados y pequeñas longitudes de correlación l , calculadas a partir de las funciones de autocorrelación. Los patrones de intensidad de campo desordenados no son suficientes para asegurar la presencia del caos en el sistema; sin embargo los sistemas clásicos correspondientes presentan comportamientos caóticos. Por esta razón creemos que la explicación de los patrones desordenados es el fenómeno del caos electromagnético que podrían tener varias aplicaciones como en la criptografía.

M8477 RESPUESTA ÓPTICA DE UNA GUÍA DE ONDAS DE CRISTAL FOTÓNICO CON INCLUSIONES RUGOSAS DE METAMATERIALES Y CON DEFECTOS Sergio Sánchez López* (*sergiosanz125@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Héctor Igor Pérez Aguilar (*hiperezag@yahoo.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Alberto Mendoza Suárez

(amendozas777@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Motivado en gran parte a la necesidad de una nueva alternativa de desarrollo en la tecnología de telecomunicaciones que sea puramente fotónico, así como en el desarrollo de la tecnología fotónica para dispositivos ópticos que sirva de apoyo en las investigaciones en el área de ciencias naturales, se tiene el interés de estudiar la propagación de ondas electromagnéticas a través de estructuras fotónicas. En este trabajo se presenta un estudio teórico y numérico de la respuesta óptica de una Guía de ondas de Cristal Fotónico (PCW) que contiene un arreglo de inclusiones cilíndricas rugosas de metamateriales y con defectos, para encontrar la presencia de modos plasmónicos y modos electromagnéticos en regiones que una PCW sin defectos tienen bandas prohibidas. Para abordar el problema se hace uso de una técnica numérica conocida como el Método de la Ecuación Integral mediante los modelos de Drude y la Condición a la Frontera de Impedancia para una PCW finita periódicamente en una dimensión.

M8533 **Sensor Óptico de Glucosa por Resonancia de Plasmones Superficiales** Josue Cohenete Crisóstomo* (cofeas@gmail.com), Posgrado en Ciencias en Ingeniería Física; Víctor Manuel Coello Cárdenas (vcoello@cicese.mx), CICESE Campus Monterrey; Cesar Garcia Ortiz (cegarcia@cicese.mx), CICESE Campus Monterrey; Mary Carmen Peña Gomar (mgomar@gmail.com), Posgrado en Ciencias en Ingeniería Física; *Expositor.

Los sensores de resonancia de plasmones superficiales (SPR, por sus siglas en inglés), miden el cambio del índice de refracción de una onda electromagnética proveniente de una interfaz metal-dieléctrico. En este trabajo se presenta un diseño de sensor que es capaz de medir concentraciones de glucosa. El principio del funcionamiento consiste en medidas de reflexión total atenuada con interrogación de reflectividad en una configuración típica de Kretschmann, cuya configuración consiste en un prisma de vidrio semicilíndrico con un índice de refracción de 1.487, una película delgada de oro y una cámara para el depósito de la muestra, se utilizó una sola longitud de onda de 633 nm. Con los datos obtenidos de la luz reflejada se hizo un ajuste numérico donde se estudiaron los intervalos de operación y se determinaron las concentraciones respectivas usando un programa de ajuste numérico.

M8534 **Uso de un microscopio invertido para la obtención de imágenes nítidas de muestras biológicas.** José Pablo Montaña De La Ree* (jpmontano97@gmail.com), Universidad de Sonora; Alejandro Apolinar Iribe (apolinar@ciencias.uson.mx), Universidad de Sonora; María Del Rocío Gómez Colín (rocio.gomez@ciencias.uson.mx), Universidad de Sonora; Roberto Pedro Duarte Zamorano (roberto.duarte@fisica.uson.mx), Universidad de Sonora - Departamento de Física; *Expositor.

Existen diferentes instrumentos ópticos para generar imágenes amplificadas de muestras semitransparentes a la luz, entre los cuales podemos mencionar el microscopio invertido. Es importante hacer un uso adecuado de dicho microscopio para poder desplegar imágenes nítidas de una muestra. En este trabajo experimental, se hace un repaso de las características principales de un microscopio invertido Acus-Scope 3030PH Phase Contrast Inverted Microscope y su uso para la obtención de imágenes enfocadas a través de cuatro oculares de diferente magnificación y una cámara acoplada. A sí mismo, se presenta como preparar apropiadamente una muestra y las características que debe tener la muestra. Por último, se presenta una serie de imágenes amplificadas de muestras biológicas que muestra la técnica para generar y capturar imágenes de las muestras.

M8540 **CONTROL DE LA DISPERSIÓN CROMÁTICA TOTAL Y ÁREA EFECTIVA DE UNA FIBRA DE CRISTAL FOTÓNICO CON ESTRUCTURA DECAGONAL** Alejandro Barrientos García* (abarrientos@upgto.edu.mx), Universidad Politécnica de Guanajuato; Juan Antonio Guel Tapia (jguel@upgto.edu.mx), Universidad Politécnica de Guanajuato; Vignaud Granados Alejo (vgranados@upgto.edu.mx), Universidad Politécnica de Guanajuato; Miguel León Rodríguez (miguelleon@upgto.edu.mx), Universidad Politécnica de Guanajuato; *Expositor.

En este trabajo es analizada una fibra de cristal fotónico con geometría decagonal, constituida por cuatro anillos, donde los tres anillos externos se mantienen constantes y el anillo interno se varía de $0.225 \mu\text{m}$ a $0.45 \mu\text{m}$, manteniendo un pitch constante de $1.618 \mu\text{m}$. El núcleo de la fibra es de sílice y los agujeros constituidos por aire. Se presentan resultados donde se obtienen curvas de dispersión ultra plana y en otros casos relativamente planas, así como dispersiones normales o anómalas en regiones muy amplias entre 800 nm a 2000 nm. El área efectiva obtenida se encuentra en el orden de $2.8 \mu\text{m}^2$ a $10 \mu\text{m}^2$, las pérdidas de confinamiento son relativamente cero y el coeficiente de no linealidad varía entre 7.6 W-1Km-1 a 112 W-1Km-1 en un amplio rango de longitudes de onda entre 500 nm y 2000 nm. La fibra propuesta bajo estudio se simuló bajo el método de elemento finito con capas perfectamente ajustadas.

M8635 **Determinación de centroides de manchas luminosas a partir de los máximos de intensidad** José Rufino Díaz Uribe (rufino.diaz@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Mariana Esther Torres Revuelta* (marianatr.97@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En sistemas de luz estructurada y en deflectometría óptica, las mediciones requieren de la obtención de los centroides de un conjunto de manchas luminosas. Usualmente se

utiliza el promedio pesado de la intensidad de los píxeles de cada mancha. En este trabajo se propone, como alternativa, la obtención de los máximos de intensidad de las manchas. Una manera simple de hacer esto es, asociar una curva analítica a cada máximo de intensidad luminosa en los perfiles x e y de intensidad de la imagen obtenida con una cámara CCD. En este caso, se sugiere llevar al cabo la interpolación de Lagrange en la localidad del máximo, umbralizar la imagen globalmente y separar las manchas. La precisión de este método es del orden de algunas centésimas de píxel. Se mostrarán resultados experimentales y su comparación con los centroides obtenidos con otros métodos para hacer perfilometría.

M8663 **Geometric treatment of the radiation captured by the Large Millimetric Telescope (LMT/GTM)** Adriana González Juárez* (*medina079@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Gilberto Silva Ortigoza (*gsilva@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ernesto Espindola Ramos (*ernestoer@live.com.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

The aim of the present work is to determine the geometry of the reflection phenomenon on the parabolic mirror of the Large Millimetric Telescope (LMT/GTM), namely: incident, reflected light rays, wavefronts and a ronchigram test. Then we are going to study the same geometry for radiation which incides on the antenna with an inclination angle, which is in good approximation an equivalent configuration to vortex radiation phenomenon and finally we will be able to associate the found pattern generated by the ronchigram tests with the radiation patterns formed by celestial high energy sources which present vorticity characteristics.

M8680 **Compensación de la aberración esférica en cualquier sistema óptico usando una superficie de forma libre** Sergio Vazquez Y Montiel (*gatoangora2000@yahoo.com.mx*), Universidad Interseccional del estado de Puebla-Ahuacatlan; Alexis Vazquez Villa (*vazquezvilla@gmail.com*), Universidad Interseccional del estado de Puebla-Ahuacatlan; Alejandro Cornejo Rodríguez* (*acornejo@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Proponemos un método para diseñar una superficie de forma libre que compense de manera exacta la aberración esférica de cualquier sistema óptico. Con este método el diseñador puede seleccionar los puntos (x; y) en la pupila de entrada en los cuales la aberración esférica será cero, La superficie de forma libre se define usando un polinomio de potencias pares y los radios zonales en diferentes puntos de la pupila de entrada. El ajuste de las coordenadas que corrigen la aberración lo realizamos, sin aproximaciones, resolviendo un sistema de ecuaciones de primer grado. El

procedimiento de optimización no es requerido por que usamos trazo de rayos exacto; con este método nosotros obtenemos sistemas limitados por difracción y con un menor numero de superficies.

M8683 **Comparación de la eficiencia entre dos sensores de fibra óptica construidos con la técnica sol-gel utilizando como precursores Rodamina B (RhB) y Rutenium (II) Dichlorides, para la determinación de pH** Ruben Alejandro Vazquez Sanchez* (*ruben.vazquez@unicach.mx*), UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS; Ulises Gonzalez Vazquez (*ulises.gonzalez@unicach.mx*), UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS; Matilde Gonzalez Hernandez (*gonzalezhernandezmatilde@gmail.com*), UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS; Veronica Yazmin Juarez Lopez (*juarez_lopez011@hotmail.com*), UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS; Carlos Manuel Garcia Lara (*carlos.garcia@unicach.mx*), UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS; Manuel May Alarcon (*mmay@pampano.unacar.mx*), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARMEN; Francisco Mendez Martinez (*fmendez@pampano.unacar.mx*), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARMEN; *Expositor.

Se presenta el desarrollo y caracterización de dos sensores de fibra óptica que fueron construidos con la técnica de sol-gel por inmersión, utilizando rodamina B y rutenio II como indicadores para la medición de pH en medios acuosos. La configuración utilizada fue la de un sensor por transmisión y se midió la potencia de la señal de salida cuando los sensores se sumergieron en soluciones con distinto pH: pH 1, pH 4, pH 7, pH 10 y pH 14. La fibra utilizada fue de 105 μm de núcleo y 125 μm de revestimiento, la fuente de luz fue la proveniente de dos diodos LED acoplados a fibra óptica con una longitud de onda de 660 nm para el sensor con rodamina B y de 940 nm para el sensor con rutenio II. Para ambos sensores se observó que el rango de medición esta entre pH 7 a pH 14, y pueden utilizarse tres veces sin que se degrade la potencia de salida a medir.

M8688 **Sensor óptico para medir concentraciones de sustancias químicas** Juan Pablo Navarro Leal* (*juanpnl95@gmail.com*), Universidad Regiomontana; Brenda Villalobos Mendoza (*bvillalobosmendoza@gmail.com*), Universidad de Monterrey; Daniel Aguirre Aguirre (*daniel.aguirre@icat.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En este trabajo se muestra el diseño y caracterización de un dispositivo experimental para medir la concentración de una solución acuosa de sacarosa a partir de la absorbancia de la solución. Para realizar las mediciones se utilizaron un medidor de potencia de la marca Thorlabs PM400, un diodo láser Z-laser de 532 nm y cubetas de polimetacrilato de metilo de la marca Brand de 2.5 ml macro. Para el montaje se diseñó un dispositivo el cual se imprimió

en una impresora 3D. Este dispositivo permite aislar la muestra bajo estudio de luz espuria, colocar el medidor de potencia y el diodo láser. Con los resultados obtenidos, se comprobó que con el dispositivo propuesto se puede medir la concentración de sacarosa. Además, es posible obtener el coeficiente de absorptividad molar de cualquier sustancia.

M8689 Modelo de Enlace de Hiperpolarizabilidad Simplificado Aplicado a Cristales Tipo Wurtzita

*Adalberto Alejo Molina** (*adalberto.alejo@uaem.mx*), *CIICAp, UAEM*; *Kurt Hingerl* (*kurt.hingerl@jku.at*), *ZONA, JKU*; *Expositor.

En este trabajo se discute la generación de segundo armónico (SHG por sus siglas en inglés) en cristales con simetría C_{6v} . En particular se propone analizar ZnO y GaN para polarizaciones de excitación s y p . El cálculo de la SHG se lleva a cabo utilizando dos diferentes maneras, una corresponde a contraer el tensor de susceptibilidad predicho por la teoría de grupos (tablas cristalográficas) con los campos eléctricos con polarizaciones s y p . Mientras que la otra forma es utilizando el modelo de enlace de hiperpolarizabilidad simplificado (SBHM por sus siglas en inglés). Ambos resultados son comparados y se propone una manera de verificar la validez del resultado predicho por SBHM.

M8699 “Generación de polarización radial y azimutal implementando una SLM”

*Guadalupe Nayeli Perez Esquivel** (*nayeliperez@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*; *Fermín Salomón Granados Agustín* (*fermin@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*; *Brenda Villalobos Mendoza* (*bvillalobosmendoza@gmail.com*), *Universidad de Monterrey*; *Daniel Aguirre Aguirre* (*daniel.aguirre@icat.unam.mx*), *Polo Universitario de Tecnología Avanzada, Universidad Nacional de Autónoma de México*; *Alejandro Cornejo Rodríguez* (*acornejo@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*; *Expositor.

Aprovechando las propiedades birrefringentes variables de una pantalla de cristal líquido, se puede manipular el estado de polarización de un haz de luz que atraviesa dicha pantalla. La manipulación se logra al cambiar el voltaje que se le aplica a cada uno de los píxeles del modulador espacial de luz (SLM), con ello es posible generar diferentes estados de polarización además de los tres fundamentales, dependiendo de las imágenes en niveles de gris que sean desplegadas en el SLM. Existen muchos métodos para generar polarización radial y azimutal, en este trabajo se propone un arreglo experimental implementando una SLM de transmisión modelo XGA2L11 de CRL-Opto, se muestra el procedimiento para la generación de imágenes desplegadas en el SLM y los resultados obtenidos hasta el momento.

M8710 Potencial Respuesta Espectropolarimétrica del escarabajo Xyleborus Glabratus *Rafael Espinosa Luna* (*reluna@cio.mx*), *Centro de Investigaciones en Óptica A C*; *Guadalupe Lopez* (*lomg871212@hotmail.com*), *Centro de Investigaciones en Óptica A C*; *Daniel Lopez* (*dlopez@cio.mx*), *Centro de Investigaciones en Óptica A C*; *Raul Alfonso Vazquez Nava** (*alfonso@cio.mx*), *Centro de Investigaciones en Óptica A C*; *Expositor.

Algunas especies de escarabajos utilizan la luz parcialmente polarizada proveniente de la bóveda celeste para orientarse; otras especies utilizan la luz linealmente polarizada reflejada por mantos acuíferos, para identificar el lugar donde pueden aparearse, alimentarse, etc. El objetivo de este trabajo es dar respuesta a la pregunta: ¿El escarabajo Xyleborus Glabratus, es sensible a la luz polarizada? Para ello, se presenta una metodología similar a la empleada en el estudio de la respuesta de las abejas a la luz polarizada abejas. Con base en los resultados obtenidos damos una respuesta a dicha pregunta.

M8712 Cambios en los patrones de difracción de Fresnel y Fraunhofer de una abertura triangular

Jorge Luis Aguilar Cuevas (*ellayerne@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Rosibel Carrada Legaria* (*rosibel.carrada@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Byron Axel Hernández Mejía* (*axelhernandez95@outlook.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Jesús Omar Hernández Prado** (*omarhdezp@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *María Del Rosario Pastrana Sánchez* (*rpastrana78@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Expositor.

En el estudio de la difracción producida por una abertura es común encontrar la presentación de este fenómeno bajo el régimen de campo cercano o de campo lejano, enfocándose en ejemplos en los cuales los patrones de difracción teóricos pueden compararse con los resultados experimentales. En el presente trabajo se propone mostrar mediante fotografías de los patrones de difracción la transición entre las zonas de difracción de Fresnel y de Fraunhofer. El cálculo del campo y la distribución de irradiancia de la difracción de una abertura triangular, se examina bajo la aproximación de Fraunhofer, empleando Mathematica, como herramienta de cálculo y en la representación gráfica. Para la parte experimental se emplea la técnica propuesta por T W Eaton , para la captura de imágenes de los patrones de difracción. Se presentan resultados.

1.- T W Eaton and D Wiseman, An arrangement for observing Fresnel diffraction, Phys. Educ. 11, 292, 1976

M8713 Diseño de pantallas nulas para superficies de forma libre *Daniel Aguirre Aguirre**

(*daniel.aguirre@icat.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Brenda Villalobos Mendoza* (*bvillalobosmendoza@gmail.com*), *Universidad de Monterrey*; *José Rufino Díaz Uribe* (*rufino.diaz@icat.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*.

co; Manuel Campos García (*manuel.campos@iccat.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Pablo Navarro Leal (*juanpnl95@gmail.com*), Universidad Regiomontana; *Expositor.

En este trabajo se presentan las bases matemáticas para el cálculo de pantallas nulas para superficies de forma libre, las cuales son utilizadas en diferentes áreas de la industria. Se muestran las pantallas nulas calculadas para una superficie de Zernike con 46.62 mm de sagita máxima y la validación de las ecuaciones al analizar esta superficie. Con el método propuesto se comprobó que se puede obtener un análisis cualitativo de superficies de forma libre a bajo costo y fácil de implementar.

M8714 Estudio de una muestra del subsuelo de Yucatán mediante el procesamiento de imágenes térmicas. Jorge Carlos Lugo Jimenez* (*luginio@gmail.com*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN; 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; Otilio Santos Aguilar (*saguilar@correo.uady.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN; *Expositor.

La península de Yucatán es una extensa llanura que sobresale del mar alcanzando su máxima altura de sólo algunas decenas de metros en el sur del Estado. Por su latitud se presenta el fenómeno del paso cenital solar en los meses de mayo y julio marcando los periodos de sequía y lluvia en la región. Debido a la sencillez de la topografía peninsular es posible hacer un estudio de las condiciones ambientales que determinan la temperatura en las zonas centrales del Estado. En este trabajo presentamos un estudio que muestra el desplazamiento de la onda térmica en una muestra del subsuelo debido a factores como la posición del Sol en el cielo, la opacidad atmosférica, el calentamiento de la roca y la presencia de los vientos del mar durante el día, así como su cambio gradual durante en algunos meses.

M8715 Estudio y fabricación de microresonadores de luz esféricos a partir de una fibra óptica Arturo García Zurita* (*arturo_zurita@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias UNAM; Erasto Ortíz Ricardo (*erasto.ortiz@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM; Héctor Cruz Ramírez (*hector.cruz@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM; Raúl Josué Hernández Hernández (*josue.hernandez@correo.nucleares.unam.mx*), Conacyt-Instituto de Ciencias Nucleares UNAM; Alfred Barry U'Ren Cortés (*alfred.uren@correo.nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM; *Expositor.

Los microresonadores o cavidades ópticas son estructuras microscópicas capaces de confinar a la luz, han demostrado ser de enorme interés pues constituyen una gran promesa tecnológica por su variedad de aplicaciones en fotó-

nica como láseres, amplificadores, sensores, etc. Debido a la utilidad que ofrecen, se realizó el montaje experimental para fabricarlos en el Laboratorio de Óptica Cuántica del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM. Específicamente, investigamos el fenómeno conocido como Whispering Gallery Modes, es decir, un modo de resonancia en el cual la luz se encuentra confinada y circula alrededor de la cavidad. En este trabajo se presentan y discuten los resultados preliminares del montaje experimental, junto con simulaciones numéricas para investigar el fenómeno de resonancia con un microresonador óptico esférico de $360\mu\text{m}$ de diámetro en una punta de fibra óptica mono-modal acoplado por onda evanescente con una fibra adelgazada de $2\mu\text{m}$ diámetro.

M8716 ANÁLISIS TEÓRICO-EXPERIMENTAL DEL EFECTO POCKELS EN UN CRISTAL KD*P Jonathan Ramírez Ragón* (*jonathan111097ramirez@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El efecto electro-óptico Pockels consiste en un cambio lineal del índice de refracción de un material respecto a un campo eléctrico externo aplicado. Éste efecto se genera en materiales no centrosimétricos. Su análisis depende del conocimiento de la estructura interna del material, la orientación del mismo respecto a un haz de luz incidente, la dirección y magnitud del campo eléctrico aplicado así como de la birrefringencia del material. En este trabajo se determina experimentalmente el intervalo de linealidad entre una diferencia de potencial aplicada a un cristal KD*P (KD2PO4) y el cambio correspondiente en el índice de refracción inducido en el material. Se determina también el voltaje de media onda tanto en la configuración de modulación de fase como en el caso de modulación de amplitud, mediante un arreglo interferométrico de división de amplitud.

M8728 Análisis de la reflectancia óptica-térmica de la laja Yucateca. Jorge Carlos Lugo Jimenez (*luginio@gmail.com*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN; 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; Otilio Santos Aguilar (*saguilar@correo.uady.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN; Carlos Emilio Vinajera Reyna (*vreyrna@correo.uady.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN; *Expositor.

El subsuelo de la península de Yucatán está constituida por una enorme plataforma de piedra caliza que sobresale del mar, por encima de ella se encuentra una delgada capa de tierra de aproximadamente 30 centímetros en espesor. En este trabajo presentamos el estudio de la reflectancia de la onda térmica que incide sobre la laja yucateca, así

como su efecto en la variación térmica de la capa de tierra superficial.

M8746 Propagación paraxial de las catástrofes elementales Ernesto Espindola Ramos* (*ernestoer@live.com.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Gilberto Silva Ortigoza (*gsilva@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El objetivo de este trabajo es construir soluciones exactas a la ecuación de onda paraxial en el vacío caracterizadas por cáusticas estables. Para este fin, primero mostramos que cualquier solución de la ecuación de onda paraxial se puede escribir como la superposición de ondas planas determinadas por soluciones a la ecuación de Hamilton-Jacobi y Laplace en el espacio libre. Luego, utilizando las cinco catástrofes elementales estables en el espacio tridimensional, construimos soluciones de las ecuaciones de Hamilton-Jacobi y Laplace con cáusticas estables y las soluciones exactas correspondientes a la ecuación de onda paraxial con patrones de difracción estables. Los resultados presentados aquí muestran que la evolución del patrón de intensidad es gobernada por la ecuación de onda paraxial, mientras que la evolución de la cáustica correspondiente se rige por la ecuación de Hamilton-Jacobi.

M8747 Oscilación armónica en un sistema de micromanipulación Óptica Ibis Ricardez Vargas (*ibisrv@hotmail.com*), Universidad Juarez Autónoma de Tabasco; Nazario Jimenez Garcia* (*nazario_jimenez1195@hotmail.com*), Universidad Juarez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

En este trabajo se presenta la física del movimiento oscilatorio de micropartículas suspendidas en medio acuoso, cuando están sometidas a un campo óptico de gradiente, en un arreglo estándar de trampas ópticas. Resultados experimentales permiten ver que mediante una modulación periódica controlada de uno de los haces de luz del arreglo, también es posible inducir un movimiento oscilatorio de las partículas en el medio. La dinámica del movimiento se aborda mediante los fundamentos de las fuerzas de gradiente óptico, así como de la dinámica de esferas en medio acuoso, lo que arroja novedosos resultados, congruentes con el experimento.

M8757 Medición del índice de refracción del vidrio usando el interferómetro de Michelson Eduardo De Florencio Máximo* (*lalo.f.m97@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Emma Vianey García Ramírez (*evgarcia@fcfm.buap.mx*), Catedrático Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Marcela Maribel Méndez Otero (*motero@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La interferencia óptica equivale a la interacción de dos o más ondas de luz que producen una irradiancia resultante que deriva de la suma de las irradiancias componentes [1]. Considerando ondas armónicas planas linealmente polarizadas $E_1(r, t)$ y $E_2(r, t)$ ambas de la misma frecuencia w , el término de interferencia se define como la diferencia de fase resultante de la combinación de una diferencia de camino óptico y una diferencia de fase inicial [1]. Los sistemas interferométricos se dividen en dos grupos: por división del frente de onda y por división de amplitud, dentro de este último grupo se encuentra el interferómetro de Michelson en el cual los cambios de fase se introducen usualmente a través de la variación del camino óptico de uno de los haces. En este trabajo aprovecharemos esto para determinar primeramente el índice de refracción del vidrio, para después extender el estudio a otros medios. [1] Óptica, Eugene Hecht, 5ta Edición, Pearson, 2015.

M8763 Desarrollo de microcanales mediante ablación láser para fabricación de lab on a chip. Lucrecio Meschi Hernandez Cedillo* (*luc@comunidad.unam.mx*), UNAM Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada; Jorge Luis Domínguez Juárez (*jluisdominguezj@fata.unam.mx*), UNAM-CONACYT Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada; Rafael Quintero Torres (*rquintero@fata.unam.mx*), UNAM Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada; José Luis Aragón Vera (*aragon@fata.unam.mx*), UNAM Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada; *Expositor.

El desarrollo de microestructuras en la actualidad ha creado nuevos campos de investigación como lo es la tecnología de lab on a chip. La fabricación de estas estructuras a nivel inferior a $100 \mu\text{m}$ representa un costo elevado para un laboratorio universitario, por lo que es necesario contar con un método de fácil acceso y asequible. En este trabajo se propone un método de fabricación mediante ablación láser. La ablación láser se realizó con un láser continuo verde (532 nm) y se propuso un arreglo óptico para disminuir el tamaño del haz y mejorar su calidad. El método de fabricación propuesto se realiza con materiales de fácil acceso. Para el material de grabado (poliestireno) se buscó el umbral de daño del láser. La metodología desarrollada permite realizar micrograbados de manera repetible y en consecuente realizar microcanales con diferentes diseños entre $14 - 100 \mu\text{m}$, lo cual permite la fabricación de lab on a chip con diferentes configuraciones a bajo costo.

M8765 Caracterización de derivados de Curcumi-na como agentes fotosensibilizadores en terapia fotodinámica David Alexis García Espinosa* (*davale@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Hernández Cordero (*jhcordero@im.unam.mx*), Instituto de investigación en materiales; Patricia Guadarrama Acosta (*patriciagua@im.unam.mx*), Instituto de investigación en materiales; *Expositor.

En la actualidad existen terapias sofisticadas para tratar enfermedades asociadas con el cáncer, sin embargo son muy costosas y poco accesibles, la quimioterapia sola o en combinación con procesos quirúrgicos son el procedimiento más utilizado en contra de esta enfermedad, por lo que nuestro principal reto es minimizar los efectos secundarios sobre tejidos u órganos vecinos que se encuentren en un estado saludable, sin comprometer el éxito del tratamiento.

La terapia fotodinámica (TFD) surge como una alternativa prometedora para tratar varios casos de cáncer, ya que puede controlarse variando la intensidad de la luz y el área donde esta es incidida, la TFD involucra principalmente 2 actores la fuente de luz con la que se incidirá y el agente fotosensible además de un ambiente con oxígeno molecular a lo largo del tiempo los principales agentes han sido basados en porfirina, por lo que el uso de Curcumina dendrímica que tiene un alto potencial terapéutico sirva como remplazo.

M8766 Estudio de primeros principios para calcular las bandas de energía y la conductividad óptica de una monocapa de disulfuro de molibdeno MoS₂ Eric Raymundo Garcés García* (*raygarces85@hotmail.com*), TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE IXTAPALUCA; Osiris Salas Torres (*kaled_o7@yahoo.com.mx*), ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA -IPN; Luis Fernando Magaña Solís (*fernando@fisica.unam.mx*), INSTITUTO DE FISICA - UNAM; Fray De Landa Castillo Alvarado (*fray@esfm.ipn.mx*), ESCUELA SUPERIOR DE FISICA Y MATEMATICAS -IPN; *Expositor.

Utilizando el código de Quantum Espresso, con la aproximación GGA y GGA modificado para interacciones Van der Waals junto con DFT, se realizó un estudio de primeros principios para calcular las bandas de energía y conductividad óptica de una monocapa de Disulfuro de Molibdeno (MoS₂) material del tipo bidimensional. En primer lugar, se encuentra la estructura de mínima energía de la monocapa de MoS₂. Posteriormente, se calculan las bandas de energía, las funciones dieléctricas y la conductividad óptica de la monocapa de MoS₂. Se encuentra una brecha de energía directa de 1.62 eV localizada en K. Para la conductividad óptica en la monocapa de MoS₂ se observa que existen tres picos bien definidos, encontramos que la conductividad máxima se observa a 5.4 eV, ubicado en la región de la luz ultravioleta con un valor de $9.41 \times 10^{15}/s$.

M8796 Espejos omnidireccionales hacia la región del ultravioleta Luis Eduardo Puente Díaz* (*fmatpuente@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Víctor Castillo Gallardo (*victor1_1@hotmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Héctor Igor Pérez Aguilar (*hiperezag@yahoo.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Wolf Luis Mochán Backal (*mochan@*

fis.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Vivechana Agarwal (*vagarwal@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

Mediante el diseño de una adecuada secuencia de espejos se pueden diseñar estructuras dieléctricas de silicio poroso que alternan películas de alta y baja porosidad relativa, y que muestren una banda omnidireccional de alta reflectividad con un ancho de banda grande en el rango visible. En este trabajo extenderemos esta clase de espejos a la región del ultravioleta donde las transiciones interbandas del silicio poroso generan absorción. Esta absorción vuelve inestable al método usual de diseño basado en el empleo de matrices de transferencia de forma que los cálculos basados en ellas no son fiables. Se exploran distintas alternativas al método de matriz de transferencia y se presentarán algunos diseños optimizados en cuanto a su ancho de banda y su reflectividad.

M8804 Evaluación de Superficie Corneal Anterior con pantallas nulas tipo Hartmann en un prisma rectangular Martín Isaias Rodríguez Rodríguez* (*martin.isaias.rodriguez@gmail.com*), FES Iztacala-UNAM; Angela Abril Suarez Ajoleza (*angelaabril.suarezajoleza@gmail.com*), FES Iztacala-UNAM; Oscar Antonio Ramos Montes (*jefatura.optometria2016@gmail.com*), FES Iztacala-UNAM; Blanca E Guzmán Granados (*bnkkg76@gmail.com*), FES Iztacala-UNAM; José Rufino Díaz Uribe (*rufino.diaz@icat.unam.mx*), ICAT-UNAM; *Expositor.

En este trabajo se presenta el diseño de un topógrafo corneal basado en el método de pantallas nulas tipo Hartmann en una configuración de prisma rectangular. Para realizar dicha propuesta se requiere el diseño correcto de las pantallas nulas que serán usadas como objeto para evaluar la superficie corneal, para esto, se consideran principalmente tres elementos; una esfera de calibración de radio de curvatura similar al de la córnea promedio, los parámetros de la lente y sensor CCD que se usan para capturar la imagen y la geometría donde se colocarán las pantallas nulas. Como resultado se muestra la evaluación obtenida en una esfera de calibración y una evaluación preliminar en córneas humanas de sujetos emétopes y sujetos con ectasia corneal.

M8805 Estudio de la respuesta óptica no lineal del CS₂ en los regímenes de láser pulsado y continuo Moisés Isai Casillas Alvarez* (*casillasam2014@licifug.ugto.mx*), Division de ciencias e Ingenierías, Uninersidad de Guanajuato, Campus León; Romero Servín Sergio Augusto (*sromero@ugto.mx*), Division de ciencias e Ingenierías, Uninersidad de Guanajuato, Campus León; Rodrigo Misael Barba (*rmisaelbarba@gmail.com*), Centro de Investigaciones en Óptica A.C.; Leonardo Alvarez Valtierra (*leoav@fisica.ugto.mx*), Division de ciencias e Ingenierías, Uninersidad de Guanajuato, Campus León; *Expositor.

Un material que se somete a campos eléctricos intensos exhibe efectos ópticos no lineales. No obstante, la respuesta óptica no lineal de un material se puede analizar desde diferentes regímenes de láser. La técnica z-scan caracteriza la respuesta no lineal de los materiales cuando estos interactúan con un láser. Los valores para el coeficiente de refracción no lineal n_2 aparecen en función al mecanismo que provoca estos efectos y el tiempo de respuesta. En este trabajo, se estudia la respuesta óptica no lineal del disulfuro de carbono el cual es un material que exhibe propiedades no lineales representativas y por lo tanto ampliamente estudiado. Se comparan sus propiedades ópticas no lineales en el régimen de láser pulsado en femptosegundos donde el mecanismo principal es el efecto Kerr y efectos térmicos para el caso de onda continua. Estos parámetros juegan un papel muy importante en el estudio de materiales con múltiples ventajas como la limitación óptica o el amarre de modos.

M8809 **Visualización de la derivada en el experimento de Young** Luis Mario Arellano González* (*luis.m.arellano.g.3dv@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ceciibet Mendoza Rodríguez (*cecit_14_borr@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Rigoberto Juárez Salazar (*rjuarezsalazar@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Carlos Ignacio Robledo Sánchez (*crobledo@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El patrón de franjas observado en el experimento de Young pone de manifiesto la naturaleza ondulatoria de la luz. Se puede explicar usando dos principios físicos. El primero, conocido como principio de Huygens, sugiere que cada punto de un frente de onda se puede considerar como una fuente esférica secundaria. El segundo, conocido como principio de Fresnel, sugiere que el frente de onda propagado es el resultado de la superposición de los frentes de onda generados por las fuentes secundarias de Huygens. Usaremos ambos principios para mostrar que el experimento de Young permite obtener la derivada de un frente de onda. Y con esta demostración tener un impacto pedagógico en matemáticas y una nueva visión del experimento de Young.

M8821 **Nanocubos de plata; propiedades ópticas no lineales a tercer orden y no localidad** Lisandro García Lozada* (*lisgarloz@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas BUAP; Sergio Alberto Sabinas Hernández (*sergio_sash@hotmail.com*), Instituto de Física BUAP (IFUAP); Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), FCFM-BUAP; Emma Vianey García Ramírez (*evgarcia@fcfm.buap.mx*), FCFM-BUAP; *Expositor.

Los nanomateriales son ampliamente estudiados debido a su respuesta óptica no lineal y a sus aplicaciones en electrónica y ciencia médica. En este trabajo tanto numérico como experimental se estudian, las propiedades ópticas no

lineales de tercer orden de nanocubos de plata con tamaños aproximados de 56nm, 100nm y 300nm en solución coloidal. Para caracterizarlos usamos la técnica de Z-scan, de campo lejano, para medios delgados. De los resultados, se observa que no obedecen la expresión de transmitancia de Sheik-Bahae[1]. Por lo que se usa un modelo numérico no local incorporando un parámetro m [2], para poder ajustar los datos obtenidos. Se trabaja con un láser CW de Argón con 3 líneas de emisión: 457nm, 488nm, 514nm, estas longitudes de onda se encuentran cerca de resonancia para las muestras 56nm y 100nm. Referencias [1] IEEE J. Quantum Electron. 26(4), 760–769 (1990). [2] J. Opt. 13(8), 085203 (2011).

M8825 **Antecedentes de los cristales fotónicos, su síntesis, y su importancia dentro de la industria moderna** Kassim José Mendoza Peña (*maestro.kassim.mendoza@gmail.com*), Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A.C.; Sergio Misael Mirazo Solórzano (*sergiomisael91@gmail.com*), Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A.C.; Carlos Daniel Verdaquer Guzmán* (*felix21felix21@hotmail.com*), Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A.C.; *Expositor.

En este trabajo se presenta un análisis histórico sobre los antecedentes de los cristales fotónicos y sus aportaciones en los desarrollos científicos y tecnológicos de la sociedad, así como su funcionamiento. Fundamentalmente el uso de estos cristales ha estado proliferando en el campo de la optoelectrónica, ya sea en dispositivos que ocupen manipular la luz en una o varias direcciones simultáneamente. Esto lleva a los diferentes tipos de cristales fotónicos, pero especialmente los métodos de síntesis; actualmente la síntesis de estos materiales suele ser poco aprovechable, ya que para poder producirlos para que funcionen en manipulación de la luz en 2 o más direcciones, suelen presentarse complicaciones con respecto al costo por conseguir una cantidad deseable y usable del material. Por lo tanto, se busca a su vez proveer un análisis sobre la necesidad de usar estos materiales en la industria moderna, así como sus respectivos modos de síntesis producción.

M8833 **Síntesis de un vórtice óptico parcialmente coherente e invariante en propagación con estructura modal de Bessel** Daryin Carreón González* (*daryin.c.g@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Miguel Ángel Olvera Santamaría (*molvera@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Los campos ópticos con propiedades de coherencia controladas son modelos de radiación robustos menos sensibles a la difracción. En este trabajo introducimos una clase de campo óptico parcialmente coherente con estructura modal de Bessel y vórtices ópticos. Esta técnica permite definir la estructura modal de la fuente como una superposición incoherente de modos Bessel ortonormales. Mos-

tramos numérica y experimentalmente que el vórtice propuesto puede ser realizado mediante una técnica holográfica que emplea un Modulador Espacial de Luz de Cristal Líquido en el modo de modulación de fase. El grado de coherencia puede ser físicamente controlado al cambiar el ancho de iluminación de la fuente primaria. Mostramos que, una característica esencial del vórtice generado es que un campo con coherencia reducida puede generar un vórtice óptico con radio interno reducido en lugar de incrementado, para cualquier carga topológica.

M8837 Simulación de ronchigramas de superficies cónicas afectadas por aberraciones *María Elizabeth Percino Zacarías* (epercino@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Fermín Salomón Granados Agustín (fermin@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Daniel Aguirre Aguirre (daniel.aguirre@ccadet.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM; Brenda Villalobos Mendoza (bvillalobosmendoza@gmail.com), Universidad de Monterrey; *Expositor.*

En el proceso de fabricación de una superficie cónica, se usa como referencia para medir de forma cualitativa, un ronchigrama ideal que se simula con los parámetros de diseño de la superficie. En la literatura se encuentran ronchigramas con aberraciones que se toman como referencia para conocer su comportamiento[1]. Sin embargo, para superficies cónicas no se cuenta con un mapa de ronchigramas afectado por aberraciones de manera individual, que nos permitan ver como se modifican las franjas para cada una de ellas. En el presente trabajo presentaremos un mapa de ronchigramas para superficies cónicas afectadas por aberraciones individuales, que ayude a conocer, de forma cualitativa que tipo de aberraciones están presentes durante el proceso de fabricación. Se muestran resultados de la evaluación del espejo primario del telescopio del Observatorio Astrofísico Guillermo Haro del INAOE. Bibliografía. [1] D. Malacara "Optical Shop Testing". Third Edition Wiley and Sons, Inc. Publication

M8851 MÉTODO RETICULAR (MR) EN EL ESTUDIO DE LA DISPERSIÓN DE LUZ *Gerardo Daniel Fernández Sánchez* (xgfs@yahoo.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.*

El autor ha desarrollado y presenta un método para calcular patrones de difracción y en general de dispersión de luz. Algunas ventajas son: • Es de aplicación general, sin importar lo complicado de la fuente de iluminación o la forma de la apertura. • Es confiable si se cumplen las condiciones requeridas, ha sido probado durante más de 14 años y ha predicho patrones en nuevos arreglos experimentales. • El algoritmo computacional es relativamente sencillo. • El tiempo de cómputo es aceptable en la mayoría de los casos, La motivación para emplear éste método ha sido que, debido a las ventajas mencionadas, permite la experimentación digital con el consecuente ahorro de

tiempo y recursos sin sacrificar rigor, al contrario, se han obtenido evidencias para poder pensar en un nuevo tipo de representación para las ondas planas, esféricas y gaussianas dotándolas de variaciones angulares compatibles con los experimentos re

M8852 CORPÚSCULOS DE LUZ EN PATRONES DE DIFRACCIÓN *Gerardo Daniel Fernández Sánchez* (xgfs@yahoo.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.*

Resumen En este trabajo presento patrones de difracción calculados con un método reticular, el resultado es que se observa una estructura granular de la intensidad luminosa, semejante a los patrones de difracción de electrones. El campo difractado consiste en ondas luminosas formadas por muchas y muy pequeñas gotas de electricidad, todas iguales pero con distinta intensidad que confieren la fase a la onda que representan.

M8853 FACTOR DE ESTRUCTURA FINA EN EL PATRÓN DE DIFRACCIÓN DE APERTURA CIRCULAR *Gerardo Daniel Fernández Sánchez* (xgfs@yahoo.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.*

Resumen Un desarrollo detallado del álgebra de la aproximación Integral de Huygens – Fresnel (en la región paraxial y a distancias grandes) para el cálculo del patrón de difracción de apertura circular muestra que, la función de Airy característica de una apertura circular modula otra función de alta frecuencia espacial pero poca intensidad; un resultado parecido, pero ligeramente distinto, puede verse en: SCATTERING and DIFFRACTION in PHYSICAL OPTICS; 2nd.Ed.; Manuel Nieto –Vesperinas; Instituto de Ciencia de materiales, España. fórmula (6.79) p.192. Para efectos comparativos, se muestra una fotografía del patrón experimental.

M8855 MULTIPLICIDAD DE ESTADOS EN UNA ONDA PLANA ESTACIONARIA *Gerardo Daniel Fernández Sánchez* (xgfs@yahoo.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.*

Resumen Se presenta explícitamente un factor de degeneración debida a la multiplicidad de estados con misma energía en una onda plana estacionaria, dicho factor coincide con el número de divisores de un número entero n : $d(n)$; Se presenta una fórmula para $d(n)$; Este factor de degeneración $d(n)$ es distinto del factor de multiplicidad de estados de oscilador armónico de una onda estacionaria que aparece en el tratamiento de la radiación de cuerpo negro, y puede considerarse complementario e introduce fluctuaciones en la distribución de Planck.

M8856 REPRESENTACIÓN IRREDUCIBLE DE UNA ONDA PLANA *Gerardo Daniel Fernández Sán-*

chez* (xxgfs@yahoo.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.

Resumen Se presenta un tipo de onda plana invariante bajo transformaciones de coordenadas con variables separables, La onda señalada está representada como una función híper geométrica; El propósito es buscar una función de onda que sea a su vez una onda plana óptica que pueda ser utilizada en experimentos de difracción. La conclusión es que algunos de los picos que se observan al fotografiar estrellas son reales y representan ondas evanescentes generadas por los átomos de las estrellas situados a lo largo y lo ancho de planos estadísticamente conformados.

M8857 REDEFINICIÓN DE FRENTE DE ONDA LUMINOSO ESFÉRICO, TEORÍA Y EXPERIMENTO. Gerardo Daniel Fernández Sánchez* (xxgfs@yahoo.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.

Resumen

Se estudia aquí la posibilidad de describir una onda esférica introduciendo un coeficiente extra como factor multiplicativo que antecede a la expresión bien conocida que se propone en la literatura actual: La motivación ha sido encontrar que es posible encontrar un significado físico al coeficiente propuesto y esto es compatible con los resultados de experimentos realizados empleando frentes de onda aproximadamente esféricos en experimentos de difracción de luz.

M8885 Estimación de la eficiencia de una celda fotovoltaica por ajuste numérico y con proceso de selección por similitud, entre las áreas de la curva VI experimental y VI teórica Irma Lucio Hernández* (irma.lucio@uppuebla.edu.mx), Universidad Politécnica de Puebla; Mario Espinosa Tlaxcaltecatl (mario.espinosa@uppuebla.edu.mx), Universidad Politécnica de Puebla; Oscar Javier Zapata Nava (javier.ozapata@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla; *Expositor.

El trabajo reporta la estimación de la eficiencia de conversión de potencia y factor de forma, usando un proceso geométrico interactivo de ajuste de la curva experimental (voltaje-corriente, VI) al modelo teórico de una celda solar de unión p-n con resistencias parásitas, aplicado en una estructura fotovoltaica (ITO/P3HT:PCBM/Cu) con iluminación de 1000 W/m^2 . El método consiste en obtener diversos ajustes teóricos en forma simultánea, con aproximaciones sucesivas e incrementos regulares en el valor del factor de idealidad y la corriente de saturación. La selección del mejor ajuste es determinado por la similitud entre el área de la curva experimental y el área de la curva teórica, mostradas y calculadas numéricamente a partir de la obtención de sus polinomios característicos.

M8888 Influencia de los parámetros eléctricos en el modelo de una celda solar y su relación con los parámetros de desempeño, aplicado a un dis-

positivo basado en P3HT:PCBM Mario Espinosa Tlaxcaltecatl* (mario.espinosa@uppuebla.edu.mx), Universidad Politécnica de Puebla; Oscar Javier Zapata Nava (javier.ozapata@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla; Irma Lucio Hernández (irma.lucio@uppuebla.edu.mx), Universidad Politécnica de Puebla; *Expositor.

El trabajo presenta la estimación de los parámetros eléctricos y de rectificación de una celda solar orgánica en oscuridad y bajo iluminación de A.M. 1.5, determinados con el uso de 3 diferentes modelos de corriente con incremento en el número de parámetros eléctricos incluidos. Partiendo del modelo de la celda solar en la aproximación básica de un diodo, primero se estima la corriente de saturación y el voltaje térmico del dispositivo por un proceso de linealización de la dependencia voltaje-corriente. Seguido por el uso del modelo de la celda solar con inclusión de un factor de idealidad ($n > 1$) y con resistencia en serie (R_s), a partir del cual se analizan los cambios sobre la forma rectificadora de la dependencia voltaje-corriente y sobre los parámetros de desempeño, al variar n y R_s . Finalmente, en el último modelo se incluye la resistencia paralela (R_p) y se analiza su influencia sobre los resultados de caracterización.

M8891 CARACTERIZACIÓN DE LENTES MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA MEDICIÓN DEL DESPLAZAMIENTO LATERAL DE RAYOS. Carlos Roberto Hernández Gómez (carlosroberto.hernandez@upaep.edu.mx), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; Carlos Huitzil Medina* (carlos.huitzil@upaep.edu.mx), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; Rogelio Montes Flores (rogelio.montes@upaep.edu.mx), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; Mario Enrique López Medina (marioenrique.lopez@upaep.mx), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; Izbeth Hernández López (izbeth.hernandez@upaep.mx), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; *Expositor.

La caracterización de lentes mediante pruebas geométricas e interferométricas es una práctica cotidiana para los que trabajan en el área de la óptica y afines. En este trabajo se presenta un sistema automatizado para hacer un barrido a las lentes con un láser (HeNe 633nm) y detectar la trayectoria real de los rayos medidos, comparar con la esperada, y así medir desplazamientos laterales debido a aberraciones ópticas, difracción o deformaciones de superficie. Como primera etapa se pretende medir curvatura de superficie y representar el frente de onda en un plano sagital. El diseño consiste en un motor a pasos controlado por una tarjeta Arduino, encargado de realizar el movimiento en horizontal del láser que es disparado hacia el lente y captado por una CCD (1280×1024); donde un segundo mecanismo es un sistema ajustable de la cámara para que esta se mueva en diferentes planos próximos al plano focal del lente, y así aumente la precisión de la medición y calcule el desplazamiento lateral.

M8909 **Montaje de un sistema Z-scan pulsado** Adriana Martha Ruiz Ramírez* (*adrianamartha.ruiz@gmail.com*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Carlos Gerardo Treviño-Palacios (*carlostopinaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Marcelo David Iturbe Castillo (*diturbe@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Haciendo uso de la técnica Z-scan determinamos la influencia de la temperatura acumulativa en el cambio de las no linealidades del Si amorfo usando una fuente láser pulsada. La señal de barrido en Z se adquiere en el dominio temporal, para esto montamos un sistema Z-scan con un láser mode locked Ti:Sapphire (MIRA 900f-Coherent). Empleamos tanto onda continua (CW) como amarrado de modos (ML) a 76 MHz, usamos dos detectores idénticos y movimos con un actuador ESP 300, la adquisición de la señal Z se realiza mediante un DAC SR245.

M8932 **Propagación de ondas electromagnéticas en medios fotorrefractivos** Juan Eduardo Lazcano Alonso* (*eduardolazcanoalonso@gmail.com*), Escuela Preparatoria no. 2, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Karina Alemán Ayala (*karina_aleman@uaeh.edu.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, óptica y electrónica; Esteban Rueda Soriano (*estebanrs@uaeh.edu.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, óptica y electrónica; Roberto Noriega Papaqui (*rnoriega@uaeh.edu.mx*), Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas"- BUAP 2006.; *Expositor. En este trabajo se reporta el almacenamiento holográfico de una rejilla de difracción en una fase de material orgánico fotorrefractivo basado en la mezcla de tres componentes: matriz polimérica, sensitizador derivado del C₆₀ y los cromóforos no lineales DMNPAA y MNPAA. Se fabricaron las películas con un espesor de 8 μm y un área de 0.25 cm², el material se colocó entre dos porta objetos y posteriormente se incidió un patrón de interferencia en forma de franjas generado por un arreglo interferométrico de división de amplitud 50/50 de luz en cada haz. La longitud de onda empleada fue de $\lambda = 632$ nm y un ángulo de interferencia entre los haces fue de 68°. Una vez grabado el patrón, no se requiere del proceso de revelado, la información se recupera difractando la rejilla grabada en el material.

M8966 **Diseño y caracterización de una esfera integradora construida con PLA en 3D y un material reflejante** Pedro May Yah* (*pedromay4@gmail.com*), Universidad Autónoma de Yucatán; 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; Jorge Carlos Lugo Jimenez (*jorge.lugo@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán; Otilio Santos Aguilar (*saguilar@correo.uady.mx*), Universidad Autónoma de Yucatán; *Expositor.

Este trabajo consiste en la caracterización de nuestra esfera integradora para aplicaciones de análisis del cáncer de mama. Mostramos resultados de la comparación de nuestra esfera con una esfera profesional de StellarNet. También mostramos algunas medidas para la obtención de la absorción del espectro de frecuencias en el visible de algunos materiales.

M8968 **Determinación de los coeficientes de refracción y absorción no lineales del colorante verde brillante disuelto en etanol** Carlos Morante Méndez* (*morantec85@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Marcela Maribel Méndez Otero (*motero@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Emma Vianey García Ramírez (*evgarcia@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La óptica no lineal es una rama de la óptica que estudia los fenómenos que ocurren como consecuencia de la modificación de las propiedades de un material por la presencia de luz de alta intensidad. Dos fenómenos no lineales son el cambio de índice de refracción y el cambio de absorción de un material, debidos a su interacción con luz láser. Para medir estos cambios no lineales se utiliza la técnica de Z-scan; ésta consiste en un haz láser que se transmite en una muestra delgada; una celda que contiene al colorante verde brillante. El haz al transmitirse en la muestra y propagarse a campo lejano sufre una distorsión espacial en su frente de onda debido a un efecto de autodesenfocamiento. En este trabajo se miden experimentalmente curvas de Z-scan, las cuales se ajustan numéricamente con un modelo no lineal que toma en cuenta la no localidad de la interacción, por medio de un programa en MatLab. Los coeficientes de refracción y absorción no lineales se determinan a partir de los ajustes

M8974 **Peines ópticos de frecuencia múltiple aplicados a la espectroscopia de ultra alta resolución** Abdiel Ulises Beltrán Aranda* (*beltranaa2015@licifug.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; José Carlos Flores Servín (*floressj2015@licifug.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Moisés Isaí Casillas Alvarez (*casillasam2014@licifug.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Sergio Augusto Romero Servín (*sromero@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Los peines ópticos tienen un amplio campo de aplicaciones, como la calibración de los espectrómetros usados en astronomía, espectroscopia molecular de ultra alta resolución, telecomunicaciones de fibra óptica, relojes atómicos, entre otras. Dependiendo de la aplicación, se requiere controlar con mayor precisión el ancho de cada diente que conforma al peine, el rango de frecuencias que se cubre y la potencia de salida. Aquí, se presenta una descripción de como un sistema de peines ópticos acoplados en frecuencia permite el análisis espectroscópico de ultra alta

resolución sobre moléculas en fase gas y estado sólido con una resolución del orden de los 20 Khz para determinar las transiciones roto-vibronicas, en el estado excitado o en el estado base, sobre la molécula del agua en la región de Terahertz. Se utiliza un láser de onda continua acoplado mediante fibra óptica a un modulador dual Mach-Zehnder para generar un peine con hasta 50 componentes en frecuencia y extendidos por 200 GHz.

M81004 La geometría de campos electromagnéticos inducidos en medios en movimiento David García Peláez Cruz* (*dagarpel@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Panamericana; César Simón López Monsalvo (*cesar.slm@icloud.com*), Conacyt – Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor. En este trabajo se escriben las relaciones constitutivas del electromagnetismo en forma geométrica y libre de coordenadas para medios continuos en movimiento. El objetivo es usar el formalismo de formas diferenciales en variedades riemannianas para encontrar expresiones explícitas para los campos inducidos en medios materiales en marcos de referencia arbitrarios. En particular, se considerará la formulación métrica de medios en rotación uniforme y se contrastarán las perspectivas Galileana y Lorentziana de la óptica de transformaciones.

M81005 Sistema de interferometría de baja coherencia Uriel Zenteno Ortíz* (*shillyvulper@yandex.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; Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Un sistema interferométrico de baja coherencia es simplemente un interferómetro que utiliza una fuente de luz de baja coherencia. Podría pensarse que el uso de esta fuente es un problema debido a la dificultad de observar la interferencia de los haces, sin embargo gracias a la baja coherencia de la fuente es posible evaluar diferencias de camino óptico del orden de la longitud de coherencia de la fuente. Esto significa que pueden desarrollarse sistemas de medición de distancia no destructivos y de no contacto con resoluciones del orden de la longitud de coherencia de la fuente. En este trabajo se presentan los resultados de un sistema basado en el interferómetro de Michelson en donde se utiliza una fuente de baja coherencia para medir la distancia del objeto muestra de manera remota y por tanto sin contacto alguno. Mostramos resultados experimentales del arreglo propuesto.

M81008 Modelación de un espejo deformable para un sistema de óptica adaptativa Faustino Moises Amador García* (*moises.fcfm@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Juan Castillo Mixcóatl (*jcastill@fcfm.buap.mx*), Benemérita Uni-

versidad Autónoma de Puebla; Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Georgina Beltrán Pérez (*gbeltran@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Los sistemas de óptica adaptativa son muy útiles en sistemas de formación de imágenes. Particularmente en la astronomía ha tenido resultados espectaculares. Para comprender el funcionamiento de este tipo de sistemas es necesario entender conceptos tan variados como la óptica, electrónica, mecánica y teoría de control. Por esta razón para aquellos interesados en esta tecnología que se enfrenten por primera vez a estos conceptos puede llegar a ser intimidante. En nuestro grupo se han desarrollado distintos programas computacionales que permiten la modelación de los distintos componentes de un sistema de óptica adaptativa. En este trabajo se presentan los resultados de un programa que permite la modelación de la superficie de un espejo deformable. Se muestran también resultados experimentales de un espejo real.

M81024 Modulación de intensidad axial de haces Bessel Edgardo Balderrama González* (*balderrama@cicese.edu.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Víctor Ruiz Cortés (*vruizc@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; *Expositor.

Los haces Bessel tienen la propiedad de mantener invariante su perfil transversal de intensidad al propagarse, son importantes en diversas áreas de investigación como la microscopía de hoja de luz, en la cual es necesario un haz adifraccional que ilumine una muestra. El problema con estos haces, es la variación de intensidad axial que presentan y para algunas aplicaciones, como el caso de la microscopía, es necesario un perfil de intensidad constante del haz a lo largo de una muestra. En este trabajo se presentará un modelo matemático que permitirá la modulación axial de haces Bessel. Se presentarán también resultados numéricos y experimentales, en estos últimos, se utiliza un modulador espacial de luz para generarlos con esta técnica de modulación nos permite generar perfiles de intensidad diversos en eje.

M81025 Generación de Distribuciones de Intensidad de Luz Mediante la Superposición de Haces Hermite-Gaussianos Elegantes Gonzalo Conrado Tepoz* (*gc_220@hotmail.com*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Marcela Maribel Méndez Otero (*motero@fcfm.buap.mx*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Emma Vianey García Ramírez (*evgarcia@fcfm.buap.mx*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.

Siegman en 1973 al analizar las funciones Hermite-Gaussianas de argumento real en los polinomios de Her-

mite y argumento complejo en la exponencial, definió una nueva familia de funciones con el mismo argumento complejo tanto en los polinomios de Hermite como en la exponencial a las que denominó funciones Hermite-Gaussianas Elegantes. Constituyen un conjunto completo alternativo de soluciones para la ecuación paraxial de onda en el espacio libre, sin embargo no son ortogonales ya que la ecuación diferencial que satisfacen no es auto-adjunta. Estas funciones de argumento complejo describen la distribución transversal de intensidad de los haces Hermite-Gaussianos Elegantes y al igual que los haces Hermite-Gaussianos de argumento real, pueden ser usados como una base para representar cualquier distribución de luz. El objetivo de este trabajo es representar algunas distribuciones transversales de intensidad en forma numérica usando una superposición de haces Hermite-Gaussianos Elegantes.

M81049 **Caracterización térmica de un vórtice óptico perfecto.** *Esmeralda Barranco Oliveros** (*esmeralda.10c@hotmail.com*), *Colegio de Bachilleres del estado de Veracruz plantel 16; Miguel Angel Olvera Santamaría (molvera@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Un vórtice perfecto es un campo óptico con intensidad confinada en una región anular extremadamente delgada cuyo radio es independiente de la carga topológica asociada al vórtice que lo genera. Este concepto ha sido empleado en una amplia gama de aplicaciones. En particular, en la generación de pinzas ópticas es de gran utilidad debido a que la independencia entre el radio del vórtice y la carga topológica permiten aumentar el poder de atrapamiento. No obstante, dicho confinamiento genera una alta densidad de energía que en la práctica posee la capacidad de generar daños por sobrecalentamiento, especialmente en muestras biológicas como tejidos y compuestos orgánicos. En este trabajo realizamos una caracterización experimental de los cambios de temperatura en una muestra inducidos por el aumento de la carga topológica asociada al vórtice. Consideramos que la caracterización obtenida puede ser de interés en áreas como microscopía y micro manipulación óptica.

M81050 **Generación de una pinza óptica con coherencia estructurada** *Pamela Bravo Cassab** (*pame.bc97@gmail.com*), *Benemérito instituto normal del estado "General Juan Crisóstomo Bonilla"; Miguel Angel Olvera Santamaría (molvera@fcfm.buap.mx), Benemérita universidad autónoma de Puebla; *Expositor.*

Las pinzas ópticas son un instrumento revolucionario que permite la manipulación de la materia con luz estructurada. La gran mayoría de pinzas ópticas generadas hasta ahora son completamente coherentes, esto implica que son más sensibles a la difracción o se generan en un plano específico. En este trabajo desarrollamos un nuevo tipo de pinzas ópticas basadas un vórtice con coherencia estructurada. La coherencia del vórtice se genera mediante la Representación en Modos Coherentes y se controla cam-

biando el número de modos empleados en la síntesis del vórtice. Demostramos que, contrario a lo que sucede con un vórtice convencional, en donde su radio aumenta con el aumento de la carga topológica, en nuestro caso el radio del vórtice es controlado y puede decrecer al disminuir el grado de coherencia. Los resultados obtenidos muestran la factibilidad de la técnica propuesta y pueden ser útiles para incrementar la precisión en micro manipulación óptica.

M81051 **Evolución de la polarización de un vórtice invariante en propagación mediante polarimetría de Stokes.** *Salvador Hernández Morales** (*chavis_niu10@hotmail.com*), *Universidad del Valle México Campus Cuernavaca; Miguel Angel Olvera Santamaría (molvera@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Cuando un campo óptico tipo haz generado por una fuente parcialmente coherente se propaga en el espacio libre, en general su estado de polarización cambia en propagación, aún si el campo parcialmente coherente es invariante en propagación. Este efecto ya ha sido investigado. Sin embargo, los cambios en el estado de polarización de un vórtice óptico adifraccional, hasta donde sabemos no han sido estudiados. En este trabajo realizamos una caracterización experimental del mapa de polarización en la sección transversal de un vórtice óptico parcialmente coherente invariante en propagación. El vórtice es generado en un sistema formador de la transformada de Fourier que incorpora un modulador espacial de luz de cristal líquido. La caracterización de la polarización se realiza mediante polarimetría de Stokes en diferentes planos a lo largo del eje de propagación. Consideramos que la caracterización realizada es aplicable en el diseño de pinzas ópticas con polarización estructurada.

M81053 **Solución numérica de una ecuación no lineal de Schrödinger genérica usando ondas solitarias** *Leonardi Hernández Sánchez** (*leo_nardi_14@hotmail.com*), *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; Sergio Mendoza Vázquez (smendoza@unach.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; *Expositor.*

En este trabajo se presenta la solución numérica de la ecuación no lineal de Schrödinger generalizada, obtenida por Hayata y Koshiba, la cual incluye dos términos no lineales de potencia p y $2p$, respectivamente. En estas soluciones se utilizan ondas solitarias como condición inicial. Para llevar a cabo este análisis, se utiliza el algoritmo de Split Step Fourier, utilizando también el software de Matlab. Los resultados obtenidos muestran bajo que condiciones la solución exhibe una característica solitónica (es decir, conducen a la obtención de ondas solitarias de tipo brillante y de tipo oscuro), o una singularidad conocida como colapso óptico.

M81075 **Análisis de un cristal fotónico no lineal con función dieléctrica tipo Sine-Gordon** Luis Humberto Torres Quiñonez* (lutock352@gmail.com), 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.

Se obtiene la estructura de bandas ópticas de un cristal fotónico formado con capas alternadas de un medio con respuesta lineal y un medio de respuesta no lineal de espesor muy pequeño. Se usa el modelo de Kronig-Penney para modelar el índice de refracción del medio con respuesta no lineal con una función tipo Sine-Gordon con argumento dependiente de la magnitud del campo eléctrico de la onda electromagnética que se propaga a través del cristal. Usando el teorema de Bloch y las condiciones en la frontera derivadas de las ecuaciones de Maxwell, obtenemos la estructura de las bandas permitidas y prohibidas del cristal fotónico, las cuales analizamos variando los parámetros involucrados. Los resultados se compararon con otros modelos estudiados previamente.

M81076 **Caracterización de un Cristal Líquido Nemático Quiral dopado con DCM** Keyla Coronado Gómez* (CoronadoK@outlook.es), Universidad de Sonora; Margarita Franco Ortiz (mfranco171080@gmail.com), Universidad de Sonora; María Del Rocío Gómez Colín (rocio.gomez@ciencias.uson.mx), Universidad de Sonora; Paola María Mercedes Castro Garay (paola@cifus.uson.mx), Universidad de Sonora; Olga Oralia Arias Lara (olga.arias@correo.fisica.uson.mx), Universidad de Sonora; Adalberto Corella Madueño (adalberto.corella@fisica.uson.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.

En la actualidad los cristales líquidos reciben considerable interés, principalmente por sus aplicaciones en dispositivos optoelectrónicos. Dada la importancia que tienen estos materiales, en este trabajo hemos caracterizado la respuesta electro-óptica de mezclas de cristal líquido nemático 4'-(PENTILOXI)-4-BIFENIL-CARBONITRILO al 99%, conocido como 5OCB, 4'-PENTIL-4-4-BIFENIL-CARBONITRILO al 98%, conocido como 5CB y como agente quiral (S) (+) 1-BROMO-2-METILBUTANO; se usó clorobenceno y alcohol polivinílico como solventes y como agente dopante se utilizó el 4-Dicianometileno-2-metil-6-4-dimetilaminoestiril-4H-pirano (DCM). Se encontró un comportamiento biaxial a temperatura ambiente; además, se caracterizaron los espectros de transmitancia de la muestra en función de la longitud de onda y en presencia de un campo eléctrico.

M81077 **Generación de haces vectoriales adifraccionales bidimensionales cuasi-periódicos** María Concepción Alonso Casimiro* (acmctkm@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Ulises Ruiz Corona (urui@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

En este trabajo se generó un campo óptico vectorial adifraccional bidimensional cuasi-periódicos de forma numérica y experimental, mediante la superposición de cinco ondas planas con distinta polarización. Los campos periódicos y cuasi-periódicos generados por la superposición de múltiples ondas se utilizan para generar cristales y cuasi-cristales fotónicos en diferentes medios ópticos. Para la obtención experimental de los campos se usaron hologramas sintéticos de fase desplegados en un modulador espacial de luz, así como placas retardadoras de media onda y un cuarto de onda para modular la polarización de la luz. El campo óptico vectorial obtenido mostró buena calidad en comparación con los resultados numéricos, lo cual implica que el método experimental empleado es un método eficiente para generar este tipo de campos.

M81109 **Láser de fibra óptica basado en Q-Switch pasivo** Luis De Jesus Inda Esparza* (luisindae@hotmail.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; Fabián Ulises Pérez Monjaraz (momonjaraz@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; Sergio Mendoza Vázquez (smendoza@unach.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; Víctor Iván Ruíz Pérez (victoryvan1@hotmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; Elizeth Ramírez Álvarez (eramirez@unach.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; *Expositor.

El Q-switch es una de las principales técnicas que da lugar a los láseres pulsados, y consiste en la modulación del factor de calidad Q de una cavidad láser. Esta técnica permite pulsos de alta energía y duración, es eficiente y de fácil implementación. Los láseres basados en esta técnica son de gran interés debido a la diversidad de aplicaciones que tienen, como en sensado remoto, localizador láser, medicina, telecomunicaciones, por mencionar algunas; así como por el hecho de ser compactos, de bajo costo, flexibles y fáciles de diseñar. En este trabajo se presentará el diseño y construcción de un láser de fibra óptica, con cavidad en anillo, basado en Q-switch pasivo.

M81111 **Técnica de franjas proyectadas y prueba de líquidos penetrantes para la identificación de fracturas mecánicas** Mishraim Sánchez Torres (a356854@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; José Luis Javier Sánchez González (javsanchez@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Amalia Martínez García* (amalia@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica, A. C.; Juan Antonio Rayas Alvarez (jrayas@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica, A. C.; Víctor Ruiz Cortés (vruizc@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B. C.; Víctor Manuel Juárez Luna

(juarezv@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; *Expositor.

La identificación de fracturas mecánicas representa una parte esencial para un análisis completo de la calidad de una estructura mecánica. Se han aplicado algunos métodos tradicionales tales como fluidos fosforescentes, inspección magnética, ultrasonido y rayos X con la finalidad de su identificación. El presente trabajo muestra resultados de la detección de una fractura mecánica por el método de proyección de franjas. Una muestra de aluminio de forma cuadrada fue fijada en tres de sus esquinas mientras que se aplicó una carga mecánica en la cuarta. El esfuerzo mecánico conduce a desplazamientos fuera de plano. La fractura mecánica puede ser observada de la medición del campo de desplazamiento. La prueba de líquidos fosforescentes penetrantes es aplicada en la misma muestra. El método de elemento finito es utilizado para simular el comportamiento de la placa bajo las mismas condiciones experimentales.

M81114 **Modulación de un campo óptico mediante la superposición de dos haces de referencia** Cruz Meneses Fabián (cmeneses@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Carlos Augusto Flores Meneses* (augustoflores94@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se presenta un estudio sobre el caso vectorial de la técnica de modulación de amplitud fuera de fase. En esta técnica se utiliza la superposición de dos campos ópticos cada uno con amplitud, fase y polarización arbitraria diferente. La superposición de estos dos campos tiene una amplitud, fase y polarización diferentes de los campos que lo conforman. Entonces se muestra que las propiedades de este tercer campo pueden ser controladas modificando únicamente las amplitudes de los dos campos que fueron superpuestos. Se muestra que este tercer campo puede ser modulado en solo amplitud, además puede ser modulado en fase y polarización y en amplitud, fase y polarización. Se tiene entonces que existe una dependencia intrínseca respecto a la fase del campo como a su estado de polarización lo cual en términos del diseño del campo óptico significa que puede generarse un frente de onda cualquiera pero que sin embargo un campo híbrido de polarización es generado automáticamente.

M81189 **Desempeño óptico de un concentrador Toroidal** Argelia Balbuena Ortega (abalbuena@ier.unam.mx), Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México; Jesus Antonio Del Río Portilla (antonio@unam.mx), Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro E. Terán Franco* (tefra@ier.unam.mx), Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Hoy en día es urgente encontrar fuentes renovables de energía para satisfacer las necesidades cotidianas y la tecnología de concentración solar es una alternativa viable

para satisfacer estas necesidades. Los concentradores solares requieren de un sistema de seguimiento del movimiento aparente del Sol. En este trabajo, presentamos el estudio del desempeño óptico de nuevo tipo de concentrador con una forma toroidal que no requiere de seguimiento mediante un análisis de trazado de rayos utilizando el software Tonatiuh. La simulación de trazado de rayos nos permite predecir que la cantidad de radiación concentrada es independiente de la trayectoria del Sol, lo que indica que el diseño toroidal ha minimizado requerimiento del seguidor. También presentamos los resultados experimentales de concentración que concuerdan con las estimaciones teóricas. Este dispositivo abre perspectivas para aplicaciones termosolares y de iluminación natural.

M81191 **Láser conmutable de fibra dopada con erbio basado en un interferómetro de tres películas con propiedades térmicas** Alan Campos Arreola* (a.camposarreola@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Flavio César Guzmán Niño (fc.guzmannino@ugto.mx), 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; Severino Muñoz Aguirre (smunoz@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo se presenta un láser de fibra dopada con erbio de longitud de onda conmutable basado en un filtro espectral. Aquí, el filtro está formado por capas de silicio y polímero en la punta de una fibra óptica. La longitud de onda de emisión del láser está gobernada por la posición donde se encuentran las franjas más intensas del espectro de reflectividad del filtro. Además, la emisión láser puede ser conmutada usando un atenuador óptico variable insertado dentro de la cavidad láser. Adicionalmente, el espectro de interferencia pudo ser desplazado tomando ventaja de las propiedades ópticas del silicio y de los polímeros, pudiéndose conmutar la emisión laser dentro del rango de longitudes de onda de 1530 nm a los 1564 nm. Las emisiones láser tuvieron una relación de supresión de modo lateral de hasta 51.7 dBm. Finalmente, la fluctuación en el desplazamiento de la longitud de onda y de la potencia máxima fueron 0.1 nm y 2.52 dB, respectivamente, durante 24 minutos.

M81237 **Propiedades ópticas no lineales en películas delgadas de un líquido iónico** Carlos Durán Carmona* (c.durancarmona@ugto.mx), Departamento de Estudios Multidisciplinarios, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato; Orlando Ortiz Jimenez (o.ortiz@ugto.mx), Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato; Mónica Trejo Durán (mtrejo@ugto.mx), Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de ingenierías Campus

Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato; Israel Severiano Carrillo (isevecar@hotmail.com), Departamento de Estudios Multidisciplinarios, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato; Alejandro Vázquez Dimas (alejandro.vazquezdm@uanl.edu.mx), Facultad de Ciencias Químicas Universidad Autónoma de Nuevo Leon; *Expositor.

Se preparan películas delgadas con un líquido iónico, Nitrato de piridinio $PyNO_3$, en multicapas usando técnica de sol-gel y dip-coater. Se analiza la presencia del líquido iónico mediante el espectro UV-vis en las películas. Mediante técnica de z-scan se determinan las propiedades ópticas no lineales como el índice de refracción no lineal y coeficiente de absorción no lineal ajustando las curvas experimentales con el modelo teórico de lente gruesa de Severiano-Carrillo.

M81242 Generación de Segundo Armónico en Cristales Centro Simétricos Debido al Gradiente de Intensidad en el Haz de Excitación Damián Zúñiga Avelar* (jimy_dami@hotmail.com), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, UAEM; Adalberto Alejo Molina (adalberto.alejo@uaem.mx), CIICAp, UAEM; *Expositor.

Se discute la generación de segundo armónico (SHG por sus siglas en inglés) al existir un gradiente de la intensidad en el haz de excitación cuando el cristal es centro simétrico. En el caso en que este gradiente no existe, la simetría del cristal prohíbe la SHG por el bulto. Sin embargo, este gradiente en el haz de excitación rompe dicha simetría y se obtiene una señal de segundo armónico distinta de cero. En este trabajo, describimos la SHG utilizando el modelo de enlace de hiperpolarizabilidad simplificado (SBHM por sus siglas en inglés) y calculamos la polarización no-lineal de segundo armónico para este fenómeno de tercer orden (gradiente del campo eléctrico del fundamental), que es una contribución cuadrupolar, encontrando que es análogo en sus componentes tensoriales de la susceptibilidad al rompimiento en la simetría por EFISH (por sus siglas en inglés) o al tensor de susceptibilidad que describe la superficie. Como un caso particular aplicamos estos resultados al silicio.

M81245 CORRIMIENTOS DE FASE DE ALTA PRECISIÓN POR GIRO DE REJILLAS EN UN INTERFEROMETRO DE TRAYECTORIA COMÚN DE DOBLE ABERTURA Marymar Castillo Luna* (nas_mary2006@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Rosaura Kantun Montiel (rkantun@um.edu.mx), Universidad de Morelos/Facultad de Ingeniería y Tecnología; Gildardo Pablo Lemus Alonso (glemus18@um.edu.mx), Universidad de Morelos/Facultad de Ingeniería y Tecnología; Cruz Meneses Fabián (cmeneses@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo se presenta un método para generar corrimientos de fase con resolución ajustable en un amplio

rango de manera sencilla y práctica. Esta propuesta se lleva a cabo en un interferómetro de trayectoria común de doble abertura (DACPI) con la particularidad de que en el plano de entrada se coloca una rejilla en cada abertura, ambas rejillas se giran al mismo ángulo y luego se desplaza una de ellas en dirección x. Esta idea permite disminuir considerablemente el paso de fase en un interferograma, la variación en ángulo de rotación permite tener desplazamientos infinitesimales teóricamente que es muy trascendente e importante en Metrología de alta precisión, en la práctica la resolución de los corrimientos de fase mejora considerablemente sin la necesidad de utilizar un sistema sofisticado de alta calidad para girar y desplazar las rejillas. Este método se verifica con simulación numérica y con la evaluación de varios interferogramas experimentales.

M81247 Estudio teórico-experimental de las propiedades ópticas no lineales de los líquidos iónicos conformados por el catión $(Py)^+$ y los aniones $(HSO_4)^-$ y $(NO_3)^-$ Héctor Jabil Valenzuela Loubet* (hj.valenzuelaloubet@ugto.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Orlando Ortiz Jiménez (o.ortiz@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Edgar Alvarado Méndez (ealvarad@ugto.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Jesús Eduardo Castellanos Águila (jesusca@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mónica Trejo Durán (mtrejo@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

En este estudio se determinaron las propiedades ópticas no lineales de tercer orden de los líquidos iónicos Nitrato de Piridinio $[(Py)^+(NO_3)^-]$ y Sulfato de hidrógeno Piridinio $[(Py)^+(HSO_4)^-]$. Por la técnica de z-scan a bajas potencias (menores a 20 mW), se determinó la no linealidad experimental de tercer orden a dos concentraciones, obteniéndose a su vez los espectros de UV e IR. A partir de cálculos con la teoría del funcional de la densidad, se estudiaron diferentes configuraciones para explicar como es la interacción anión-catión y sus efectos en la no linealidad. Se halló que la no linealidad del $[(Py)^+(HSO_4)^-]$ es sustancialmente mayor que la del $[(Py)^+(NO_3)^-]$: aparentemente asociada a un pico de absorción causado por la interacción entre sus partes. Las configuraciones parecen indicar que existen estados en los que el comportamiento anión-catión desaparece, pero el análisis de los espectros IR indica que no son de gran consideración por el momento.

M81253 Caracterización de parámetros estadísticos en sistemas de capas delgadas TiO₂-CaF₂-BK7 con rugosidad aleatoria para el estudio de la correlación entre diferentes superficies Francisco Villa Villa* (fvilla@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica; Alberto Mendoza Suárez (amendezas777@yahoo.com.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Jorge A. Gaspar Armenta (jorge.gaspar@unison.mx), Depar-

tamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora; Irvin Caballero Quintana (icaballero@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica; Hector Perez Aguilar (hiperezag@yahoo.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

La rugosidad de las superficies de fluoruro de calcio y dióxido de titanio es medida para diferentes grosores de la capa TiO₂ mediante un microscopio de fuerza atómica, con la finalidad de analizar la correlación que existe entre ambas en la dirección perpendicular a las superficies. A partir de las medidas experimentales de la morfología, se determinan los parámetros estadísticos de estas superficies con rugosidad aleatoria, las cuales obedecen aproximadamente una estadística Gaussiana. Como resultado de nuestras mediciones se verifica la correlación entre superficies con una tendencia a suavizar la rugosidad de la superficie previa conforme se incrementa el grosor de la capa de TiO₂ y se propone una relación matemática para tomar en cuenta este fenómeno.

M81268 Interferómetro Fabry-Perot sintonizable basado en una placa de metal Sergio Iván Ramírez Zavala* (sergioivanrz@gmail.com), Universidad de Guanajuato; Ana Dinora Guzmán Chávez (ad.guzman@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Severino Muñoz Aguirre (smunoz@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo se presenta un filtro Fabry-Perot el cual está basado en una placa de metal altamente pulida. El patrón de interferencia está formado por las múltiples reflexiones que existen entre una de las caras de la placa metálica y la punta de una fibra monomodo separadas por una cavidad de aire. La reflectancia máxima y el rango libre espectral del patrón de interferencia generado por el filtro fueron de 0.18 y 23 nm, respectivamente. Además, el espectro de interferencia se puede desplazar cuando se cambia la temperatura del interferómetro, debido a las propiedades térmicas de los adhesivos (resina epoxi y cianoacrilato) que fueron usados para unir los elementos del interferómetro. Finalmente, el interferómetro puede ser usado como filtro espectral en una cavidad láser de fibra óptica para obtener un láser de fibra de longitud de onda sintonizable y conmutable.

M81273 Fabricación de guías de onda en LiNbO₃ Luis Ríos Osuna* (luis.ant.rios@gmail.com), CICESE, Departamento de Óptica. Carretera Ensenada - Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP. 22860, Ensenada, B.C. México.; Norma Barboza-Tello (norma.barboza@uabc.edu.mx), Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología. Universidad Autónoma de Baja California; Jorge Mata Ramírez (jorge.mata@uabc.edu.mx), Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California. Km. 103 carretera Tijuana - Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, Baja California; Roger Cudney (rcudney@cicese.mx), CICESE, Departamento

de Óptica. Carretera Ensenada - Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP. 22860, Ensenada, B.C. México.; *Expositor.

Una guía de onda es una estructura que confina la luz y la propaga sin pérdidas significativas y generalmente son utilizadas en dispositivos de óptica integrada y de óptica no lineal debido a que ofrecen ventajas como la propagación de luz de longitudes de onda mayores a las limitadas por difracción. En este trabajo presentamos resultados experimentales de la eficiencia de acoplamiento de luz en guías de onda elaboradas mediante dos métodos: difusión y por intercambio protónico. El sustrato utilizado para fabricar las guías de onda es niobato de litio, ya que es muy conveniente para aplicaciones no lineales, como generación del segundo armónico, generación óptica paramétrica, modulador de luz, entre otras aplicaciones.

M81275 DISEÑO Y FABRICACIÓN DE LÁSER COMPACTO BASADO EN CRISTAL DE Er:YAG Luis Ríos Osuna* (luis.ant.rios@gmail.com), CICESE, Departamento de Óptica. Carretera Ensenada - Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP. 22860, Ensenada, B.C. México.; Jorge Mata Ramírez (jorge.mata@uabc.edu.mx), Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California. Km. 103 carretera Tijuana - Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, Baja California; Noemi Lizarraga (noemi.lizarraga@uabc.edu.mx), Facultad de Ingeniería Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez S/N, Parcela 44, 21280 Mexicali, B.C.; Norma Barboza-Tello (norma.barboza@uabc.edu.mx), Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología. Universidad Autónoma de Baja California; *Expositor.

Los láseres de alta potencia y alta eficiencia que emiten alrededor de 1.5 y 1.6 μm tienen un gran número de aplicaciones, por ejemplo, en el sensado remoto, en el área de las comunicaciones o en la investigación, donde en ocasiones se requiere de fuentes de luz coherente con propiedades de emisión específicas. Aunque existe una gran variedad de láseres comerciales, éstos no pueden ser fácilmente adaptados a las diferentes aplicaciones debido a su fabricación. En este trabajo se presenta el diseño y fabricación de un láser compacto de estado sólido basado en un cristal Er:YAG (Er:Yttrium Aluminum Garnet) 50%Er, que emite a una longitud de onda 1617 nm de manera eficiente. La cavidad confocal puede ser fácilmente modificada para agregar elementos ya sea pasivos o activos que permitan pasarlo de modo pulsado a modo continuo, o bien elementos que permitan la obtención de fenómenos no lineales.

M81337 Vórtices ópticos de un haz Durnin-Whitney Israel Julián Macías* (cavalierjulian86@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Gilberto Silva Ortigoza (gsilva@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ernesto Espindola Ramos

(*ernestoer@live.com.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo se obtiene una expresión del vector de Poynting y de la fase para un haz Durnin en términos de la integral reducida de Whittaker. Estas expresiones se utilizan para presentar las gráficas del vector de Poynting y la fase de un haz Durnin-Whitney; de estas gráficas se observan el comportamiento del flujo de energía y la existencia de vórtices ópticos en un haz Durnin-Whitney. Finalmente, se menciona las diferencias entre las singularidades de óptica geométrica y óptica ondulatoria de un haz Durnin-Whitney .

M81354 Estudio comparativo del fenómeno de difracción de Fresnel y Fraunhofer Mariana Ruiz Quintín* (*marianaruizquintin_mrj@outlook.es*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; María Del Rocío Gómez Colín (*rocio.gomez@ciencias.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Alejandro Apolinar Iribe (*apolinar@ciencias.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Roberto Pedro Duarte Zamorano (*roberto.duarte@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; *Expositor.

El estudio del fenómeno de difracción es un tema rara vez cubierto completamente en los cursos básicos de óptica y, más específicamente, los fenómenos de campo cercano y campo lejano. En este trabajo se revisan los fenómenos ópticos de campo cercano y campo lejano para que el estudiante tenga una idea clara de los límites de aplicación de dichos fenómenos. En particular se utiliza la rejilla rectangular y circular para mostrar los fenómenos difractivos y a partir de los mismos estudiar experimentalmente los conceptos campo cercano y campo lejano.

M81371 Interpretación de las Fluctuaciones de Amplitud en un Interferómetro de Intensidad Guadalupe Fernández Fermín* (*luff014@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La teoría de coherencia óptica estudia la estabilidad de fase y de amplitud de una onda electromagnética. Las fluctuaciones de fase se determinan por medio de correlaciones de primer orden al hacer interferir dos porciones de una onda de luz desplazadas en tiempo o espacio y constituyen una característica propia de la fuente de luz. Por lo general, las fluctuaciones de fase están acompañadas por fluctuaciones de amplitud, las cuales se determinan por medio de correlaciones de segundo orden mediante un interferómetro de intensidad. Los primeros experimentos sobre dichas fluctuaciones de amplitud realizados por Hanbury-Brown y Twiss, e independientemente por Brannen y Ferguson parecían arrojar resultados contradictorios hasta que E. M. Purcell aclaró el dilema al tomar en cuenta la dualidad onda-partícula de la luz y su forma de de-

tección [1]. En este trabajo se hace una revisión del trabajo desarrollado por Purcell. [1] E. M. Purcell, Nature, 1449 (178) 1956.

M81374 Método de Monte Carlo para el Cálculo de la Integral de Kirchhoff- Fresnel W. Fermín Guerrero Sanchez* (*wferming@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Carlos Ignacio Robledo Sánchez (*crobledo@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Graciela Gaona Bernabe (*graziellats501@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La Integral Kirchhoff-Fresnel es un modelo matemático que permite modelar el patrón de difracción cuando la luz pasa a través de una apertura, el Método de Monte Carlo es muy útil para resolver este tipo de integrales, tiene ventajas con respecto a los métodos numéricos tradicionales, en este trabajo se presenta el algoritmo y el patrón de difracción obtenido, el programa fue desarrollado en MatLab.

M81380 Análisis de la actividad óptica presente en medicamentos genéricos y de patente Andrés Yáñez Cabrera* (*andres_2140@hotmail.com*), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Rosibel Carrada Legaria (*rosibel.carrada@correo.buap.mx*), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Adalberto Alejo Molina (*adalberto.alejo@uaem.mx*), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

La actividad óptica es la rotación del plano de polarización de un haz de luz que viaja a través de ciertas sustancias, debida a la geometría de su composición molecular. Es sabido que algunos compuestos químicos exhiben actividad óptica cuando se presentan en forma de enantiómeros, en los que, de los dos disponibles, solamente uno resulta benéfico para ser usado como medicamento. En la fabricación de estos medicamentos se realizan diversos procesos para determinar el enantiómero adecuado, los cuales deben ser consistentes sin importar si se trata de genéricos o de patente. En este trabajo, se realiza la medición de la actividad óptica de distintos medicamentos en disolución comparando los resultados de muestras de fórmulas de patente con sus respectivos genéricos, como una manera de corroborar que se mantienen los procesos de fabricación y se conservan las mismas propiedades de dichos medicamentos.

M81385 Procesos resonantes y de percolación en plasmones anillo Juan Carlos Atenco Cuautle* (*jc_atenco@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Gabriel Constantino Martínez Niconoff (*gmartin@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

Un plasmón de superficie es una onda dipolar que se genera por la oscilación de los electrones en nanopartículas metálicas al ser iluminadas con determinada longitud de onda. Los plasmones de superficie confieren de propiedades ópticas a las nanopartículas que no se presentan en materiales ópticos tradicionales, originándose interesantes aplicaciones en distintos campos de la investigación, por ejemplo en la medicina, energía, materiales y en la óptica, de ahí el interés de su investigación.

En este trabajo se realiza un estudio de la onda dipolar generada que se propaga en una matriz 2D con distribución aleatoria de tipo anillo. El soporte teórico se describe en términos de procesos percolantes en la matriz, modelando el plasmón mediante un sistema de n resortes sin masa.

M81429 Obtención de datos plenópticos por medio de Hadoop Miguel Alcaraz Rivera* (*malcaraz@up.edu.mx*), Universidad Panamericana; *Expositor.

Las cámaras plenópticas logran capturar una gran cantidad de datos sobre el campo de luz, que posteriormente pueden ser utilizados para reconstrucción de dicho campo en forma de imágenes digitales. Sin embargo, el gran volumen de información que se obtiene de ellas, hacen de su procesamiento un cuello de botella al querer utilizarlos para reconstrucciones en tiempo real. Las herramientas de trabajo existentes para grandes volúmenes de información (Big-Data) proporcionan soluciones probadas para el trabajo eficiente de grandes cantidades de datos. Estas técnicas se pueden tratar de aprovechar en el manejo de los datos plenópticos no sólo para obtención de imágenes digitales desde diferentes puntos de vista, sino otro tipo de reconstrucciones, como nubes de puntos o modelos tridimensionales de objetos capturados en la grabación del campo de luz. En este trabajo se presenta la manera en la que se puede llevar a cabo este procedimiento, así como ejemplos de reconstrucciones logradas.

M81448 Comparación de distintos enfoques para la reconstrucción de imágenes a partir de la función plenóptica Miguel Alcaraz Rivera* (*malcaraz@up.edu.mx*), Universidad Panamericana; *Expositor.

JPEG Pleno es una solución planteada por el grupo de expertos JPEG (2015) para estandarizar la manera de guardar la representación de un campo de luz e imágenes holográficas de una manera eficiente, utilizando las ventajas presentes en estándares previos del mismo grupo (JPEG, JPEG2000). Sin embargo, su enfoque de compresión requiere métodos para interactuar con la información que añade pasos adicionales a la reconstrucción de imágenes para visualización a partir de los volúmenes de información guardados. Un enfoque por medio de Hadoop y Big Data representaría una aproximación diferente a este problema de reconstrucción. En este trabajo se presenta un resumen de ventajas y desventajas de ambos enfoques, así como una comparativa de reconstrucciones obtenidas en los dos casos. Finalmente se presenta una solución que integra los dos enfoques.

M81457 Espectros Raman de diferentes concentraciones acuosas de glucosa, sacarosa y dextrosa Noé López Hernández* (*dnoelo@inaoep.mx*), Instituto Nacional De Astrofísica, Óptica y Electrónica; Naara González Viveros (*naara@inaoep.mx*), Instituto Nacional De Astrofísica, óptica y Electrónica; *Expositor.

En este trabajo reportamos espectros Raman de glucosa, sacarosa, y dextrosa en muestras líquidas, las cuales fueron preparadas a diferentes concentraciones, iniciando con una concentración del 40% hasta una concentración del 2% en incrementos de 2%, teniendo un total de 20 concentraciones. En las muestras se aplicó un filtro de transformada wavelet a la señal, realizado en el grupo de instrumentación y óptica bio-médica (GIOB) del instituto, con el propósito de disminuir el ruido de frecuencias altas, posteriormente aplicamos un ajuste polinomial para disminuir la fluorescencia de la señal Raman

M81461 Determinación del cambio de índice de refracción en un medio no lineal térmico con grandes cambios de fase. José Pablo Montaña De La Ree* (*jpmontano97@gmail.com*), Universidad de Sonora; Carlos Morante Méndez (*morantec84@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Alejandro Apolinar Iribe (*apolinar@ciencias.uson.mx*), Universidad de Sonora; Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Cuando un haz láser se transmite a través de un material transparente que presenta una pequeña absorción lineal, se genera un calentamiento local del material. Esto, produce un cambio en su densidad y el consiguiente efecto no lineal de un cambio en su índice de refracción. Si el perfil de intensidad del haz de luz es Gaussiano el efecto se puede modelar como la formación de una lente térmica desenfocante que modifica el perfil de fase del propio haz, lo que se manifiesta en la modificación de la distribución de intensidad al propagarse a campo lejano. Para cambios de fase menores a 2π la técnica de Z-scan permite medir los cambios de índice de refracción monitoreando la intensidad en eje a campo lejano. Para cambios grandes de fase se analiza el patrón de irradiancia producido por la automodulación de fase. En este trabajo mostramos que para cambios grandes de fase las técnicas no son excluyentes si se utiliza un modelo que toma en cuenta la no localidad de la respuesta no lineal.

M81466 Micromanipulación óptica de cadenas biológicas María Magdalena Flores Vivas* (*mmfv02@gmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Ibis Ricardez Vargas (*ibis.ricardez@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

Las pinzas ópticas son una actualmente una herramienta muy importante en muchas disciplinas, con innumerables aplicaciones principalmente en ciencias médico-biológicas. En el presente trabajo, de carácter teórico-experimental, se analiza la captura y micromanipulación óptica de un

flagelo humano en una muestra sanguínea, en un sistema estándar de pinzas ópticas. Se observa que al ser enfocado el espécimen, este sufre los efectos mecánicos de la radiación, cambiando su forma en un proceso reversible, además de no aparentar daño alguno durante la exposición. Las observaciones experimentales son apoyadas con su contraparte teórica que lo explica

M81489 **Caracterización óptica de cristales de níquel** Edgar Castro Aldana* (*edgaraldanac@gmail.com*), Estudiante de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Román Ramírez Patricio (*rromanpatricio@yahoo.com.mx*), Colegio Albert Einstein; Sylvain Jean Bernès Flourirot (*sbernes@ifuap.buap.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@fcfm.buap.mx*), Instituto Nacional de Óptica y Electrónica; Ma Guadalupe Quintero Téllez (*guadalupe.quintero@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La síntesis de compuestos de coordinación es importante por sus diversas aplicaciones industriales, tecnológicas y de ciencia básica. En este trabajo se presenta la síntesis y caracterización óptica de cristales de níquel, sintetizados con los ligantes orgánicos dietilentriamina y 4-(dimetilamino)benzaldehído y la sal de níquel $N_2NiO_6 \cdot 6H_2O$ usando dimetilformamida como disolvente mediante síntesis tradicional. Se presentan los resultados de la caracterización de los cristales mediante las espectroscopias de ultravioleta visible e infrarrojo. En el espectro de UV-Vis se observa una banda alrededor de 600 nm que confirma la formación del producto. En IR se observan las bandas de vibración en $\nu(\text{cm}^{-1})$: 648, 613, 514, 452 y 412.

M81526 **VIBRATION SENSING SETUP BASED ON A MACH-ZEHNDER INTERFEROMETER WITH A PHOTONIC CRYSTAL FIBER** Juan Guadalupe Ortega Morales* (*jg.ortegamoraes@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Juan Manuel Sierra Hernández (*jm.sierrahernandez@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Roberto Rojas Laguna (*rrolaguna@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Daniel Jauregui Vazquez (*jaureguid@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Julián Moisés Estudillo Ayala (*julian@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Juan Carlos Hernández García (*jchernandez@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; José Roberto Reyes Ayona (*jr.reyes@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Vibrations have high importance for detection and monitoring various engineering applications (e.g. electrical machines, generators and transformers). We propose a Mach-Zehnder interferometer (MZI) based on a segment of Photonic-Crystal-Fiber (PCF) between two single mode fibers (SMFs) and its application as a vibration sensor. Moreover, we analyze the behavior of the MZI when it is subjected change of vibration. The experimental setup

for vibration sensing setup had a laser diode with central peak at 977 nm was used as pumping source. Moreover, an erbium doped fiber (EDF) was used as gain medium. The PCF was spliced between two SMF, also a function generator was connected to a horn to generate and verify the frequencies. Finally, the vibration effects were monitored with an optical spectrum (OSA Yokogawa AQ6370B). To determine the number of interferences that produces the main MZI spectrum, the magnitude of the fast Fourier transform (FFT) of our wavelength MZI spectrum was evaluated.

M81532 **Implementación y desarrollo de un sensor de vibraciones basado en un interferómetro intermodal Mach-Zehnder** Juan Guadalupe Ortega Morales* (*jg.ortegamoraes@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Juan Manuel Sierra Hernández (*jm.sierrahernandez@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Roberto Rojas Laguna (*rrolaguna@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Julián Moisés Estudillo Ayala (*julian@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Daniel Jauregui Vazquez (*jaureguid@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Juan Carlos Hernández García (*jchernandez@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; José Roberto Reyes Ayona (*jr.reyes@ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Se ha realizado el desarrollo e implementación de un sensor de vibraciones, al combinar dos técnicas interferométricas; desplazamiento del núcleo (Core-Offset) y recoplamiento núcleo-revestimiento (Cladding-Core recoupling), para llevar a cabo un interferómetro tipo Mach-Zehnder (MZI). Se utilizaron distintas longitudes de fibra mono-modo (SMF-28) para realizar el interferómetro SMF-SMF -SMF, la longitud utilizada fue de 8 cm, el Core-Offset con los mejores resultados fue de 45 μm , por último el Cladding-Core recoupling con los mejores resultados en 100 μm . Se conectó un generador de funciones a una bocina para generar y verificar las frecuencias. Finalmente, los efectos de vibración se observaron con un analizador de espectro óptico (OSA, Yokogawa AQ6370B). Para determinar el número de interferencias que producen el espectro MZI principal, se evaluó la magnitud de la transformada rápida de Fourier (FFT) de nuestro espectro MZI de longitud de onda.

M81541 **Maniqués ópticos de óxido de zinc en una matriz de gel de cera para veladoras** Isidoro López Miranda* (*isi.lm@hotmail.com*), Universidad de Sonora; Eduardo Ortiz Rascón (*eduardo.ortiz@fisica.uson.mx*), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - Universidad de Sonora; Neil Charles Bruce Davidson (*neil.bruce@icat.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Jesús Garduño Mejía (*jesus.garduño@icat.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Leonardo Baez Castillo (*le.boinas@gmail.com*), Universidad de Sonora; Mario Enrique Al-

varez Ramos (enrique.alvarez@fisica.uson.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.

En este trabajo se presenta la síntesis de maniqués ópticos sintetizados usando óxido de zinc y gel de cera para veladora, que aparentemente tiene una consistencia similar al tejido biológico; esto lo hace ideal para simular tejidos biológicos, además, éste se puede moldear de diferentes formas y con esto simular diferentes anatomías del tejido humano. Para fabricar los maniqués se utilizan diferentes concentraciones de óxido de zinc diluido en un disolvente, para incorporarlas en una matriz de gel de cera previamente derretida; las partículas de óxido de zinc actúan como esparcidores de luz dentro de la matriz, éstas presentan una aparente distribución homogénea dentro del maniquí. Para obtener los coeficientes de esparcimiento y absorción se ajusta la aproximación de difusión a la ecuación de transporte a un pulso de luz transmitido a través del maniquí.

M81547 FEMTOSECOND LASER-INDUCED PERIODIC SURFACE STRUCTURE FORMATION ON THIN BISMUTH LAYER UPON ATMOSPHERIC IRRADIATION

*Jose Ricardo Santillan Diaz** (jsantillan@cicese.edu.mx), Centro de Investigacion Cientifica y de Educacion Superior de Ensenada; *Paulina Segovia Olvera* (psegovia@cicese.mx), Centro de Investigacion Cientifica y de Educacion Superior de Ensenada; *Santiago Camacho Lopez* (camachol@cicese.mx), Centro de Investigacion Cientifica y de Educacion Superior de Ensenada; *Expositor.

In the past few years, the interest in the practical and theoretical studies in the formation of Laser Induced Periodic Surface Structures (LIPSS) has been growing. However, due to the complexity in the generation process, a single comprehensive theory is not yet widely accepted. In this regard, one of the most accepted theories suggest that Low Spatial Frequency LIPSS (LSFL) on metals could be induced by the interaction between the incident light and the Surface Plasmon Polaritons (SPPs). In this work, we report for first time the formation of free-oxide bismuth LIPSS under femtosecond pulsed laser irradiation in air below the ablation threshold. An experimental study of LIPSS formation on a bismuth thin film varying irradiation parameters like the number of delivered pulses, fluence, and angle of incidence is presented. Additionally, an analysis based on the surface plasmons theory is presented.

M81552 FABRICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE UNA PELÍCULA METÁLICA POR RESONANCIA DE PLASMONES SUPERFICIALES Y ESPECTROSCOPIA UV-VIS

*Sarahí Estrada Hernández** (sara.eshernandez@hotmail.com), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO; *Josue Crisostomo* (cofeas@gmail.com), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO; *Dagoberto Cardo-*

na Ramírez (dagobe@gmail.com), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO; *Hugo Sobral* (martin.sobral@ccadet.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología de la UNAM; *Gonzalo Viramontes Gamboa* (gugamboa@umich.mx), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO; *Luis Mariano Hernández-Ramírez* (luismh01@yahoo.com.mx), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO; *Expositor.

En este trabajo se presenta la fabricación y caracterización de películas delgadas de oro y plata, para ser implementadas en sensores de resonancia de plasmones superficiales. El método de fabricación de las películas metálicas fue por la técnica de sputtering donde el espesor fue controlado por medio de la corriente y los tiempos de exposición. Para la determinación del espesor de la película delgada, se implementó la configuración de Kretschmann para detectar la resonancia de los plasmones superficiales y, posteriormente se realizó un ajuste de datos con el modelo electromagnético. Finalmente, se realizó una comparación con espectros de transmisión por espectroscopía UV-VIS, encontrando correlación entre los dos métodos utilizados.

M81608 ¿Cómo se reconstruye un holograma digital?

*Emmanuel Isaac Juárez Caballero** (eisaacjc8@gmail.com), Universidad Veracruzana; *Erick Hafid Castro Mora* (erickhafidcm@gmail.com), Universidad Veracruzana; *Patricia Padilla Sosa* (nebulosa12@msn.com), Universidad Veracruzana; *Hector H. Cerecedo-Núñez* (hcerecedo@uv.mx), Universidad Veracruzana; *Expositor.

En el presente trabajo muestra un resumen de algunos conceptos físicos de interferometría holografía digital (DHI), se explicará cómo se registra digitalmente y se reconstruye un holograma. La holografía es método que permite formar imágenes a través de la interacción de ondas coherentes incidiendo en un material fotosensible o en su defecto un dispositivo que registre la intensidad de estas ondas. Se muestran el procedimiento numérico para la formación y reconstrucción de un holograma utilizando Matlab.

M81621 Generación experimental de multiples solitones espaciales oscuros a través de un salto de fase en un medio líquido

*Antonio Morales Hernández** (antonio.mhdz@outlook.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Marcela Maribel Méndez Otero* (motero@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Emma Vianey García Ramírez* (evgarcia@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Maximino Luis Arroyo Carrasco* (marroyo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Marcelo David Iturbe Castillo* (diturbe@inaoep.mx), Instituto Nacional Astrofísica Óptica y electrónica; *Expositor.

La generación de solitones espaciales oscuros han sido reportados en cristales fotorrefractivos. Estos solitones han

sido obtenidos por medio de un salto de fase o un salto de amplitud. De igual manera, se ha reportado la formación de múltiples solitones espaciales oscuros en fotorrefractivos. La condición inicial de salto de fase y de amplitud se obtienen a través de una placa de vidrio y de una franja oscura, respectivamente. La placa de vidrio se emplea para obstruir la mitad del haz incidente a la muestra, generando así una zona brillante uniforme con una línea oscura en el centro. En el otro caso, la franja oscura se coloca en el centro del haz incidente al medio de forma vertical, con la idea de generar un salto de amplitud, obteniendo una imagen similar al salto de fase (zona brillante con una franja oscura). En éste trabajo se muestra que es posible generar tanto un salto de fase como un salto de amplitud con una misma placa de vidrio, únicamente rotándola sobre su eje vertical

M81628 ESTUDIO EXPERIMENTAL DE HETEROESTRUCTURAS DE SILICIO POROSO CON BRECHAS OMNIDIRECCIONALES EN LA REGIÓN DEL UV-VISIBLE Víctor 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; Vivechana Agarwal (*vagarwal@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Wolf Luis Mochán Backal (*mochan@fis.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Héctor Igor Pérez Aguilar (*hiperezag@yahoo.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Con el objetivo de obtener un alargamiento de la brecha omnidireccional en cristales fotónicos unidimensionales de silicio poroso, en este trabajo presentamos el diseño y la fabricación de un espejo omnidireccional cubriendo parte del UV y visible. El espejo es tipo Bragg en el cual el índice de refracción de cada capa varía con un alto contraste. El espesor de cada capa es de un cuarto de la longitud de onda de diseño. La longitud de onda de diseño se modula por una función. Adicionalmente, el número de periodos para cada longitud de onda de diseño fue cambiando desde un máximo (para la longitud de onda de diseño mínima) hasta un mínimo (para la longitud de onda de diseño máxima). La naturaleza omnidireccional de la banda fotónica prohibida se verificó experimentalmente hasta 68° y teóricamente hasta 89.9° de ángulo de incidencia. Estas estructuras se sintetizan en silicio poroso debido al bajo costo del material y que no requiere de equipo de laboratorio tan sofisticado.

M81646 Interferencia Cuántica de Amplitudes de Probabilidad en un Interferómetro Mach-Zehnder Hipólito Espinosa Sánchez* (*espinosash@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maximino Luis Arroyo Carrasco (*marroyo@cfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Las variaciones de la diferencia de fase entre dos haces de luz colimados, pueden ser determinadas por medio de un

interferómetro Mach-Zehnder. La interpretación rutinaria de los resultados se hace a partir de la concepción de la luz como una onda electromagnética. Cuando se considera que el interferómetro es iluminado con una fuente de luz de muy baja intensidad de forma que es apreciable el carácter cuántico discreto de la luz, es decir un haz de fotones, es necesario considerar la estadística que rige a esta clase de partículas, la de Bose-Einstein y la interferencia cuántica de amplitudes de probabilidad para poder explicar el sorprendente resultado de detectar siempre un par de fotones en la misma salida del interferómetro. En este trabajo se discute la interpretación cuántica de los resultados aún para el caso en que se tiene una fuente que emite un solo fotón a la vez, es decir fotones consecutivos que pasan por el interferómetro separados por un tiempo de retardo.

M81647 Biosensor plasmónico microfluídico Aram Azael Arriaran Rodríguez* (*aram@cicese.edu.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Víctor Ruiz Cortés (*vruizc@cicese.mx*), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; *Expositor.

La sensibilidad de la resonancia plasmónica de una película delgada de oro a cambios en las propiedades ópticas del medio circundante ha servido como base para el desarrollo de biosensores, haciendo que la sensibilidad sea una de las mayores ventajas de estos mismos. En este trabajo se reporta el diseño y construcción de una plataforma de biosensado optofluídica para determinar la presencia del antígeno carcinoembrionario para la detección del cáncer de colon, mediante la funcionalización de dos películas delgadas de oro de 50 nm de espesor con el anticuerpo receptor para el antígeno en cuestión. Esta técnica no necesita de moléculas marcadoras para la detección del antígeno y el tiempo de sensado es corto, lo que es una ventaja para poder realizar estudios dinámicos. El utilizar un sistema microfluídico reduce el volumen de los químicos y muestras utilizadas.

M81677 Análisis de la Sal de Sodio Fluorescente (C20 H10 Na2 O5) mediante el procesamiento de su espectro electromagnético Brenda Daniela Medina Aguilar* (*danni.mbb.96@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Oscar Arellano González (*ozr20003@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Gonzalo Rafael Vargas Castañeda (*gvargas@ifmumich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mauricio Ortiz Gutiérrez (*mortizg@yahoo.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mario Pérez Cortés (*mariop@yahoo.com*), Universidad Autónoma de Yucatán; Juan Carlos Ibarra Torres (*carlos.ibarra@cucei.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; *Expositor.

La sal de sodio fluorescente tiene distintos usos en la oftalmología donde es utilizado para detectar anomalías vasculares del fondo y del iris del ojo, se administra por in-

yección y el colorante tarda unos segundos en aparecer en los vasos coroideos y retiniamos; otro uso es en la hidrología que se utiliza por su alta capacidad de detección y baja absorción para estudios hidrológicos, por ejemplo, se usa para trazar corrientes subterráneas, averiguar las conexiones hidráulicas, medir caudales hidráulicos, estanqueidad, etc. En este trabajo se propuso medir indirectamente el coeficiente de absorción de la sal de sodio de fluoresceína mediante dos técnicas diferentes: en primera instancia se usó el espectrofotómetro Ocean Optics USB4000 para obtener la gráfica de la absorción de la muestra a diferentes molaridades. El segundo método consiste en usar un arreglo para medir indirectamente la absorción mediante fotografías tomadas con un dispositivo móvil. Este arreglo consiste en

M81679 **Análisis del Cu (NO₃)₂ · 3 H₂O mediante procesamiento computacional de su espectro electromagnético** Oscar Arellano González* (*ozr20003@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Brenda Daniela Medina Aguilar (*danni.mbb.96@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Gonzalo Rafael Vargas Castañeda (*gvargas@ifmumich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mauricio Ortiz Gutiérrez (*mortizg@yahoo.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Juan Carlos Ibarra Torres (*carlos.ibarra@ucei.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; Mario Pérez Cortés (*mariop@yahoo.com*), Universidad Autónoma de Yucatán; *Expositor.

En este trabajo se propone medir indirectamente el coeficiente de absorción molar del nitrato de cobre trihidratado (Cu (NO₃)₂ · 3 H₂O) que se emplea en numerosas aplicaciones en el laboratorio y en la industria, por ejemplo, para sintetizar otros compuestos. Se usaron dos técnicas diferentes, en primer lugar se usó el espectrofotómetro ISS UV/Vis para obtener la gráfica de absorción vs concentración y así calcular el coeficiente de absorción molar. El segundo método es un arreglo propuesto que consiste de una fuente de luz blanca que ilumina a la muestra (distintas concentraciones molares), la luz transmitida a través de la muestra incide sobre una rejilla de difracción, la luz se difracta y se obtiene un espectro electromagnético único asociado a cada muestra de estudio que es capturado con una cámara de un dispositivo móvil. Los espectros electromagnéticos obtenidos se procesan con el fin de obtener la gráfica de absorción vs concentración. Así se espera llegar al mismo resultado que l

M81686 **Generación de haces con Momento Angular** Gustavo Armendáriz Peña* (*fisher_gap@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; Erick Barrios Barocio (*e.barrios@ciencias.unam.mx*), Facultad

de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Desde hace casi 25 años se sabe que la luz no sólo tiene momento lineal, sino que también puede tener momento angular orbital (MAO). Los haces que presentan MAO tienen un término característico de la forma $\phi(r, \phi) = \exp(i l \phi)$, donde ϕ es la coordenada angular y l es un número real. En estos haces, el vector de Poynting asociado tiene una componente azimutal, por lo que también hay una componente azimutal del momento lineal. El frente de onda de estos haces es de forma helicoidal, por lo que se pueden describir con los modos Laguerre-Gauss. Para generarlos experimentalmente, se puede enviar un frente de onda plano a una placa de fase en espiral (una superficie helicoidal). La altura del escalón de la espiral completa debe ser un múltiplo de λ . En el Laboratorio Nacional de Soluciones Biomiméticas para Diagnóstico y Terapia se construyó una placa usando el sistema de litografía de Nano-impresión con Resina IP-Dip fotosensible que se probó con un láser de 633nm.

M81701 **Reconstrucción tridimensional de una huella digital** Alejandro Sánchez Ortega* (*tompson_zz@hotmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mauricio Ortiz Gutiérrez (*mortizg@yahoo.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; José Guadalupe Quezada Amezcua (*jjquezada@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Salvador Naranjo Hernández (*snaranjo@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Eugenia Torres Vidales (*maestraeugenia_torres@yahoo.com.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En la actualidad existen diferentes tipos de técnicas empleadas para revelar el patrón dactilográfico impreso sobre una superficie debido al contacto entre ambas superficies, en este trabajo se presentan los resultados obtenidos al aplicar dos técnicas diferentes. La primera es una técnica basada en la reflexión de la luz y consiste en iluminar con luz no coherente una muestra donde se supone que está impresa la huella latente, la imagen de la huella revelada se obtiene al observar el reflejo de la luz al ángulo de Brewster. La segunda técnica emplea el efecto Talbot para proyectar franjas sobre una muestra que contiene la impresión de la superficie de una huella ejemplar, se analiza el patrón de franjas deformadas y con ayuda de un algoritmo programado en Matlab se recupera el perfil tridimensional de la muestra. Ambas técnicas tienen la ventaja de ser pruebas no destructivas.

M81716 **Policaprolactona y Vidrio Bioactivo para su uso en andamios para queratoprótesis** María Fernanda Arvizu Soto* (*arvizumari@gmail.com*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Eduardo Tepichín Rodríguez (*tepichin@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Juan Francisco Hernández Paz (*juan.hernandez.paz@uacj.mx*), Universi-

dad Autónoma de Ciudad Juárez; Imelda Olivas Armendariz (*iolivas@uacj.mx*), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; *Expositor.

Películas de policaprolactona (PCL) y vidrio bioactivo (VB) fueron producidas por la técnica de vaciado (10, caja petri) y revestimiento por rotación (300 μ l, 100 rpm a 440 rpm, 30 s, cubreobjetos) para su uso en la falda porosa de la queratoprótesis. La solución fue preparada utilizando como solventes dimetilformamida (DFM) y cloroformo (8.5:1.5) añadiendo pellets de PCL ($M_w = 80,000$ Aldrich, 5% en peso) y vidrio bioactivo (BG45S5, 5% en peso). Se sembraron fibroblastos durante 24 horas. Se realizó un análisis de la topografía, el tamaño de poro y el espesor utilizando Microscopía electrónica de Barrido (MEB). A través de la Espectrometría Infrarroja con Transformada de Fourier (EITF) fue determinada la composición mientras que la viabilidad fue determinada utilizando la prueba MTT con un lector de microplaca. La técnica que mostró las propiedades más compatibles con la aplicación deseada fue revestimiento por rotación.

M81747 **Aplicación didáctica para la enseñanza y aprendizaje de fenómenos ópticos** Angel Emeterio Calvillo Vazquez* (*angel40002010@hotmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mauricio Ortiz Gutiérrez (*mortizg@yahoo.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Marco Antonio Salgado Verduzco (*marsalver@yahoo.com.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Eugenia Torres Vidales (*maestraeugenia_torres@yahoo.com.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Salvador Naranjo Hernández (*snaranjo@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; José Guadalupe Quezada Amezcua (*jgquezada@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor. En muchas ocasiones los fenómenos relacionados con la luz son difíciles de visualizar, por tanto de comprender; debido a ello se propone un método de enseñanza basado en la generación de simulaciones animadas en BLENDER y simulaciones en MATLAB generando así una interfaz didáctica en donde el usuario puede reproducir ciertos experimentos sin la necesidad de contar con un costoso y delicado equipo de laboratorio. Hasta el momento la aplicación cuenta con el efecto Talbot, el efecto moire, generación de hologramas por computadora y transformada de Fourier.

M81749 **Láser pulsado de fibra óptica reducida y fotodepositada con nanopartículas metálicas como absorbedor saturable** César Amaxal Cuatetl* (*amaxal.cesar@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias; Jesús Manuel Cuvas Limón (*cuvaslimon@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Electrónica; Alberto Lozada Zanes (*zanes.alberto@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Electrónica; Rafael Zaca Morán

(*rafaelzcmrn@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Juan Castillo Mixcóatl (*jcastill@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Juan Pablo Padilla Martínez (*juan.padilla@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias; Plácido Zaca Morán (*zmoran_placido@icloud.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias; *Expositor.

En este trabajo se presentan los resultados de un mecanismo de conmutación de fibra óptica monomodo reducida por ataque químico utilizando HF (ácido fluorhídrico), la fibra óptica fue reducida a un diámetro de 8 μ m en un tiempo de 41 minutos. Se llevó a cabo la fotodeposición de nanopartículas de zinc utilizando una fuente coherente de 1550 nm y con una potencia máxima de 50 mW en un tiempo de 10 min. La caracterización no lineal, se realizó empleando un láser pulsado de alta ganancia con una frecuencia de 1 KHz y un ancho temporal de 10 ns. Los resultados obtenidos son típicos de un absorbedor saturable, donde $\alpha_0 = 9.136 \text{ m}^{-1}$, $I_{sat} = 58.4 \text{ MW/cm}^2$ y $\chi^3 = 3.270e^{-07} \text{ esu}$, permitiendo implementarlo dentro de la cavidad de un láser anular de fibra óptica, obteniendo una frecuencia de repetición de 8.3 MHz, un ancho temporal de 4 ns y una longitud de onda de 1603 nm.

M81780 **Estudio de la superposición de haces Bessel.** Citlalli Teresa Sosa Sánchez* (*citlalli.sosa@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Gilberto Silva Ortigoza (*gsilva@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ernesto Espindola Ramos (*ernestoer@live.com.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Los haces Bessel son haces que tienen momento angular, se pueden representar por medio de la integral de Whittaker como:

$$\Psi(x, y, z, t) = e^{i(k_z z - \omega t)} \int_{-\pi}^{\pi} e^{i(k_x x \cos \phi + k_y y \sin \phi + (m\phi - \frac{\pi}{2}))} d\phi \quad (3)$$

En este trabajo se presenta una superposición de estos haces, cuya representación está dada por la siguiente integral:

$$\Psi(x, y, z, t) = e^{-i\omega t} \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^{\pi} e^{i[k_0(x \cos \phi + y \sin \phi) \sin \theta + k_0 z \cos \theta + (m\phi - \frac{\pi}{2})]} d\theta d\phi \quad (4)$$

estos haces pueden utilizar en pinzas ópticas, en este trabajo se muestra el comportamiento del vector de Poynting asociado a éstos. Por otra parte, se presenta la propagación de la proyección del patrón de intensidad sobre un plano $Z = C$ ó $Y = C$ y se concluye que esto define un haz adifraccional.

M81808 **Medición de superficies no convencionales usando el método de pantalla nulas** *Oliver Huerta Carranza** (*oliver@ciencias.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *José Rufino Díaz Uribe* (*rufino.diaz@icat.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Maximino Avendaño Alejo* (*maximino.avendano@icat.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor*.

Con el desarrollo tecnológico e industrial, el diseño y la construcción de superficies ópticas ha tenido un repunte importante. Al poder diseñar superficies ópticas no convencionales sus aplicaciones se han incrementado, principalmente para la corrección de aberraciones ópticas. Las

superficies no convencionales no cuentan con simetría revolución. Por lo tanto, resulta conveniente representarlas matemáticamente utilizando algún conjunto de funciones base (Splines, Zernike, Chebyshev, entre otros). En este trabajo proponemos un método de evaluación de este tipo de superficies, basado en el método de pantallas nulas y la prueba de Hartmann. En este caso la superficie bajo estudio se observa en una dirección oblicua, lo cual garantiza que la superficie pueda ser evaluada con una sola imagen. La pantalla nula se despliega en una pantalla LCD con el objetivo de optimizar el proceso de su diseño e incrementar el número de puntos de evaluación.

M9 Astrofísica

Explanada frente a Rectoría

M9131 **Distorsiones espectrales en el CMB debido a decaimiento de partículas reliquias** Raúl Antonio Henríquez Ortiz* (*raul.henriquez@ues.edu.sv*), Universidad Autónoma de Chiapas; Jorge Hiram Mastache De Los Santos (*jhmastache@mctp.mx*), Mesoamerican Center for Theoretical Physics; Karen Salome Caballero Mora (*karen.scm@gmail.com*), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

Mediciones de desviaciones del espectro de frecuencias del Fondo Cósmico de Microondas (CMB, por sus siglas en inglés) respecto al espectro de cuerpo negro perfecto nos pueden aportar información valiosa de diferentes procesos relacionados con la historia térmica del Universo. Se espera que en el futuro se desarrollen instrumentos que mejoren la sensibilidad de la medición del espectro de frecuencias del CMB en un factor de $\sim 10^4$. Esto abrirá una nueva ventana observacional para realizar diferentes mediciones de mecanismos de liberación de energía relacionados a modelos que necesitan ser probados. Por esta razón es importante comprender y pronosticar las diferentes señales asociadas a distorsiones espectrales producidas en diferentes épocas del Universo. En este trabajo se presentan los resultados de los cálculos numéricos de distorsiones espectrales en el CMB asociados a modelos de decaimiento de partículas reliquia en el Universo temprano.

M9171 **Taquiones como instrumento para el nuevo motor del futuro.** María Regina Arellano Fonseca* (*regina.arellano27@gmail.com*), Colegio Regis LaSalle; Abraham Ramsés Velázquez Kraff (*profesor.kraff@gmail.com*), Sociedad Sonorense de Física; *Expositor.

En la última década se han encontrado varios planetas candidatos con condiciones similares a las de la Tierra, la problemática presente hasta hoy en día, es nuestra limitación para movernos en el universo, es decir, la poca capacidad tecnológica que presentan nuestros cohetes para alcanzar las velocidades deseadas para trasladarnos a puntos distantes en el universo cercano. Es que no se conoce un tipo de propulsión igual o mayor que el de la luz. ¿Qué pasaría si se llegará a viajar más rápido que la luz? ¿Podríamos habitar en algunos años en esos planetas candidatos? Físicamente, no se conoce una velocidad mayor a c , por lo que esto, ha llamado la atención de los científicos a proponer hipótesis sobre partículas que viajan más rápido que la luz debido a que en la relatividad especial es una forma en la que se presenta el elemento invariante de espacio-tiempo ds , a estas partículas se les nombró “taquiones”, se cree, que si algún día se llegaran a detectar, se podrán realizar viajes.

M9179 **Comparación de la distancia luminosa entre un Universo homogéneo e inhomogéneo.** Angélica Rocío Hernández Delesma* (*rociohd77@gmail.com*), Escuela Preparatoria del Estado Número 5; Jorge Hiram Mastache De Los Santos (*jhmastache@mctp.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Las recientes observaciones cosmológicas como el CMB, LSS y las supernovas tipo Ia, nos han llevado a establecer que nuestro Universo se expande aceleradamente. El modelo cosmológico fiducial establece una métrica homogénea (Friedmann-Robertson-Walker, FRW) y que la aceleración es debida a un fluido de presión negativa llamada energía oscura, sin embargo, su naturaleza es desconocida y no forma parte del modelo estándar de partículas. Por ello se buscan alternativas a la aceleración del Universo, como pueden ser grandes inhomogeneidades en el Universo local. El objetivo principal de este trabajo fue realizar el cálculo de la distancia luminosa en un Universo inhomogéneo sin energía oscura utilizando la métrica de Lemaître-Tolman-Bondi (LTB), comparar los resultados obtenidos con el modelo cosmológico fiducial y un Universo cuya expansión acelerada sea descrita por una métrica de De-Sitter. Concluyendo que la diferencia entre el modelo LTB y FRW es relevante a cortas distancias.

M9228 **Parameters constraints on a Friedman-Lemaître-Robertson-Walker viscous cosmological model** Isaac Guillén Castellanos* (*isaac.guillencast@gmail.com*), Universidad Autónoma de Querétaro; Octavio Cornejo Pérez (*octavio.cornejo@uaq.mx*), Universidad Autónoma de Querétaro; Alberto Hernández Almada (*ahalmada@uaq.mx*), Universidad Autónoma de Querétaro; *Expositor.

In this work we study an exact solution of a Friedman-Lemaître-Robertson-Walker viscous cosmological model to describe the late expansion dynamics of the Universe. We found an analytical solution through a factorization method, and constrain the model's free parameters by performing a Bayesian Monte Carlo Markov Chain analysis with the latest measurements of the Hubble parameter (OHD). We find a value for the Hubble constant $H_0 = 64.22^{+1.77}_{-1.77}$, and a value for the current deceleration parameter $q_0 = -0.203^{+0.077}_{-0.077}$. Finally, we show that the solution drives an accelerated expansion of the Universe and presents a transition from a decelerated to accelerated phase, with a redshift transition value $z_t = 0.70$. These obtained values are consistent with those reported by Planck collaboration 2018. (Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters)

M9262 **Determinación de los perfiles de abundancia química de NGC7469.** Oscar De La Cruz

Echeveste* (*o.delacruzcheveste@ugto.mx*), Preparatoria Regional Del Rincón; Juan Pablo Torres-Papaqui (*jp.torrespapaqui@ugto.mx*), Departamento de Astronomía - Universidad de Guanajuato; Aitor Carlos Robleto-Orús (*arobleto@astro.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Anna Lia Longinotti (*annalia@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Josep Maria Masqué Saumell (*jmasque@astro.ugto.mx*), Departamento de Astronomía - Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Se presenta el análisis de la galaxia NGC7469 observada con el instrumento Multi Unit Spectroscopic Explorer (MUSE) en el Very Large Telescope (VLT). Hemos separado la contribución del núcleo activo y de la formación estelar siguiendo a Husseman et al. (2014). Se han clasificado las fuentes ionización a través del diagrama de diagnóstico BPT (Baldwin et al. 1981) usando las líneas de $H\beta$, O[III], N[II] y $H\alpha$. Además, hemos generado el perfil de abundancia química. Se observan gradientes de abundancia, [O/H] y [N/H], usado la calibración sugerida en Pilyugin et al. (2011). Dicho gradiente de abundancia química va de dentro hacia afuera desde un anillo de formación estelar a 330 pc del centro, mientras que del anillo de formación estelar al centro observamos un aplanamiento o decremento. El cual es debido probablemente a la pérdida de elementos por medio de vientos.

M9274 Teoría anular gravitacional para explicar la formación de anillos planetarios jovianos Hannah Gloria Borrego Cortez (*hnnhbrrrg@gmail.com*), San Juan Bautista de La Salle; Dana Jazmine Rosales Fonseca* (*danajazminrosalesfonseca@gmail.com*), Universidad del Valle de México; Abraham Ramsés Velázquez Kraff (*profesor.kraff@gmail.com*), Sociedad Sonorense de Física; *Expositor.

El objetivo de este trabajo es formular una teoría que pretenda explicar la formación de anillos planetarios de los gigantes gaseosos, mediante la idea de regiones gravitacionales anulares generadas por todos sus satélites que orbitan en cada determinado planeta. La teoría procura competir con la gravedad del planeta y, llegar a determinar una órbita estable, para el material que compondrá dichos anillos. Este material se presenta al permanecer en órbita estable, colisionando con el material para así estudiar la ecuación que gobierna la adhesión de estas partículas para la formación de anillos alrededor de estos planetas; al finalizar la investigación se pretende validar nuestra hipótesis inicial con cálculos firmes basados en la teoría gravitacional Newtoniana.

M9298 La importancia de las medidas astronómicas históricas para el estudio de modelos de evolución dinámica de sistemas estelares múltiples tipo trapecio Leonardo Javier Sánchez Peniche* (*leonardo@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México; Roberto Alejandro Ruelas Mayorga (*rarm@astro.unam.mx*), Instituto

de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México; Christine Allen (*chris@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México; Rafael Costero Gracia (*costero@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Para ilustrar la utilidad de las medidas astronómicas históricas, presentamos algunos ejemplos de la evolución dinámica de sistemas estelares múltiples parecidos al Trapecio de Orión (TO). Construimos modelos combinando medidas históricas de las separaciones entre componentes de sistemas estelares masivos jóvenes con observaciones modernas. Al calcular grandes cantidades de sistemas ficticios que se parecen a los trapecios reales, pudimos simular la evolución dinámica de dichos sistemas. Nuestros resultados sobre el destino del TO y de otros diez grupos adicionales que se parecen al TO muestran tiempos de vida dinámicos extremadamente cortos (de unas cuantas decenas de miles de años).

M9316 Deflection of massive particles due to gravitational potentials in relativistic metric theories of gravity with constant space-times. Milton Jair Santibañez Armenta* (*miltonjsa23@gmail.com*), INSTITUTO DE ASTRONOMÍA; Sergio Mendoza Ramos (*sergio@astro.unam.mx*), INSTITUTO DE ASTRONOMÍA; *Expositor.

In this talk I will discuss general results for the deflection of massive particles passing through a gravitational potential in any constant metric theory of gravity. In particular, I discuss the consequences of the deflection of particles, mainly neutrinos, and the enhancement function they will produce when detected at a particular location. The goal in these studies is to present a possible mechanism for which neutrinos can be deflected by a mass distribution on its path to earth giving the illusion that they come from undetectable sources of the sky.

M9365 Estimation of the Star Formation Rate using Long-Gamma Ray Burst observed by Swift Mauricio Elías Chávez* (*Mau_584@hotmail.com*), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Oscar Mario Martínez Bravo (*omartin@cfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

In this work we estimate the Star Formation Rate (SFR) through 333 Long-GRBs detected by Swift. This investigation is based on the empirical model proposed by Yuksel (2008), basically, the SFR is estimated using long-GRBs considering that they have an stellar origin based on the Collapsar model or the collapse of massive stars (Hypernova) $M > 20M_{\odot}$. The analysis starts with the study of $\varepsilon(z)$ which accounts the long-GRBs production rate and it is parameterized by $\varepsilon(z) = \varepsilon_0(1+z)^{\delta}$ where ε_0 include the SFR absolute conversion to GRBs rate in a luminosity range already defined and δ is a dynamical parameter which changes at different regions of redshift it accounts the SFR slope which is obtained by an analysis of linear

regression over our Long-GRBs sample, the results obtained provide evidence that support our proposal to use Long-GRBs as tracers of SFR.

M9370 Evolución química de Galaxias Huésped de Long-Gamma Ray Burst: Evidencia de ambientes de baja metalicidad *Jeny Rojas Xochimil** (*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*. En este trabajo se realiza un estudio de la evolución química de galaxias huésped de Long Gamma Ray Burst (Long-GRB), estos eventos son los más energéticos del universo solo después del Big Bang, están asociados con la muerte de estrellas masivas de baja metalicidad y tienen una duración mayor a 2 segundos. Tomamos una muestra de 245 fuentes del catálogo de GRB Host Studies (<http://www.grbhosts.org/>) obtenidas hasta 2015 más aproximadamente 25 fuentes (del 2015 – 2018) observadas con el Gran Telescopio Canarias (GTC) proporcionándonos espectroscopia óptica, los parámetros físicos que estudiamos son: Metalicidad, Corrimiento al rojo, Masa Total Estelar y Distribución a gran escala. Esta muestra de Host Long-GRB fue posteriormente comparada con otra de 10,000 galaxias normales que obtuvimos de la base de datos de Sloan Digital Sky Survey (SDSS).

M9378 Propagación de las eyecciones de masa coronal en el medio interplanetario *Jair Othoniel Domínguez Godínez** (*rock_jair@hotmail.com*), *Universidad Autónoma de Nuevo León - Facultad de Ciencias Físico Matemáticas*; *Juan Pablo Martínez Oviedo (juan.pablo.mo@hotmail.com)*, *Universidad Autónoma de Nuevo León - Facultad de Ciencias Físico Matemáticas*; *Esmeralda Romero Hernández (cefeyda_esm@yahoo.com.mx)*, *Universidad Autónoma de Nuevo León - Facultad de Ciencias Físico Matemáticas*; *Eduardo Gerardo Pérez Tijerina (eduardo.perez@uanl.edu.mx)*, *Universidad Autónoma de Nuevo León - Facultad de Ciencias Físico Matemáticas*; **Expositor*.

Se analizó un conjunto de eventos de eyección de masa coronal (EMC) tipo halo registradas entre 2014 y 2015 (máximo del ciclo solar 24) con el propósito de analizar su evolución en el medio interplanetario. Para ello se usaron las observaciones del coronógrafo LASCO para determinar los parámetros de salida de las eyecciones (velocidad inicial y ancho angular); así como las mediciones in situ del plasma y campo magnético de las naves espaciales WIND, STEREO A y B para identificar las eyecciones a 1 UA. En las observaciones in situ se buscaron las siguientes firmas: onda de choque (salto discontinuo en todos los parámetros), incremento del campo magnético, aumento de la velocidad, caída en temperatura y densidad. Parámetros extra, como la beta del plasma, presión dinámica, presión total y temperatura esperada fueron calculados para corroborar la identificación de los eventos.

M9454 Malla de modelos de atmósferas de Estrellas Centrales de Nebulosas Planetarias *Celia Rosa Fierro Santillán** (*celia.fierro.estrellas@gmail.com*), *Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares*; *Luis Fernando De La Rosa Ortega (qa_luis_dlr@live.com)*, *Departamento de Bioquímica de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México*; *Santiago Alfredo Díaz Azuara (alf@astro.unam.mx)*, *Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México*; *Jaime Lázaro Klapp Escribano (jaime.klapp@inin.gob.mx)*, *Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares*; **Expositor*.

Presentamos una malla de cientos de modelos de atmósferas estelares, cubriendo la región de las Estrellas Centrales de Nebulosas Planetarias (CSPNs) en el diagrama H-R. Los modelos fueron calculados usando el código de atmósferas estelares CMFGEN (Hillier y Miller, 1998) en la supercomputadora ABACUS, del Laboratorio de Matemática Aplicada y Cómputo de Alto Rendimiento, ABACUS-CINVESTAV. Con el propósito de obtener modelos realistas, se utilizaron las trazas evolutivas de Miller Bertolami (2017) para CSPNs. Los modelos permiten ajustar el espectro observado de CSPNs en el ultravioleta, óptico e infrarrojo y conocer los parámetros de la estrella: Temperatura, Luminosidad y Masa; parámetros del viento: Tasa de pérdida de masa, factor de llenado y velocidad terminal del viento; así como la composición química de la estrella: H, He, C, N, O y pueden ser utilizados como entrada a códigos de fotoionización como CLOUDY (Ferland et al. 1998).

M9465 Estudio de las condiciones físicas y químicas de la NP IC 972 *Lorenzo Olguin Ruiz (lorenzo.olguin@gmail.com)*, *Universidad de Sonora*; *Carlos Ali Medina Leal** (*cali542308@gmail.com*), *Universidad de Sonora*; *Maria Eugenia Contreras Martínez (contreras.maru@gmail.com)*, *Universidad de Sonora*; *Roberto Vázquez Meza (vazquez@astro.unam.mx)*, *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Sandra Angélica Ayala Gómez (sayala@fcfm.uanl.com)*, *Universidad Autónoma de Nuevo León*; *Laurence Sabin (lsabin@astro.unam.mx)*, *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Gerardo Ramos Larios (gerardo@astro.iam.udg.mx)*, *Universidad de Guadalajara*; *Martín Guerrero (mar@iaa.es)*, *Instituto de Astrofísica de Andalucía*; **Expositor*.

En este trabajo presentamos el análisis y resultados preliminares de las condiciones físicas y químicas de la nebulosa planetaria IC 972 (PN G326.6+42.2). Estos parámetros fueron derivados a partir de espectros de baja dispersión obtenidos con el espectrógrafo Boller & Chivens instalado en el telescopio de 2.1m del Observatorio Astronómico Nacional en la Sierra de San Pedro Mártir (OAN-SPM). El análisis se realizó en 5 regiones diferentes de la nebulosa y los valores promedio obtenidos para los parámetros son: extinción logarítmica $c(\text{H}\beta) = (0.15 - 0.22) \pm 0.01$, abundancias relativas $\text{He}/\text{H} = (1.528 \pm 0.008) \times 10^{-1}$, $\text{O}/\text{H} = (4.098 \pm 0.020) \times 10^{-4}$, $\text{N}/\text{H} =$

$(8.017 \pm 0.099) \times 10^{-5}$, $N_e/H = (1.975 \pm 0.165) \times 10^{-6}$, $S/H = (3.857 \pm 0.021) \times 10^{-6}$, temperaturas electrónicas en el intervalo $T_e = 10200 - 11700$ K y densidades electrónicas muy bajas, $N_e < 100 \text{ cm}^{-3}$, pero ligeramente mayor hacia la parte suroeste de la nebulosa.

M9507 **Comportamiento pulsacional de la estrella Delta Scuti de gran Amplitud (HADS) GP And** *Jose H. Peña Saint Martín (jhpna@astro.unam.mx)*, Instituto de Astronomía Universidad Nacional Autónoma de México; *Clemente Daniel Segura Piña (cdsegura@astro.unam.mx)*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Yesy Karina Sarmiento Perdomo* (karinasarmiento20@gmail.com)*, Universidad Nacional Autónoma de Honduras; *Expositor.

A partir de los recién determinados tiempos de máximo en fotometría obtenida en los observatorios de Tonantzintla y San Pedro Martir, México de la estrella HADS GP And y una recopilación de tiempos de máximo de la literatura, hemos sido capaces de determinar la naturaleza de esta estrella así como los parametros físicos.

M9519 **A 50 años del Apollo 11: Investigando sus Hechos** *Abraham Ramsés Velázquez Kraff (profesor.kraff@gmail.com)*, Sociedad Sonorense de Física; *Sofía Guadalupe Ríos Esparza* (sofiarios12@hotmail.com)*, Instituto tecnológico de Hermosillo; *Kassim José Mendoza Peña (maestro.kassim.mendoza@gmail.com)*, Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A. C.; *Expositor.

La carrera espacial entre E.U.A y la U.R.S.S. dio como resultado uno de los acontecimientos más importantes y trascendentes de la historia de la humanidad: el alunizaje del Apollo 11 en 1969 por parte de los americanos. Se analizó de forma objetiva, basados en modelos físicos, matemáticos, la recopilación de imágenes y datos que la NASA mostró como evidencia inequívoca. Se consideran los siguientes hechos; los posibles daños biológicos causados por los anillos de radiación de Van Allen, la imagen de los astronautas plantando la bandera estadounidense y el salto de uno de los astronautas en la superficie lunar. Después de analizar los hechos, se concluyó que estos no son consistentes con los modelos físicos y matemáticos utilizados, lo cual apoya iniciativa de la federación rusa de realizar un alunizaje para comprobar la realización del alunizaje por parte de E.U.A en 1969.

M9588 **Búsqueda de estrellas variables en imágenes de la CMFA** *Ana Belén Jaime Cepeda* (anabelen.jaime.cepeda.36@gmail.com)*, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Sandra Angélica Ayala Gómez (sayala@fcfm.uanl.mx)*, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Lorenzo Olguín Ruíz (lorenzo.unison@gmail.com)*, Universidad de Sonora, Departamento de Física; *Expositor.

En múltiples ocasiones la colecta de información, en astrofísica, para un propósito específico resulta útil para estudiar otros fenómenos distintos a los originalmente propuestos. Este es el caso de la Campaña Mexicana de Fotometría de Asteroides, donde se obtienen múltiples imágenes del campo de un asteroide durante las noches de una campaña de observación, con el fin de construir la curva de luz del asteroide. Estas mismas imágenes resultan muy útiles para la búsqueda, descubrimiento y estudio de estrellas variables. En este trabajo se presentan los resultados preliminares del análisis de las curvas de luz de las estrellas variables encontradas usando imágenes adquiridas con el telescopio de 84 cm del OAN-SPM, en 2018 y 2019. Para la búsqueda de estrellas variables se utilizó la herramienta VSS del programa MPO Canopus.

M9596 **Estudio de la formación estelar oscurecida por polvo en el universo temprano** *Eliana Isabella Vargas Sanchez* (eliana.vargassz@udlap.mx)*, Universidad de las Américas Puebla; *Milagros Zeballos Rebaza (milagros.zeballos@udlap.mx)*, Universidad de las Américas Puebla; *Giovanni G Fazio (gfazio@cfa.harvard.edu)*, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics; *Itziar Aretxaga Mendez (itziar@inaoep.mx)*, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.; *Expositor.

En este trabajo se estudiarán las características y propiedades de una posible galaxia submilimétrica ultra luminosa descubierta durante un censo de regiones protocumulares tomado con la cámara AzTEC a 1.1 mm con los telescopios James Clerk Maxwell Telescope (JCMT, Hawái) y Atacama Submillimeter Telescope Experiment (ASTE, Chile). Utilizando observaciones multi frecuencia, se determinarán sus contrapartes y se analizará su densidad espectral de energía para compararla con galaxias submilimétricas típicas.

M9597 **Estudio de las tasas de pérdidas de masa en la evolución de estrellas masivas y su impacto en el medio circunestelar-II** *Liliana Hernández Cervantes* (liliana@astro.unam.mx)*, Universidad Nacional Autónoma de México; *Brenda Pérez Rendón (brenda@CIFUS.uson.mx)*, Universidad de Sonora; *Alfredo Javier Santillán González (alfredo@astro.unam.mx)*, Universidad Nacional Autónoma de México; *Guillermo García Segura (ggs@astro.unam.mx)*, Universidad Nacional Autónoma de México; *Cristina Rodríguez Ibarra (lacrystalennon@gmail.com)*, Universidad de Sonora; *Expositor.

Como es sabido, las estrellas masivas van perdiendo masa durante su vida a través de fuertes vientos estelares, por lo tanto, las tasas de pérdida de masa jugarán un papel fundamental en su evolución y en la dinámica del gas que rodea a la estrella. En este trabajo presentamos una serie de modelos evolutivos de estrellas, en el rango de 15 a 23 Ms, incrementando las tasas de pérdida de masa durante su fase de supergigante roja (RSG, por sus siglas

en inglés) para analizar su efecto en la etapa final de la estrella, así como, estudiar la hidrodinámica del medio circumestelar que interacciona con el viento de la estrella. De nuestro análisis encontramos que las estrellas con tasas de pérdida de masa muy grandes durante la etapa RSG, se comportan como estrellas de mayor masa, afectando el medio circumestelar durante su evolución. Cabe señalar que las pérdidas de masa durante la etapa RSG nos darán información sobre el tipo de progenitor de supernova.

M9620 Estudio de estructuras en simulaciones cosmológicas de n-cuerpos Julio César Borbón Frago-
so* (a217201065@alumnos.unison.mx), Universidad de Sonora; Dupret Alberto Santana Bejarano (dupret.santana@unison.mx), Universidad de Sonora; Antonio José López Moreno (a217213182@alumnos.unison.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.

Según el paradigma Λ CDM las galaxias se forman dentro de halos de materia oscura. En este trabajo se realizaron simulaciones en dicha cosmología en escalas de tiempo similares a la edad del universo. Varios halos ($\sim M_{\odot}$) fueron extraídos de las simulaciones para estudiar sus perfiles de densidad y compararlos con los más aceptados actualmente. Además los halos extraídos se resimularon con una mayor resolución para estudiar la interacción entre galaxias.

M9629 Barreras centrifugas y su importancia en sistemas estelares y galácticos. Alejandro González Sánchez* (agonzalez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Izbeth Hernández López (izbeth.hernandez@upaep.mx), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; *Expositor.

Sistemas Estelares y/o galácticos con interacciones de marea y fricción dinámica desarrollan una barrera centrífuga, potencialmente capaz de explicar por ejemplo, la existencia de las galaxias más masivas y brillantez fuera del centro de cúmulos de galaxias y su alineamiento con el eje principal del cúmulo, reforzando la idea de formación de galaxias centrales vía merges anisotrópicos. En este trabajo se presenta una aproximación semianalítica de la barrera centrífuga en cúmulos de galaxias, y se discute su relevancia en otros sistemas estelares. Se muestra que esta barrera es capaz de explicar efectos de alineamiento paralelos y radiales con el centro del cúmulo.

M9647 Estudio del comportamiento caótico en el sistema Hyperion-Saturno José Alberto Medina Campuzano (pepe88beto@hotmail.com), Universidad de Sonora; Miguel Ernesto Medina León* (mediina.leon@gmail.com), Universidad de Sonora; Manuel Roberto Portillo Vazquez (manuel._rober@hotmail.com), Universidad de Sonora; Dupret Alberto Santana Bejarano (dupret.santana@unison.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.

Existen algunos satélites naturales, cuya distribución de masa no uniforme causa órbitas y movimientos rotaciona-

les irregulares. En este trabajo se modela un sistema con dichas características utilizando técnicas numéricas y semianalíticas para estudiar el comportamiento caótico de la trayectoria de Hyperion (luna de Saturno) en el tiempo. Se desarrolló un programa en lenguaje python utilizando métodos de integración de orden cuatro para realizar simulaciones del sistema Hyperion-Saturno.

M9703 Extreme blazar: retos en el modelado de su distribución espectral de energía y su posible asociación con los neutrinos de IceCube. Edilberto Aguilar Ruiz* (eaguilar@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM.; Nissim Illich Fraija Cabrera (nifraija@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM.; *Expositor.

Los extreme blazar son los casos más extremos de una clase particular de blazares. Estos muestran una emisión cuyo pico está en energías > 1 KeV para la componente de bajas energías. Adicionalmente muestran un espectro duro con energía pico $> 3-10$ TeV en su componente de altas energías. Este último representa serios problemas en los modelos leptónicos convencionales. Una solución es que esta componente tenga un origen hadrónico y la prueba de ellos sería la detección de neutrinos de altas energías. En este trabajo se hace una revisión sobre la crisis existente por la falta de modelos que puedan explicar las observaciones de estos objetos y como la clave de resolverlo está en la posible asociación con los neutrinos detectados por el observatorio IceCube y la posible correlación puntual o detección futura por la siguiente generación de observatorios como IceCube-gen2 y CTA.

M9801 Condición física del gas ionizado en NGC1569 usando datos del GTC/MEGARA Luz Itzel Alvarez-Cruz* (mispaginasazules@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Y. Divakara Mayya (ydm@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Esperanza Carrasco (bec@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

NGC1569 es una galaxia enana con presencia de dos cúmulos estelares masivos en su centro. Hemos mapeado la zona que abarca estos dos cúmulos usando el instrumento MEGARA del Gran Telescopio Canarias. La zona observada está llena de gas ionizado. Analizamos los espectros de estas zonas para determinar parámetros físicos, tales como la temperatura electrónica, la densidad y abundancias de elementos comunes. En este mural, presentaremos los resultados de este trabajo.

M9802 La incertidumbre en el problema de la temperatura de la corona solar aplicando la ley de Stefan-Boltzman. Hannah Gloria Borrero Cortez* (hnhbrrrg@gmail.com), San Juan Bautista de La Salle; Dana Jazmine Rosales Fonseca (danajazminrosalesfonseca@gmail.com), Universidad del Valle de México; Abraham Ramsés Velázquez Kraff

(*profesor.kraff@gmail.com*), *Sociedad Sonorense de Física*; *Expositor.

En el presente trabajo se aborda el problema sobre la incertidumbre en el aumento de temperatura que ocurre en la corona solar. Hasta el 2012 este problema era de carácter abierto, donde no se sabía con exactitud cuál era el motivo del tremendo aumento en la temperatura de la corona, muy por encima de la temperatura que hay en la superficie solar. Por lo que en años posteriores al 2012 se publicaron algunas propuestas sobre electrones acelerados por el campo magnético y eso causaba el aumento en la temperatura, aunque hasta hoy en día no es un hecho completamente validado, por lo que se realiza una investigación y una nueva propuesta usando la ley de Stefan-Boltzman como un problema de intercambio de energía en forma de radiación entre la superficie y la corona solar. Por último se compara con la temperatura medida y se da una conclusión de la efectividad del modelo propuesto por nosotros.

M9810 Entropía, Desorden y Muerte Térmica del Universo *Vianey Garnica Valle** (*vianeygv.97@hotmail.com*), *Universidad Autónoma de Nuevo León*; *Expositor.

En 1865, el físico y matemático Rudolf Clausius propuso las ideas básicas del segundo principio de la Termodinámica, introduciendo el concepto de entropía, el cual indica el grado de desorden dentro de un sistema cuya variación es una medición de los cambios de la energía interna del sistema. Así mismo, el astrónomo y matemático James Jeans, basado del mismo principio, estableció una hipótesis sobre la muerte del Universo: “solo puede haber un final para el Universo, una muerte térmica, en la que la temperatura es tan baja que hace la vida imposible”. Esto dicta una distribución asintomática con una disipación uniforme de energía mecánica en energía térmica. En este trabajo se presenta un análisis histórico sobre las ideas del destino del Universo basadas en el concepto de entropía. Se analizan algunos de los posibles finales que se han propuesto, por ejemplo: la muerte entrópica en el caso de que el Universo sea abierto, o una muerte violenta si el Universo es cerrado (Big Crunch).

M9840 Agrupamiento de Galaxias Milimétricas en Futuros Censos Cosmológicos. *Alfredo Montaña Bárbano* (*amontana@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica*; *Itziar Aretxaga Mendez* (*itziar@inaoep.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 la población de galaxias milimétricas en censos cosmológicos, en particular, para futuras observaciones con la cámara TolTEC en el GTM. Tomando como base una simulación cosmológica de halos de materia oscura,

poblados con galaxias milimétricas, probamos los distintos sesgos que introduce el tamaño y la profundidad de los censos extragalácticos propuestos para TolTEC/GTM en la medición de la función de correlación bidimensional (i.e. escalas angulares) y espacial (i.e. escalas comóviles). Estimamos la función de correlación para distintos corrimientos al rojo, y así exploramos el potencial de TolTEC para estudiar la evolución del agrupamiento de las galaxias milimétricas y de la masa característica de los halos de materia oscura en que residen.

M9858 En búsqueda de relaciones de formación estelar tipo Kennicutt-Schmidt a escalas intra-nube *Roberto Galván Madrid* (*r.galvan@irya.unam.mx*), *Instituto de Radioastronomía y Astrofísica*; *Abigali Rodríguez Jiménez** (*abigali776046@gmail.com*), *Universidad de Guanajuato*; *Expositor.

Se realizó una búsqueda de relaciones tipo Kennicutt-Schmidt entre la cantidad de gas molecular denso (trazado por emisión de líneas moleculares) y la cantidad de formación estelar (trazada por la luminosidad bolométrica, L_{bol}) dentro de la nube molecular gigante W49A, una de las tres regiones de formación estelar más luminosas de nuestra Galaxia. Con un tratamiento preliminar, se procedió a comparar el valor de L_{bol} vs la emisión integrada de las líneas de $I_{HCN}\Delta V$ y $I_{HCO^+}\Delta V$ de dos maneras: en isocontornos de intensidad y pixel por pixel. Los ajustes se hicieron siguiendo una metodología tipo Monte Carlo, pesando cada medición por sus incertidumbres en ambas coordenadas. Con ambas mediciones se encuentran claras relaciones de tipo ley de potencia; con exponentes cercanos a $\alpha = 1.4$, el valor original encontrado en galaxias completas.

M9860 Anomalía en la distribución estadística de la densidad de población estelar *Gerardo Daniel Fernández Sánchez** (*xgfs@yahoo.com*), *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*; *Expositor.

Una observación atenta de las estrellas revela un hecho algo curioso, el número de estrellas que aparecen en parejas es muy alto, es inesperadamente alto si se piensa que éstas están distribuidas aleatoriamente; Éste hecho fue anunciado por el astrónomo Halley, y en la enciclopedia labor también se abunda el mismo tema y actualmente los científicos astrónomos reconocen la existencia de numerosas parejas de estrellas vinculadas físicamente y enuncian un criterio de pertenencia. En este trabajo presento una hipótesis que permite explicar esta inusual distribución estelar, apoyada con simulación computacional.

M9861 ¿Son algunas líneas de Fraunhofer, simplemente líneas nodales de interferencia destructiva en el patrón de difracción de luz estelar? *Gerardo Daniel Fernández Sánchez** (*xgfs@yahoo.com*), *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*; *Expositor.

Comparando el patrón de difracción de paquetes de ondas planas con patrones estelares, producidos por rendijas estrechas, el parecido entre sus respectivas líneas oscuras llama mucho la atención hasta el punto de preguntarnos ¿Algunas líneas oscuras de Fraunhofer pueden explicarse con la hipótesis de ser solamente franjas de interferencia de luz poli cromática coherente (pues se trata de ondas planas) proveniente de las estrellas ?.

M9864 **Modelo del campo magnético de Júpiter y su influencia en la apariencia visual del planeta** Gerardo Daniel Fernández Sánchez* (*xxgfs@yahoo.com*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.

Aquí presento un modelo matemático, del campo magnético jupiteriano a gran escala en un momento de tiempo específico; Básicamente es un campo multipolar; Presento el multi- polo que imita el campo del planeta y además relaciono éste campo multipolar con la apariencia visual de las franjas que se observan en la superficie del planeta involucrando para ello: 1) el efecto Faraday para el campo magnético de la luz solar que incide sobre el planeta y después emerge, duplicándose así el efecto rotatorio y 2) La absorción selectiva de luz polarizada por la atmósfera del planeta. Para comparación, muestro superpuestas una imagen óptica del planeta y otra del modelo matemático de su campo magnético.

M9872 **Mesa interactiva basada en realidad virtual para aplicaciones astronómicas - primera etapa** Ricardo Jiménez Orta* (*rgt91@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; Luis Alberto Ramírez Bermudez (*laram@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; Luis Artemio Martínez Vázquez (*lamb@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía; Fernando Angeles Uribe (*angel@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía; Valente Vázquez Velázquez (*valente@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias; Donají Xochitl Cruz López (*xochitl.cruz@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El objetivo del proyecto consiste en desarrollar un ambiente virtual para formar grupos de estudiantes de diversas carreras de la UNAM interesados en el uso de este tipo de tecnologías y su aplicación en la astronomía. El presente trabajo expone el desarrollo de una mesa interactiva la cual permitirá la creación de una plataforma robusta que sea la base para el desarrollo de aplicaciones científicas especializadas como pueden ser la visualización de modelos de fenómenos astronómicos, de evolución estelar, e instrumentación astronómica, etc., las cuales impactarán directamente en la docencia e investigación del área. Para su desarrollo empleamos una computadora personal, SO windows. Hardware: AMD FX 6300, 6 núcleos, 3.5-GHz, SO 64 bits, 4 GB de RAM, Sensor Kinect para Windows, IDE Visual studio. 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.

M9948 **Espectroscopia UVES de la Nebulosa Planetaria NGC 6153** Lorena Arias (*lorena.arias@ibero.mx*), UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA; Lesly Corina Castaneda-Carlos* (*corinakuchiki156@gmail.com*), UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA; Anabel Arrieta Ostos (*anabel.arrieta@ibero.mx*), UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA; Silvia Torres-Peimbert (*silvia@astro.unam.mx*), INSTITUTO DE ASTRONOMÍA UNAM; Michael Richer (*richer@astro.unam.mx*), INSTITUTO DE ASTRONOMÍA UNAM CAMPUS ENSENADA; *Expositor.

Para medir la composición química en el medio interestelar se usan líneas de emisión de átomos producidas posterior a excitaciones por radiación (permitidas) o colisiones (prohibidas). Se sabe que las abundancias encontradas con líneas prohibidas son generalmente mayores que las medidas a partir de líneas permitidas, lo que es inconsistente. Se han propuesto mecanismos para entender la discrepancia pero sigue siendo un problema abierto. En este trabajo se emplean espectros del UVES con alta resolución espacial y espectral de la Nebulosa Planetaria NGC 6153. Los datos fueron procesados para resolver espacialmente y en velocidad cada línea del espectro lo cual permite hacer un análisis en dos dimensiones de las propiedades físicas y químicas (densidad, temperatura, extinción, composición química) con el objetivo de aportar en esta área del conocimiento.

M9961 **Simulaciones Numéricas de Plasma Polvoso y Carga Electroestática Superficial en la Luna** Aldo Vladimir Román Díaz* (*aldo.vladimir@correo.nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Gustavo Adolfo Medina Tanco (*gmtanco@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.

Se simuló el plasma polvoso lunar en una porción representativa con 30X30m de base y 100m de altitud, utilizando viento solar lento y flujo UV calculado a 1UA, con incidencia de 0°, 45° y 78° respecto al cenit (SZA); se contemplaron dos casos: con y sin regolito suspendido en el plasma. Se trabajó con SPIS-Dust, un software de carga electrostática superficial y dinámica de plasma polvoso, empleado en la ESA y un puñado de laboratorios en Europa; Implementa PIC en un teselado 3D con tetraedros de tamaño variable. Resultados a 0° SZA sin polvo (caso control): $\phi_{surf} \approx 4.4V$, $\lambda_D \approx 1m$, $E \approx 2.5V/m$ justo por encima de la superficie, lo cual concuerda con resultados de diversos autores y métodos (soluciones analíticas y simulaciones PIC 1D); El perfil de densidad numérica de cargas, potencial y campo eléctrico coinciden con trabajos previos. La inclusión de regolito, PIC 3D y la variación del SZA son las aportaciones del presente trabajo.

M91113 **Diseño y Pruebas de un Medidor de Zonas Radiosilentes para Radioastronomía.** Iván Cuevas García (*ivancuevas@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; Sebastian Joel Rivett Macías* (*sebastian.rivett@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; Omar López Cruz (*omarlx@inaoep.mx*), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA; Raúl Ochoa Valiente (*raul.ochoa.valiente@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; *Expositor.

El proyecto SCI-HI (Sonda Cosmológica de las Islas para la Detección del Hidrógeno Neutro) es el único proyecto en México que busca la detección de las primeras galaxias al final de la época oscura. El proyecto realiza exploraciones de zonas radiosilentes para la medición de la señal. Diseñamos un equipo de exploración y medición de contaminación radio eléctrica. El Hidrógeno neutro emite radiación con λ en los 21 cm. Debido a la expansión del universo, el efecto Doppler causa que la longitud de onda se estire, al rango de 200 a 214 metros. La correspondiente frecuencia está en el rango de 1.43 a 14 MHz. Para ello se ha diseñado un Medidor de contaminación radioeléctrica, en el cual hemos integrado un analizador de espectro en tiempo real, sistema de geolocalización. Presentaremos los resultados de medición de contaminación radioeléctrica de la Ciudad de Saltillo, como prueba para monitoreo en la Isla Guadalupe, como zona para la instalación de antena para la detección.

M91140 **Predicción probabilística de la existencia de estrellas Cefeidas en la Galaxia L. E. Garduño Puga** (*mcorona@inaoep.mx*), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA; N. A. Nava-Moreno (*mcorona@inaoep.mx*), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA; A. Torres Campos (*mcorona@inaoep.mx*), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA; Manuel Gerardo Corona Galindo* (*mcorona@inaoep.mx*), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA; *Expositor.

Las estrellas Cefeidas han sido de gran relevancia para la determinación de distancias tanto en la Galaxia como a escala cosmológica. Debido a que, hasta el momento, la mayor parte de las Cefeidas cercanas observadas se encuentran en la vecindad solar, se juzga pertinente un estudio probabilístico sobre su distribución, no solo en la vecindad solar sino también en toda la Vía Láctea, pues deben estar jugando un papel importante para mantener la estructura de nuestra Galaxia. Partiendo de 187 Cefeidas observadas en la Vía Láctea, se presentan dos funciones de densidad de probabilidad normal para predecir la existencia de este tipo de estrellas en toda la Galaxia y en la vecindad del sol.

M91145 **Examinando la física del medio interestelar con el catálogo más completo y moderno de regio-**

nes HII con líneas aurorales. Jonhatan Uriel Guerrero González* (*john-u-g-g-u@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Fernando Fabián Rosales Ortega (*frosales@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Yalia Divakara Mayya (*ydm@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

El estudio del gas ionizado en el medio interestelar es de fundamental importancia en el entendimiento de la evolución del Universo, donde las líneas de emisión nebular son la principal herramienta que disponen los astrónomos para medir de manera directa las propiedades físicas y químicas del medio interestelar. En este trabajo hemos compilado un catálogo de más de 1,800 regiones HII con líneas aurorales de la literatura, el catálogo más completo de su tipo hasta el momento, que incluye los errores observacionales y sistemáticos asociados. Utilizamos este catálogo para analizar de manera homogénea y autoconsistente, la composición química de regiones de formación estelar por el método directo y proponer un calibradores empíricos de abundancias químicas del medio interestelar de nueva generación.

M91146 **Estudio de la variación secular de la estrella tipo Delta Scuti AD CMI y determinación de sus parámetros físicos** Joshua Briones Andrade* (*joshuabriones@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Hilde Posadas Lira (*hilde@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Mitzi Erandi Romero Ruiz (*erandi_newhorizons@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Celeste Castro Granados (*celsgazu@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Fernanda Martínez Saldaña (*fer_saldana_19@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; David Ricardo Navez Luis (*ager_18@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Hilkar Val Soberanes Soberanes (*hilkar.soberanes@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; José H. Peña Saint Martín (*jhpena@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía; Clemente Daniel Segura Piña (*cdsegura@astro.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Guillén (*jorge.guillen@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Ampliando la base de tiempo de los tiempos de máximo conocidos de esta estrella mediante observaciones en los observatorios de Tonantzintla y San Pedro Mártir, México hemos extendido la muestra de observaciones que nos han permitido determinar que esta estrella muestra variación en el periodo. Asimismo, los residuos indican que pudiera ser parte de un sistema binario. Mediante la fotometría ubvy-beta hemos determinado las condiciones físicas de la

estrella: tipo espectral, temperatura superficial y gravedad superficial.

M91147 Catálogo de Rotación en Estrellas Masivas Renata Marlenne Sánchez Tello* (renny.mapache@gmail.com), Universidad Iberoamericana; Lorena Arias Montaño (lorena.arias@uia.mx), Universidad Iberoamericana; Anabel Arrieta Ostos (anabel.arrieta@ibero.mx), Universidad Iberoamericana; *Expositor.

Las estrellas masivas producen la mayoría de los elementos pesados de la galaxia, ionizan el gas y sus vientos comprimen el medio interestelar induciendo la formación estelar. Se sabe mucho sobre los procesos físicos que las forman y de los que gobiernan su evolución, sin embargo falta mucho por entender. Recientemente se ha encontrado evidencia de un mayor número de estrellas masivas de las que predecían los modelos de función inicial de masa. Incluso las masas estimadas son mayores a las que se pensaba, por esta razón es importante continuar con su estudio e incorporar nuevos mecanismos físicos a su evolución.

En este trabajo se presenta un Catálogo de Rotación realizando un análisis de los resultados en términos de la geometría de estrellas masivas. Las observaciones fueron realizadas con el espectrógrafo Echelle de San Pedro Mártir, Baja California y la velocidad proyectada de rotación se calcula con el método de transformada de Fourier para diferentes líneas.

M91164 Polvo en nebulosas planetarias Diego Brayan Hernández Juárez* (dbhernandez@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Gloria Delgado Inglada (gdelgado@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Mónica Rodríguez Guillén (mrg.inaoe@gmail.com), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA; *Expositor.

Se presentan los resultados preliminares de un estudio sobre el polvo presente en una muestra de nebulosas planetarias (NPs) de la Galaxia. Las NPs representan la fase final de algunas estrellas de masa menor a 8 masas solares y sus estrellas progenitoras, las estrellas de la rama asintótica de las gigantes (AGB), son una fuente muy eficiente de polvo en las galaxias. En este trabajo presentamos el análisis de los espectros infrarrojos (procedentes del telescopio espacial Spitzer) para identificar el tipo de polvo en las NPs. El objetivo final es clasificar las NPs según la clase de polvo que contienen (compuestos ricos en C, como SiC, o compuestos ricos en O, como los silicatos) y buscar relaciones con parámetros de la nebulosa y de la estrella progenitora.

M91171 Estudio de la variación secular de la estrella tipo Delta Scuti AD CMi y determinación de sus parámetros físicos Celeste Castro Granados* (celsgazu@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; Hilde Posadas Lira (hilde@ciencias.unam.mx), Facultad de Cien-

cias, Universidad Nacional Autónoma de México.; Fernanda Martínez Saldaña (fer_saldana_19@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; David Ricardo Navez Luis (ager_18@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; Mitzi Erandi Romero Ruiz (erandi_newhorizons@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; Hilkar Val Soberanes Soberanes (hilkar.soberanes@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; Joshua Briones Andrade (joshuabriones@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; José H. Peña Saint Martín (jhpena@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; *Expositor.

Ampliando la base de tiempo de los tiempos de máximo conocidos de esta estrella mediante observaciones en los observatorios de Tonantzintla y San Pedro Mártir, México hemos extendido la muestra de observaciones que nos han permitido determinar que esta estrella muestra variación en el periodo. Asimismo, los residuos indican que pudiera ser parte de un sistema binario. Mediante la fotometría ubvy-beta hemos determinado las condiciones físicas de la estrella: tipo espectral, temperatura superficial y gravedad superficial.

M91218 ENERGÍA OSCURA DINÁMICA Y LA EXPANSIÓN DEL UNIVERSO Luz Stephanie Hernández Galván* (fannyhernandez847@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Diana Briceño Guel (dianabriguel04@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ana Aurelia Avilez Lopez (aavilez@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo se estudian las predicciones de un modelo de energía oscura dinámica en un universo plano. En primer lugar, consideramos los universos de Einstein-deSitter, en el cual domina un fluido perfecto no relativista, y el de deSitter, en el cual la única forma de energía existente es la del vacío modelada como una constante cosmológica. Por otro lado, con el fin de describir al universo de forma más realista consideramos el modelo cosmológico estandar Λ CDM y un modelo extendido con una energía del vacío dinámica. En este trabajo estimamos los parámetros de nuestros modelos a partir de comparar las predicciones teóricas de la distancia luminosa de supernovas con datos observacionales reportados por el Supernovae Project Union 2.1.

M91235 Descripción de ráfagas atípicas vistas ligeramente fuera del eje Nissim Fraija (nifraija@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Fabio De Colle (fabio@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Péter Veres (pv0004@uah.edu), University of Alabama; Simone Dichiarà (sdichiarà@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Rodolfo Barniol Duran

(*barniolduran@csus.edu*), *University of Texas*; Augusto César Caligula Do Espírito Santo Pedreira* (*doaugusto@astro.unam.mx*), *Universidade Federal do Rio Grande*; Antonio Edwin Galván Gámez (*agalvan@astro.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; Boris Betancourt Kamenetskaia (*boris_betancourt@ciencias.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Expositor.

La detección de ondas gravitacionales junto con su contraparte electromagnética, en la explosión de rayos gamma GRB 170817A, marcó una nueva era de la astronomía de mensajería múltiple. Recientemente, se demostró que el brillo posterior de GRB 170817A era consistente con un modelo de choque directo de sincrotrón cuando el flujo de salida se veía fuera del eje, desacelerado en un medio uniforme y parametrizado a través de una distribución de velocidad de ley de potencia. Nosotros extendemos el mecanismo propuesto para explicar GRB 170817A a un escenario más general que deriva el modelo de sincrotrón Self-Compton y el modelo de choque directo del sincrotrón cuando el flujo de salida fuera del eje se desacelera en una densidad uniforme y estratificada cerca de la ráfaga. Como casos particulares, mostramos que la emisión de brillo posterior observada en GRB 080503, GRB140903A, GRB 150101B y GRB 160821B podría interpretarse en un escenario similar al GRB 170817A.

M91238 Firmas de un capullo y un material fuera de eje expulsado en una fusión de objetos compactos: un enfoque analítico Nissim Fraija (*nifraija@astro.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; Diego Lopez Camara (*diego@astro.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; Augusto César Caligula Do Espírito Santo Pedreira* (*doaugusto@astro.unam.mx*), *Universidade Federal do Rio Grande*; Boris Betancourt Kamenetskaia (*boris_betancourt@ciencias.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; Péter Veres (*pv0004@uah.edu*), *University of Alabama*; Simone Dichiarà (*sdichiarà@astro.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Expositor.

La producción de ondas gravitacionales y ráfagas cortas de rayos gamma (sGRB, por sus siglas en inglés) está ampliamente asociada con la fusión de objetos compactos. Varios estudios han modelado la evolución de la emisión electromagnética utilizando la emisión de sincrotrón producida por la desaceleración de un chorro relativista visto fuera del eje y un capullo. En este estudio presentamos un modelo analítico de la emisión de sincrotrón y SSC para un chorro fuera del eje y un capullo. Calculamos las curvas de luz obtenidas a partir de un modelo analítico en el que el sincrotrón y la emisión de SSC de un chorro fuera del eje y un capullo, cuando ambos se desaceleran ya sea en forma homogénea o con un medio cercano de tipo viento. Mostramos que la emisión de sincrotrón del capullo es más fuerte que la del chorro fuera del eje durante los primeros 10 - 30 días, y más débil durante los próximos

80 días. Finalmente, obtenemos las curvas de luz del GRB 170817A.

M91239 Curvas de luz de un material de ruptura de choque y un chorro relativista fuera del eje de un sistema binario de estrellas de neutrones Nissim Fraija (*nifraija@astro.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; Augusto César Caligula Do Espírito Santo Pedreira* (*doaugusto@astro.unam.mx*), *Universidade Federal do Rio Grande*; Péter Veres (*pv0004@uah.edu*), *University of Alabama*; *Expositor. Se cree que las fusiones de estrellas de neutrones binarias expulsan masas significativas con un rango diverso de velocidades. Una vez que estos materiales expulsados comienzan a desacelerarse por un medio homogéneo, los electrones relativistas se enfrían principalmente por la radiación de sincrotrón, lo que genera un brillo posterior de larga duración de onda múltiple. Teniendo en cuenta que el material de ruptura del choque se está moviendo en el eje hacia el observador y el chorro relativista fuera del eje, calculamos las curvas de luz durante la fase de expansión relativista y lateral. Como un caso particular, describimos con éxito las curvas de rayos X, ópticas y de radio junto con la distribución de energía espectral del transitorio de onda gravitacional GW170817 recientemente descubierto, cuando el material de ruptura de choque de la fusión se mueve con velocidades relativamente relativistas y alcanza la fase casi-newtoniana y el chorro se mueve con velocidades relativistas.

M91240 El corto GRB 170817A: modelado de la emisión fuera de eje e implicaciones en la magnetización de Ejecta Nissim Fraija (*nifraija@astro.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; Fabio De Colle (*fabio@nucleares.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; Péter Veres (*pv0004@uah.edu*), *University of Alabama*; Simone Dichiarà (*sdichiarà@astro.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; Antonio Edwin Galván Gámez (*agalvan@astro.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; Augusto César Caligula Do Espírito Santo Pedreira* (*doaugusto@astro.unam.mx*), *Universidade Federal do Rio Grande*; *Expositor.

El corto GRB 170817A, detectado por el Fermi Gamma-ray Burst Monitor, satélites en órbita y telescopios terrestres, fue la contrapartida electromagnética de un transitorio de ondas gravitacionales (GW170817) de una fusión binaria de estrellas neutrones. Después de esta fusión, la curva de luz de rayos γ exhibió un pico débil a 1.7 s y las curvas de luz de rayos X, óptica y de radio mostraron una emisión extendida que aumentó en brillo hasta 160 días. En este documento, mostramos que los flujos de rayos X, ópticos y de radio son consistentes con el modelo de choque directo del sincrotrón visto fuera del eje cuando la materia en el flujo de salida se parametriza a través de una distribución de velocidad de ley de potencia. Discutimos el origen del pico de rayos γ en términos de choques

internos y externos. Demostramos que el flujo de rayos puede ser consistente con un modelo de choque inverso de sincrotrón Self-Compton observado en latitudes altas.

M91249 SPECTRAL CLASSIFICATION OF B STARS: THE EMPIRICAL SEQUENCE USING SDSS-IV/APOGEE NEAR-IR DATA Valeria Guadalupe Ramírez Preciado* (*valeria@astro.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Carlos Gerardo Román Zúñiga (*croman@astro.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Alexandre Román Lopes (*aroman@userena.cl*), Universidad de La Serena; Jesús Omar Hernández Alarcón (*hernandj@astro.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. We present a semi-empirical spectral classification scheme for normal B-type stars using near-infrared spectra (1.5-1.7 μm) from the SDSS APOGEE2-N DR14 database. The main motivation for working with B-type stars is their importance in the evolution of young stellar clusters, however we also take advantage of having a numerous sample (316 stars) of B-type star candidates in APOGEE2-N, for which we also have optical (3600-9100 angstrom) counterparts from the LAMOST survey. By first obtaining an accurate spectral classification of the sources using the LAMOST DR3 spectra and the canonical spectral classification scheme [1], we found a linear relation between optical spectral types and the equivalent widths of the hydrogen lines of the Brackett series in the APOGEE2-N NIR spectra. This relation extends smoothly from a similar relation for O and early-B stars found by [2].

M91282 Estudio de la correlación entre rayos-X y rayos-gamma de TeV en blazares María Magdalena Gonzalez Sanchez (*magda@astro.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Nissim Fraija (*nifraija@astro.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; José Andrés García (*anteus79@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; José Rodrigo Sacahui Reyes (*jrsacahui@gmail.com*), Universidad de San Carlos de Guatemala; Joselyn Mabel Osorio Archila* (*mabelosorio12@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Los Blazares se caracterizan por una distribución espectral de energía (SED, por su nombre en inglés) que presenta dos picos a diferentes energías. El primero está en frecuencias desde radio a rayos-X y el segundo en los rayos-gamma. El SED de los blazares comúnmente es explicado con una zona de emisión y como proceso de emisión el Compton Self-Synchrotron. En este escenario, se espera una fuerte correlación entre rayos-X y rayos-gamma. M. M. González, et al, 2019, utilizando datos de observatorios Cherenkov atmosféricos para el blazar Mrk 421, prueba dicha correlación usando un método de máxima verosimilitud, incluso en observaciones donde se afirmaba que no existía. Sin embargo la correlación se rompe a flujos altos de rayos-gamma. Se expande este trabajo con los blazares Mkn 501 y 1ES1959+650, ambos con una alta emi-

sión en rayos-X y en rayos-gamma para inferir si existe un comportamiento similar en las correlaciones. Proyecto financiado por DGAPA-UNAM AG100317, IN111419 y IA102917.

M91301 Estudio de Fuentes de Rayos Gamma con Energías de decenas de TeV en Nuestra Galaxia. Yunior Frainen Perez Araujo* (*yfperez@astro.unam.mx*), Universidad de los Andes, Venezuela; Maria Magdalena González Sánchez (*magda@astro.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Nissim Illich Fraija Cabrera (*nifraija@astro.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Ibrahim Daniel Torres Aguilar (*ibrahim@inaoep.mx*), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFISICA, OPTICA Y ELECTRONICA; *Expositor.

El observatorio de rayos gamma HAWC está dando sus primeros resultados con datos de 3 años de operación en los que se reporta por primera vez casi una decena de fuentes, principalmente en nuestra galaxia. Entre ellas, hay evidencia de la existencia de una nueva clase de fuentes galácticas no puntuales, sino extendidas, y con emisión de gamas de energía mayor a decenas de TeV. La emisión de varias de estas fuentes extendidas está asociada con un escenario de nebulosa de viento de púlsar (PWN). Se presentan los resultados preliminares del estudio de estas fuentes.

Proyecto financiado por Laboratorio Nacional HAWC de rayos gamma, DGAPA-UNAM AG100317, IN111419 y IA102019

M91328 Búsqueda de emisión en TeV producida por GRBs a escalas de tiempo tardías por el Observatorio de rayos Gamma HAWC. Antonio Galván* (*agalvan@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía; Nissim Fraija (*nifraija@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía; Ma Magdalena Gonzalez (*magda@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía; *Expositor.

Después de varias décadas de buscar emisión en rayos gamma de energías de GeV a TeV de Destellos de Rayos Gamma (GRBs), recientemente los GRBs se ha reafirmado su importancia e interés. En particular los destellos cortos han sido asociados como contraparte electromagnética de ondas gravitacionales por ejemplo, el destello GRB170817A a la onda gravitacional GW170817. Recientemente, Von Keinlin ha propuesto 13 GRBs similares al GRB170817A, de los cuales, 3 de ellos están dentro del campo de visión de HAWC. Además, para el destello GRB190114C el observatorio MAGIC detectó emisión gamma con energía mayor a 300 GeV. Debido a su naturaleza, HAWC es ideal para realizar búsquedas durante y después del GRB de emisión gamma en el régimen de energías de TeV. En este trabajo se presentan límites superiores para el flujo de GRBs ocurridos en la era de HAWC. Proyecto financiado por Laboratorio Nacional HAWC de rayos gamma, DGAPA-UNAM AG100317, IN111419 y IA102019.

M91362 **Relación entre el radio de marea y el índice politrópico para ruptura estelar provocada por un agujero negro súper masivo.** *Montserrat Dávalos** (montdavalos@gmail.com), *Universidad Autónoma de Nuevo León*; *Juan Manuel Maldonado Alonso* (juan.maldonado@ua.nl.edu.mx), *Universidad Autónoma de Nuevo León*; *Juan Antonio Saldaña* (jasaldanah@gmail.com), *Universidad Autónoma de Nuevo León*; *Giovanni Gamaliel López Padilla* (giovannilopez9808@gmail.com), *Universidad Autónoma de Nuevo León*; **Expositor.* En astrofísica se ha estudiado el comportamiento dinámico de una estrella de secuencia principal durante su ruptura ocasionada por fuerzas de marea de un agujero negro. Sin embargo, no se ha planteado si existe una relación entre el índice politrópico de la estrella y el radio de marea del evento. En este trabajo se construye un modelo numérico para analizar el comportamiento de estos parámetros para estrellas de secuencia principal y agujeros negros super masivos para al final proponer una relación semi-analítica entre ambos.

M91378 **Dos campos escalares ultraligeros para modelos materia oscura** *Johnatan Osvaldo Román Herrera** (jo.romanherrera@ugto.mx), *División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato*; *Luis Arturo Ureña López* (lurena@ugtomx.onmicrosoft.com), *División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato*; *Francisco Xavier Linares Cedeño* (fran2012@fisica.ugto.mx), *División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato*; **Expositor.*

El modelo que mejor acierta las observaciones a gran escala es el CDM. No obstante, este modelo contiene componentes del Universo desconocidas, una de cuales es la llamada materia oscura fría, ya que es no relativista y solo interactúa gravitacionalmente con las demás componentes. Un fuerte candidato a materia oscura son las partículas ultraligeras débilmente interactuantes, que son descritas con campos escalares cuya dinámica es descrita por la ecuación de Klein-Gordon. En este trabajo, presentamos avances de un modelo de dos campos escalares con distinta masa para describir la materia oscura, en particular a lo referente a su dinámica cosmológica y de formación de estructura en el régimen lineal. Se discutirán los resultados generales acerca de las ventajas y desventajas con respecto a los modelos de un solo campo escalar.

M91415 **Parameter estimation for scarce stellar populations** *Victor Hugo Ramírez Siordia** (v.ramirez@crya.unam.mx), *Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA), UNAM, Campus Morelia*; *Gustavo Ramón Bruzual Alfonso* (g.bruzual@irya.unam.mx), *Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA), UNAM, Campus Morelia*; *Bernardo Cervantes Sodi* (b.cervantes@irya.unam.mx), *Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA), UNAM, Campus Morelia*; **Expositor.*

We present a Bayesian method to determine simultaneously the age, metallicity, distance modulus, and interste-

llar reddening by dust of any resolved stellar population, by comparing the observed and synthetic color-magnitude diagrams on a star by star basis, with no need to bin the data into a carefully selected magnitude grid. We test the method with mock stellar populations and show that it works correctly even for scarce stellar populations with only one or two hundred stars above the main sequence turn-off. If the population is the result of two star formation bursts, we can infer the contribution of each event to the total stellar population. The code works automatically and has already been used to study massive amounts of Magellanic clouds photometric data. In this work, we analyze in detail three Large Magellanic Cloud star clusters and six ultra-faint dwarf galaxies. For these galaxies, we recover physical parameters in agreement with those quoted in the literature.

M91437 **The star formation history of the solar neighborhood inferred from the Gaia DR2** *Jairo Andrés Alzate Trujillo** (andresalzate3146@gmail.com), *Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA), UNAM, Campus Morelia*; *Gustavo Ramón Bruzual Alfonso* (g.bruzual@irya.unam.mx), *Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA), UNAM, Campus Morelia*; **Expositor.*

Through a Bayesian Hierarchical statistical model, we infer the star formation history of the solar neighborhood using the data provided by the Gaia data release 2 (DR2). The input data are the Gaia DR2 photometry and parallax. By comparison with the prediction of stellar population models, we derive the optimal combination of evolutionary parameters that reproduces the observations. An independent analysis of stellar populations via forward modeling using the same data set, allows us to contrast these results with those of the inference case.

M91444 **Clasificación del espín de un agujero negro a través de su sombra utilizando máquinas de soporte vectorial** *José Antonio González Cervera** (gonzalez@ifm.umich.mx), *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*; *Francisco S. Guzmán Murillo* (guzman@ifm.umich.mx), *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*; **Expositor.*

Utilizamos máquinas de soporte vectorial (MSV) para clasificar el espín de un agujero negro. Las MSV se entrenan y se prueban con un catálogo de imágenes de agujeros negros generados numéricamente, suponiendo modelos de materia en forma de disco y esfera con emisión monocromática con longitud de onda de 4mm. Determinamos la precisión de las MSV al clasificar el espín en términos de la resolución de la imagen. El método es aplicado específicamente a la masa del agujero negro supermasivo al centro de la Vía Láctea. Los resultados muestran que cuando la distribución es un disco, la precisión de la clasificación es aceptable aún para la resolución más baja con precisión de más del 90%, mientras que para la distribución esférica disminuye por debajo del 80% para las resoluciones baja

e intermedia. Se muestra que además de la resolución de la imagen, el ángulo de visión influye en la dificultad de determinar el rango correcto del espín. Artículo publicado en Phys. Rev. D 99, 103002.

M91446 **Instalación y caracterización de el telescopio B en el OECS-UNISON** Pablo Armando Loera González (*pabloloerag@gmail.com*), Universidad de Sonora; Francisca Guadalupe Rentería Alcaraz (*fral26448@gmail.com*), Universidad de Sonora; Nadia Amina Yahia Keith* (*nadiaamina@live.com.mx*), Universidad de Sonora; Julio Cesar Saucedo Morales (*jsaucedo@CIFUS.uson.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

El presente trabajo aborda la instalación y caracterización del segundo telescopio, un Officina Stellare Veloce Riccardi-Honders 200-AT, lo cual es parte de la expansión del observatorio Carl Sagan de la Universidad de Sonora, efectuada entre los meses de febrero a mayo. Se midieron propiedades de la cámara CCD SBIG ST-10, donde obtuvimos un ruido de lectura de 6.2494 e⁻ y se encontró que la corriente oscura tiene un comportamiento lineal entre los 30 y 128 segundos, el cual es el rango de operación esperado. Además, se determinó que la escala de placa es 343.775 (arcsecs/mm) y el campo de visión es de 750804.6 x 506036.8 (arcsec). Se realizó un total de 4 mapeos, en donde el más reciente fue de 200 puntos, y en total se mapearon 700 puntos. Por último, se encontró la deriva de la montura Paramount ME es de 3.29491 (arcsec/s).

M91450 **SZ-CNN. Una red neuronal profunda para detectar y analizar cúmulos de galaxias en el TolTEC Large Scale Structure Legacy Survey.** David Omar Sánchez-Argüelles* (*domars@inaoep.mx*), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología/Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Alejandra Rocha Solache (*rochasolache@gmail.com*), Instituto Tecnológico de Querétaro; Alfredo Montaña Bárbano (*amontana@inaoep.mx*), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología/Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Rodolfo Iván Rodríguez Montoya (*irodriguez@inaoep.mx*), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología/Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Itziar Aretxaga Mendez (*itziar@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; David Handel Hughes (*dhughes@inaoep.mx*), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.

En este trabajo se presenta una red neuronal profunda para la detección ciega y la estimación de las propiedades físicas de cúmulos de galaxias para observaciones del efecto Sunyaev-Zel'dovich (SZE) en el rango milimétrico de espectro electromagnético. La arquitectura de la red está diseñada para separar la señal del SZE de las posibles fuentes de contaminación. Esta separación se realiza suministrando la información de la escala angular y la longitud de onda a varias capas de tipo convolucional. La red es entrenada con simulaciones de perfiles isotérmicos representativos del medio intra-cúmulo y una población de

galaxias de fondo como fuente de contaminación. La red se probó realizando una búsqueda ciega dentro de una simulación representativa del TolTEC Large Scale Structure Legacy Survey. Los resultados preliminares muestran que la red es capaz de recuperar la distribución de los cúmulos de galaxias hasta un límite de $M_T = 6 \times 10^{14} M_\odot$.

M91459 **Estudio fotométrico del asteroide 494 Virtus** Pablo Armando Loera González (*pabloloerag@gmail.com*), Universidad de Sonora; Alexis Ureña Saucedo* (*alursa2000@gmail.com*), Universidad de Sonora; Manuel Andrés Cota Santeliz (*maancosa@gmail.com*), Universidad de Sonora; Julio Cesar Saucedo Morales (*jsaucedo@CIFUS.uson.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Se obtuvieron imágenes fotométricas desde el observatorio Carl Sagan del asteroide 494 Virtus durante 9 noches del mes de mayo de 2019 (días 12, 14, 15, 22, 23, 24, 25, 27 y 28). Con los datos obtenidos, se contrastó con resultados anteriores incluyendo el resultado de Warner(2005) de un periodo de rotación de 5.57 ± 0.01 h obtenido con una curva de luz incompleta. Por otra parte, se observaron efectos del cambio de orientación del cuerpo en la fotometría y se postulan hipótesis al respecto y plantean posibilidades para futuros estudios.

M91460 **Instalación del monitor SID en el observatorio Carl Sagan de la Universidad de Sonora** Raul Alexis Cortéz González* (*raulcin1954@gmail.com*), Universidad de Sonora; Fryda Susana Oviedo Aguilar (*FrydaOviedoAguilar@hotmail.com*), Universidad de Sonora; Pablo Armando Loera González (*pabloloerag@gmail.com*), Universidad de Sonora; Julio Cesar Saucedo Morales (*jsaucedo@CIFUS.uson.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Este trabajo describe la instalación y caracterización de un monitor de perturbaciones ionosféricas en el Observatorio Carl Sagan de la Universidad de Sonora y se presentan primeros resultados. La ionósfera de la Tierra reacciona a las intensas radiaciones de los rayos X y ultravioleta que emanan del Sol. Para monitorear la actividad solar se usó un monitor SID desarrollado por el Centro Solar de Stanford a una frecuencia de 25.2 KHz recibiendo señal del transmisor NML que opera en VLF. La intensidad de la señal de las ondas VLF cambia a medida que el Sol por medio del Efecto Dellinger afecta a la región D de la ionosfera. Los autores han construido una antena cuadrada de 1.5m de lado a base de tubos PVC y envuelta con 140m de alambre de cobre bobinado. Se obtuvo un primer ajuste de 0.055348548 [Volts/# Wolf].

M91464 **Análisis Estadístico de Supernovas Tipo Ia en Galaxias Cercanas** Fidel Alejandro Navarro Salazar* (*fidelnavarroosalazar@gmail.com*), Universidad de Sonora; Julio Cesar Saucedo Morales (*jsaucedo@CIFUS.uson.mx*), Universidad de Sonora; Pablo Armando

Loera González (pabloloerag@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.

Una de las características principales de las supernovas tipo Ia es su aparente homogeneidad, ya que el mecanismo de formación de estas es el mismo. En 1993 M. M. Phillips demostró que existe una relación intrínseca en las magnitudes de las supernovas tipo Ia; obteniendo una relación lineal entre la máxima luminosidad y la declinación de la curva 15 días después del máximo (m_{15}). Phillips mediante una muestra de 9 supernovas tipo Ia encontró que a magnitudes absolutas menores m_{15} también es menor. Por ello, el decaimiento del brillo de las supernovas depende inversamente de su luminosidad. Este trabajo recrea los resultados obtenidos por Phillips mediante el uso de más de 30 supernovas tipo Ia obtenidas del Carnegie Supernova Project. Hasta el momento se obtuvo una R de Pearson de 0.853, .85, .282 y .737 para los filtros B, V, i y G respectivamente. Se observa que el filtro i presenta una mayor variabilidad, fenómeno que concuerda con los resultados expuestos por Phillips (1994).

[M91474] La Campaña Mexicana de Fotometría de Asteroides: resultados a cuatro años de su inicio Julio Cesar Saucedo Morales* (jsaucedo@cifus.uson.mx), Universidad de Sonora; Lorenzo Olguin (lorenzo.olguin@gmail.com), Universidad de Sonora; Pablo Armando Loera González (pabloloerag@gmail.com), Universidad de Sonora; Pedro Valdes-Sada (pedro.valdes@udem.edu), pedro.valdes@udem.edu; María Eugenia Contreras (contreras.maru@gmail.com), Universidad de Sonora; Ramona Núñez-López (ramona.nunez@caborca.uson.mx), Unidad Regional Norte - Caborca, UNISON; Sinhué R. Haro Corzo (sharo@enesmorelia.unam.mx), ENES-Morelia, UNAM; Sandra Ayala Ayala (sayala@fcfm.uanl.mx), FCFM, UANL; Juan Segura-Sosa (juan_segura@uadec.edu.mx), FCFM, UAC; William Shuster (schuster@astro.unam), IA-Ensenada, UNAM; *Expositor.

Los asteroides son residuos de la formación del Sistema Solar. Actualmente se conocen cerca de 800,000 objetos y sólo una fracción muy pequeña de ellos se ha estudiado en detalle para derivar sus características físicas: tamaño, rotación, forma, composición, etc. La Campaña Mexicana de Fotometría de Asteroides (CMFA) es un esfuerzo de investigadores y estudiantes de varias instituciones nacionales para contribuir al estudio de estos objetos. La CMFA comenzó sus actividades a mediados del 2015 y a la fecha se han observado aproximadamente setenta asteroides. En este trabajo se presenta un resumen de lo que ha sido la CMFA y los resultados obtenidos durante este periodo de colaboraciones.

[M91492] Desarrollo de un código analítico para el estudio de colisiones con la Tierra por asteroides. Raúl Gutiérrez Zalapa* (raulfismat@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Mario Rodríguez Martínez (mrodriguez@enesmorelia.unam.mx), Univer-

sidad Nacional Autónoma de México; Joaquín Estevez Delgado (fismatumsnh@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo se muestra el uso e implementación de un código analítico que hace uso de parámetros fijos como: longitud, densidad, velocidad, ángulo de entrada a la atmósfera de un NEO (Objeto Cercano a la Tierra por sus siglas en inglés) así como del valor de la densidad en el lugar de impacto, para estudiar el impacto y los efectos locales generados por dicha colisión. Entre estos efectos se encuentra la energía liberada durante el proceso de impacto, el diámetro y la profundidad del cráter generado, la magnitud del sismo, las repercusiones debidas a la onda de calor y finalmente, el daño a la población cercana al sitio de impacto. Para este análisis cuantitativo se usaron como impactores aquellos objetos de prueba que tienen una probabilidad relativamente alta de colisión con la Tierra mayor a 1×10^{-4} y su selección se hizo con base en la revisión de la base de datos de SENTRY CNEOS NASA de estos objetos. El trabajo muestra resultados sobre los casos de estudio.

[M91512] Estudio del viento estelar en estrellas tipo O y B mediante sus espectros en el óptico y UV Celia Rosa Fierro Santillán* (celia.fierro.estrellas@gmail.com), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Santiago Alfredo Díaz Azuara (alf@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México; Jaime Lázaro Klapp Escribano (jaime.klapp@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Janos Zsargó (jzsargo.esfm.ipn), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Anabel Arrieta Ostos (anabael.arrieta@uia.mx), Universidad Iberoamericana; Lorena Arias Montaña (lorena.arias@uia.mx), Universidad Iberoamericana; *Expositor.

Los vientos estelares se pueden estudiar espectroscópicamente en el UV, a través de los perfiles P-Cygni de líneas de resonancia de He II, C III, CIV, NIV, O III y O IV. Mientras que en el visible se estudian las líneas de H alfa y H beta. Es común que los parámetros del viento arrojen valores distintos cuando se comparan el óptico y el UV. Con el propósito de avanzar en la comprensión de los fenómenos físicos implicados: rotación, factor de llenado del viento, tasa de pérdida de masa, entre otros, presentamos un estudio de 25 estrellas masivas del Catálogo Espectroscópico de San Pedro Mártir, con espectros en el visible, complementados con los datos públicos del satélite FUSE en el UV. Para el análisis utilizamos una base de datos de 40 000 modelos de atmósferas calculados en el clúster ABACUS-I con el código CMFGEN, realizando un ajuste automático con el código FITspec y posteriormente se refinamos dicho ajuste con métodos tradicionales.

[M91513] The role of binary stars and stochastic fluctuations in the number of stars on the properties of stellar populations. Gustavo Ramón Bruzual Alfonzo*

(*g.bruzual@irya.unam.mx*), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA), UNAM, Campus Morelia; *Expositor.

I examine the role that stochastic fluctuations in the number of stars populating the IMF and in the number of interacting binaries have on the spectrophotometric properties of sparse stellar populations as a function of age and metallicity.

M91522 Estudio fotométrico de tres estrellas variables. José H. Peña (*jhpena@astro.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Eduardo Guillén Tavera* (*jeguillen@astro.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Ángel Arenas Soní (*aarenas@astro.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Hugo Huepa Cortés (*hhuepaa@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; Arturo Rentería Lartundo (*arenterialartundo@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; Sergio Bustos Juárez (*sergio1@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Clemente Daniel Segura Piña (*cdsegura@astro.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Ana Zúñiga (*ana@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. Se obtuvo fotometría fotoeléctrica uvby — con el telescopio de 0.84 m del Observatorio de San Pedro Mártir, México de las estrellas HD115520, HD220735 y HD26738; las primeras dos y se habían determinado como variables mientras que la última se reporta aquí por primera vez como variable. Con la base de tiempo ampliada determinamos sus periodos de pulsación que se encuentran estables. Se presentan parámetros físicos para las tres estrellas.

M91527 Inteligencia Artificial y Big Data aplicados al ajuste de espectros estelares Celia Rosa Fierro Santillán* (*celia.fierro.estrellas@gmail.com*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Luis Fernando De La Rosa Ortega (*qa_luis_dlr@live.com*), Departamento de Bioquímica de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México; Santiago Alfredo Díaz Azuara (*alf@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México; Jaime Lázaro Klapp Escribano (*jaime.klapp@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor. Los avances tecnológicos en astronomía, las políticas de datos públicos y el creciente número de telescopios en todo el mundo, han permitido generar una gran cantidad de datos observacionales cada noche. Por otra parte, el uso de supercomputadoras, permite generar bases de datos conteniendo miles de modelos, que incorporan en forma realista los procesos físicos que ocurren en las estrellas. El momento actual demanda un cambio de paradigma en cuanto al análisis de los datos, incorporando técnicas de inteligencia artificial y manejo de grandes bases de datos. Presentamos algunas herramientas de inteligencia artificial incorporadas al código FITspec, concebido para ajustar espectros de atmósferas estelares, utilizando una base de datos de

miles de modelos: identificación y eliminación de líneas secundarias mezcladas con las líneas de interés y uso de redes neuronales para la toma de decisiones sobre el mejor modelo.

M91544 Fotometría CCD UBVRI de los cúmulos abiertos Galácticos Cz6, NGC2682, NGC 2360 y NGC 2129 Ricardo Ruiz Hernández* (*ricardoruiz231996@hotmail.com*), COBACH; William Schuster Bruckert (*schuster@atrosen.unam.mx*), UNAM; Francisco Javier Parra Bermúdez (*francisco.parra@fisica.uson.mx*), Universidad de Baja California; *Expositor.

Hemos usado la fotometría CCD de banda ancha, UBVRI de Johnson-Kron-Cousins tomado en el Observatorio Astronómico Nacional de la Sierra San Pedro Mártir, para estudiar los cúmulos abiertos Galácticos Cz6, NGC2682, NGC 2360 y NGC 2129. Empleamos el diagrama color-color, (B-V, V) Y (V-I, V), para determinar los parámetros físicos: E(B-V) (enrojecimiento interestelar), [Fe, H] (metalicidad, i.e. abundancia química), módulo de distancia (i.e. distancia en parsecs) y edad. Para derivar estos parámetros hemos aplicado los colores intrínsecos del cúmulo más cerca, las Híades, y de las estrellas locales calibradas por Schmidt-Kaler (1982); para las distancias y edades, los isócronos (CMD 3.3) de Marigo et al. (2017). Comparamos nuestros resultados con valores anteriores encontrados en la literatura para los mismos cúmulos.

M91568 Caracterización de la distribución espectral energía de nuevos blazares de Fermi-LAT. Jessica Luna Cervantes* (*jluna@astro.unam.mx*), Escuela Superior de Física y Matemáticas-Instituto Politécnico Nacional; Erika María Benítez Lizaola (*erika@astro.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México; *Expositor.

El tercer catálogo de LAT de AGNs contiene 1563 fuentes de gamma asociadas a AGNs. El trabajo desarrollado consiste en la caracterización de los candidatos a blazares observados por Fermi, mediante la implementación de modelos tipo SSC para ajustar su distribución espectral de energía (SED). El ajuste de la SED nos permite conocer su frecuencia pico a bajas y altas energías, descritos por emisión sincrotrón y procesos como Compton inverso, entre otros, así como su índice espectral. Con dichos parámetros y basándonos en el estudio de la secuencia blazar, realizamos la clasificación de los objetos identificándolos como LBL, IBL o HBL.

La muestra de estudio son objetos con emisión en gamma observados por Fermi-LAT, que a su vez han sido observados en la banda del milimétrico por el Submillimeter Array (SMA). Como un trabajo a futuro se busca estudiar la relación entre la emisión de los blazares en estas dos bandas de energía.

M91578 Medición de la Eficiencia Cuántica de un tubo fotomultiplicador del observatorio HAWC

Adriana Gabriela Rocha Guzman (*shianglee@gmail.com*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Ernesto Jose Maria De La Salette Belmont Moreno* (*belmont@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Andres Sandoval Espinosa (*asandoval@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; José Rubén Alfaro Molina (*ruben@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Hermes Leon Vargas (*hermes@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El observatorio HAWC es una instalación situada a 4100 metros sobre el nivel del mar que consta de unidades de cherenkov en agua para observar chubascos atmosféricos de rayos gamma de ultra alta energía. Estas unidades de detección constan de tubos fotomultiplicadores (PMT) cuya curva de respuesta espectral fue proporcionada en forma aproximada por el fabricante. Para conocer el error que pudiéramos tener usando esta curva estimamos la eficiencia cuántica (EC) en un PMT tomado al azar de los usados en HAWC. Se construyó un dispositivo para iluminar el tubo con 5 fuentes monocromáticas y mediante la técnica del fotoelectrón único estimamos su eficiencia. Las mediciones nos indican una curva con menor EC en el ultravioleta y azul de la indicada en la hoja de especificaciones.

M91663 **Correlación de neutrinos de muy altas energías y rayos gamma en dirección de las Fermi Bubbles.** Paola Alvarez-Hurtado (*palvarez@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía; Antonio Galván* (*agalvan@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía; Nissim Fraija (*nifraija@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía; Antonio Marinelli (*antonio.marinelli@pi.infn.it*), Universidad de Pisa; *Expositor.

En este trabajo se busca correlación espacial de neutrinos astrofísicos detectados por IceCube con la geometría de una estructura geoméricamente gigante globular localizada en el centro de la galaxia conocidas como las Fermi Bubbles. Usando el flujo de rayos gamma Pass7(8) liberado por la colaboración Fermi-LAT y límites superiores derivados por la colaboración del observatorio HAWC se propone un modelo híbrido leptohadrónico para correlacionar los neutrinos de altas energías. Encontramos que esos eventos no están asociados a la burbuja norte pero no excluye una posible correlación con la estructura globular del sur. Esperamos que en los próximos años se mejoren las observaciones de rayos gamma mediante los observatorios CTA y SGO para poder establecer una posible correlación con la burbuja sur. Proyecto financiado por el proyecto IA102019.

M91664 **Estudio del neutrino de PeV y la emisión de rayos gamma provenientes del centro de la galaxia.** Paola Alvarez-Hurtado (*palvarez@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía; Nissim Fraija (*nifraija@*

astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; Antonio Galván* (*agalvan@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía; Antonio Marinelli (*antonio.marinelli@pi.infn.it*), Universidad de Pisa; *Expositor.

En este trabajo se propone una correlación espacial y temporal entre el neutrino de PeV (evento IC14 del catalogo HESE de IceCube) con la emisión de rayos gamma del Agujero Negro Super Masivo SgrA*, la remanente de supernova más joven en la Vía Láctea, SNR G1.9+0.3 y la región central de latitud $b \leq ||10^\circ||$. Usando las observaciones de rayos gamma y los límites superiores colocados en el rango de los GeV–TeV así como el flujo de rayos gamma producidos por la interacción de rayos cósmicos con el medio en esta región del cielo, asumiendo distintos modelos encontramos que el espectro de distribución energética medida por Fermi-LAT por encima de > 0.1 TeV no puede ser explicada mediante emisión galáctica difusa y además, el neutrino de PeV no está ligado a con la emisión de rayos gamma provenientes del centro galáctico. Proyecto financiado por el proyecto IA102019.

M91814 **Pérdida de masa y metales empujados por los vientos y supernovas de estrellas masivas en galaxias enanas irregulares** Malinalli Pérez Nieto* (*malinallipni@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; Martha Irene Bello Ramírez (*martha.beram@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Libres; Roberto Santiago Chan Valdés (*chanv94@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; Jorge Alberto Osorio Caballero (*acaballero97@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; Lilibian Hernández Martínez (*lilihe@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Pedro Ruben Rivera Ortiz (*pedr10@hotmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; Ary Rodríguez Gonzalez (*ary@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares; *Expositor.

Bajo el modelo jerárquico de formación galáctica, las galaxias enanas son consideradas como las unidades de formación de estructuras más complejas. Sin embargo no están del todo entendidas en muchos aspectos. Es por eso que nos interesa explorar como se forman (acreción de masa), si pierde o no masa durante su evolución y como es el comportamiento químico en este tipo de galaxias. En este trabajo presentamos un estudio numérico para reproducir los valores observacionales de metalicidad, poblaciones estelares, tasas de formación estelar como función de la masa de 2 galaxias enanas a través del uso de modelos de evolución química y de simulaciones con el código GADGET-2.

M9 Física Estadística y Termodinámica
Explanada frente a Rectoría

M914 **Efectos de la optimización termodinámica en los coeficientes de Seebeck y Espín-Seebeck de un diodo de tunelaje resonante** Gabriel Valencia Orte-

ga* (herr87gabe12@gmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional; Julian González Ayala (jgonzalezayala@usal.es), Universidad de Salamanca; Luis Antonio Arias Hernández (larias@esfm.ipn.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Los fenómenos de transporte que ocurren en los modelos de nanoconvertidores de energía termoiónicos, en particular las juntas resonantes de tunelaje, se manifiestan a través de los efectos termoeléctricos. El acoplamiento entre el flujo de electrones y el flujo de calor en este tipo de heteroestructuras semiconductoras, no solo permiten obtener los coeficientes de transporte conocidos (coeficiente de Seebeck y conductividad eléctrica, etc.) sino también estudiar el funcionamiento como motor térmico o refrigerador desde el contexto de los procesos irreversibles. La existencia de los estados estacionarios característicos que pueden ser alcanzados por cualquier convertidor de energía lineal, nos condujeron a caracterizar una familia de coeficientes de Seebeck y de Espín-Seebeck, ambos asociados a los bien conocidos regímenes de operación dentro del marco de la Termodinámica de Tiempos Finitos, y cada modo de operación es relacionado con el tamaño energético de la banda de conducción.

M971 Fase intermedia rígida-flexible en un modelo de gas de red modificado Ricardo Atahualpa Solórzano Kraemer (ata.kraemer@ciencias.unam.mx), Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.; Aldo Sayeg Pasos Trejo* (sayeg@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Presentamos un modelo de gas de red con un hamiltoniano modificado que saca al sistema de equilibrio cuando se comienzan a nuclear. El hamiltoniano tiene la forma:

$$H = A \sum_i n_i + B \sum_{\langle i,j \rangle} n_i n_j + C \sum_{\langle i,j \rangle \in L} n_i n_j$$

Donde L es el conjunto de todos los primeros vecinos que forman núcleos sin aristas de corte. Para $C > 0$, el tercer término representa una penalización por nucleación que evita la transición de fase normal del sistema. Presentamos los resultados de una simulación con el algoritmo de Metrópolis sobre una red cuadrada en dos dimensiones, los cuales muestran que el sistema pasa por algo similar a una transición de fase entre estados de distintas densidades que forman o no núcleos con aristas de corte.

Las variables termodinámicas macroscópicas son consistentes con estas transiciones. También, observamos configuraciones metaestables por intervalos de tiempo muy largos.

M987 Caracterización de dinámicas de un modelo neuronal con retraso temporal. Alberto Isaac Aguilar Hernández* (ahai_fc@uaem.mx), Centro de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Joaquín Escalona Segura (joaquin@uaem.mx), Centro

de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

La comunicación entre neuronas no se produce de manera instantánea y éste retraso en la transmisión de información puede dar origen a cambios en la dinámica neuronal. Se presentan los resultados obtenidos en el estudio de los cambios dinámicos inducidos por un retraso temporal constante en un sistema neuronal tipo FitzHug-Nagumo. Aquí reportamos cómo el retraso temporal puede generar aumento o disminución de periodo, además de poder generar o suprimir caos en el sistema dinámico. También en el sistema tipo FitzHug-Nagumo un retraso temporal puede provocar cambio de una dinámica periódica a una cuasiperiódica, caótica o inducir una dinámica tipo ráfaga de disparos (bursting). Finalmente, en el caso de dos de estos sistemas acoplados con retraso temporal, es posible observar el fenómeno de la muerte de amplitud. Se describen las metodologías utilizadas para caracterizar los estados dinámicos observados.

M998 Evolución de fluctuaciones en fluidos en rotación: fundamentación con base en la teoría cinética, soluciones numéricas en el caso bidimensional y aplicaciones en fluidos atmosféricos

José Humberto Mondragón-Suárez* (humberto.mondragon@ibero.mx), Universidad Iberoamericana, Ciudad de México; Alfredo Sandoval-Villalazo (alfredo.sandoval@ibero.mx), Universidad Iberoamericana, Ciudad de México; Alma Rocío Sagaceta Mejía (alma.sagaceta.mejia@gmail.com), Universidad Iberoamericana, Ciudad de México; *Expositor.

Se presentan soluciones numéricas del sistema de ecuaciones de transporte que describen las desviaciones respecto del estado de equilibrio de las variables termodinámicas locales correspondientes a un fluido monocomponente bidimensional en rotación en el régimen de Navier-Stokes-Fourier. Dicho sistema es fundamentado por medio de un tratamiento covariante de la ecuación de Boltzmann. Se analizan los efectos de las llamadas "fuerzas ficticias" (centrífuga y de Coriolis) en presencia de gradientes de temperatura y velocidad sobre perfiles de densidad obtenidos numéricamente en distintas escalas y se muestran casos específicos de interés relacionados con el comportamiento de fluidos atmosféricos.

M9102 Aplicación del Modelo de Tool-Narayanaswamy-Moyninhan para el estudio de la relajación estructural y transición vítrea de materiales poliméricos. María Mildred Sánchez Juárez* (mj.mily.96@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; *Expositor.

El comportamiento de la relajación estructural y la transición vítrea de materiales formadores de vidrios se estudia teóricamente en términos de modelos fenomenológicos. En

particular, el modelo de Tool-Narayanaswamy-Moynihan (TNM), se ha encontrado que proporciona una representación adecuada de las características de relajación estructural más básicas, tales como; la no linealidad, no exponencialidad y la histéresis de un gran número de vidrios orgánicos e inorgánicos. En este trabajo aplicamos el modelo de TNM para reproducir los resultados experimentales de la relajación estructural de materiales poliméricos sujetos a diferentes razones de enfriamiento.

[M9169] Estudio experimental de la dinámica de partículas autopropulsadas con luz en presencia de fuerzas ópticas Berenice García Rodríguez* (*berenicegar@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Hugo Harleston Aguirre (*jugo013@gmail.com*), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Francisco Javier Sevilla Pérez (*fjsevilla@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 20-364, 01000 Cd. México, Mexico.; Alejandro Vásquez Arzola (*avarzola@gmail.com*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 20-364, 01000 Cd. México, Mexico.; *Expositor.

El estudio de la dinámica de partículas activas artificiales es de gran interés en diversas áreas de estudio, como en la biología para entender el comportamiento de diversos sistemas vivos a escala microscópica y en las ciencias aplicadas para desarrollar nuevos mecanismos de transporte. En este trabajo se detalla el estudio experimental de la dinámica de partículas autopropulsadas con luz hechas de sílice y recubiertas con oro iluminadas con diferentes patrones ópticos. Así se muestran efectos importantes en la dinámica de las partículas inducidos por las propiedades topológicas y dinámicas de los campos ópticos que se utilizan para propulsarlas. En particular, se observan dinámicas con propiedades quirales cuando se utiliza un haz circularmente polarizado así como propiedades de rectificación cuando los patrones tienen una estructura inhomogénea.

[M9259] PROCESOS ADIABATICOS EN GASES CUANTICOS Victor David Granados Garcia* (*granados@esfm.ipn.mx*), INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; Carlos German Pavia Y Miller (*cgpm@azc.uam.mx*), INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; Roberto Daniel Mota Esteves (*rdmota@yahoo.com.mx*), INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; *Expositor. Víctor David Granados García Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional. Carlos Germán Pavia y Miller Departamento de Ciencias Básicas. DCBI. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional. Roberto Daniel Mota Esteves ESIME Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional. RESUMEN. Mediante las distribuciones mecánico-cuánticas de Fermi-Dirac y Bose-Einstein, para gases ideales con masa y sin masa como fotones y neutrinos

con potencial químico nulo, determinamos sus funciones de partición y sus ecuaciones para procesos adiabáticos. Concluimos que los exponentes en estas ecuaciones adiabáticas no son razones de capacidades caloríficas como las de Poisson en el caso clásico.

[M9280] Las ecuaciones fenomenológicas de Onsager en el transformador eléctrico Osbaldo Isaías Palacios Hernández* (*osbaldo.palacioshr@uaem.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Gabriel Valencia Ortega (*herr87gabe12@gmail.com*), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Usando el formalismo de los procesos irreversible en un transformador eléctrico, modelado como convertidor de energía isotérmico no estacionario, exploramos el cumplimiento de las relaciones de Onsager y encontramos las ecuaciones fenomenológicas. Dada la naturaleza de las ecuaciones dinámicas de este convertidor (ecuaciones integrodiferenciales), es necesario aplicar una transformación integral (transformada de Laplace) para obtener ecuaciones que estén en el espacio de frecuencias y puedan ser invertibles. Estas transformaciones conducen a coeficientes fenomenológicos dependientes del tiempo, así los parámetros identificados como coeficiente de acoplamiento y razón de fuerza son funciones del tiempo. El transformador eléctrico exhibe un comportamiento particular en las funciones características que está determinado por la naturaleza de cada uno de sus elementos no pasivos. Se muestran condiciones adecuadas para obtener un compromiso entre el modo de operar el convertidor y su diseño.

[M9299] Aproximación tipo BGK para la ecuación de Boltzmann que modela la dinámica de las negociaciones de alta frecuencia en un mercado de divisas Guillermo Chacón Acosta (*guillermo.chacon.acosta@gmail.com*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD CUAJIMALPA; Alma Rocío Sagaceta Mejía* (*alma.sagaceta.mejia@gmail.com*), Universidad Iberoamericana; *Expositor.

En este trabajo se estudia la dinámica de las negociaciones de alta frecuencia en un mercado de divisas. Se observa que dichas negociaciones tienen un comportamiento browniano y se propone una ley empírica microscópica a partir de la cual se deriva una ecuación similar a la ecuación de Boltzmann. Para comprender más sobre este fenómeno financiero se hace una analogía entre los conceptos del mercado de divisas y los que se usan en teoría cinética. Finalmente, se da la solución de la ecuación de Boltzmann en equilibrio y una solución fuera de equilibrio usando una aproximación de tiempo de relajación tipo BGK.

[M9305] Relación entre las propiedades mecánicas de la grenetina de grado bovino de propósito general enfriada lentamente y la concentración de solución en estado hidrocólido Alejandro Sánchez Cervantes* (*linkale@ciencias.unam.mx*), Univer-

sidad Nacional Autónoma de México; Estela Margarita Puente Leos (mpl@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Andrés Valentín Porta Contreras (avporta@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Susana Orozco Segovia (sos@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Los materiales blandos se deforman fácilmente con esfuerzos del orden de los generados por fluctuaciones térmicas. Son ejemplos algunos polímeros, geles, la cera y la grenetina. Hay numerosos estudios sobre propiedades mecánicas de la grenetina basados en modelos reológicos para los sólidos blando, éstos consideran movimientos de las partículas de cartilago en solución acuosa siguiendo proposiciones teóricas ajustadas a modelos, en lugar de considerar resultados de experimentos para un sólido blando específico. En este trabajo presentamos medidas del módulo de Young y la razón de Poisson de muestras de grenetina de grado bovino de propósito general obtenidas en un proceso controlado: concentración de polvo en agua, agitación uniforme, enfriamiento lento y temperatura controlada. Se estableció la relación entre las propiedades mecánicas y la concentración en estado hidrocoloide. El resultado será extrapolado a un modelo viscoelástico de materiales orgánicos de interés biomédico.

M9351 **Magnitudes de influencia en la calibración de termómetros de radiación debajo del punto fijo de la plata** Ivis Hernández Lázaro* (fnjiv_15@hotmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Roberto Arceo Reyes (roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

La medición de la temperatura se realizó por medio de termometría de radiación, este procedimiento es de alto interés en diversos sectores de la industria. Los valores de la temperatura deben ser trazables para aportar información que permita tomar decisiones confiables. Uno de los requisitos para que el valor medido de temperatura sea trazable es que el termómetro de radiación debe estar calibrado con ciertas especificaciones. Para la calibración de un termómetro se consideraron las magnitudes de influencia. Las incertidumbres de la calibración se subestiman cuando los efectos de alguna de las magnitudes de influencia se omiten.

M9418 **SCGLE para describir el comportamiento de partículas Brownianas activas.** Roberto Ramírez Sánchez* (rromirez@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

SCGLE para describir el comportamiento de partículas Brownianas activas.

R. Ramírez-Sánchez, M. de L. Solano-Vázquez, E. Ramírez-Solano.

Estudiamos la teoría de la ecuación autoconsistente generalizada de Langevin (SCGLE por sus siglas en inglés) para la transición vítrea de partículas Brownianas activas esféricas. Las partículas Brownianas activas se carac-

terizan por una velocidad de autopropulsión V_0 , por sus coeficientes de difusión de translación y de rotación, D_t y D_r respectivamente. Estudiamos los efectos de la autopropulsión, en la persistencia de la orientación, la longitud de persistencia y el número de Peclet, para varias densidades. Se encuentra que cerca de la transición vítrea, la dinámica depende de estas variables.

M9450 **Concentration and size effect on the novel size-selective particle purification method based on the critical Casimir forces** Jose Ramon Villanueva-Valencia* (r.villanueva@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Hongyu Guo (hyguo@udel.edu), University of Delaware; Center for Neutron Research, National Institute of Standards and Technology; Ramón Castañeda Priego (yun.liu@nist.gov), Universidad de Guanajuato; Yun Liu (yun.liu@nist.gov), University of Delaware; Center for Neutron Research, National Institute of Standards and Technology; *Expositor.

Critical Casimir force is a long-ranged interaction between particles dispersed in binary solvent generated when the solvent is close to its demixing temperature. Recently, it has been demonstrated that this critical density fluctuation induced interaction can cause the particle size-sensitive aggregation, and is thus used as an efficient way to purify nanoparticles by sizes for small nanoparticles at very low concentrations. Here, combining small angle neutron scattering and dynamic light scattering, we investigate the effects of size and concentration on this particle size separation method.

M9480 **El Fenómeno de Mojado en Superficies Rugosas** Gregorio Sánchez Balderas* (gbalderas@ifisica.uaslp.mx), INSTITUTO DE FÍSICA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ; José Elías Pérez López (elias@ifisica.uaslp.mx), INSTITUTO DE FÍSICA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ; *Expositor.

En este trabajo estudiamos el fenómeno de mojado de superficies sólidas rugosas y el efecto de un parámetro de área sobre el valor del ángulo de contacto (θ). El impacto de la rugosidad superficial es estudiado de forma sistemática sobre el $\cos \theta$ con diferentes líquidos, evidenciando su variación suave con el incremento del factor de área. Para este trabajo fabricamos películas de poliestireno (PS) y caracterizamos su topografía mediante microscopía de fuerza atómica (AFM), para medir el ángulo de contacto utilizamos gotas de $5\mu L$ de etilenglicol, glicerol y agua. Mediante la teoría de la ecuación de estado (EQS) calculamos la energía superficial (γ_{sv}) aparente en las películas fabricadas, donde se revela un decremento del tipo exponencial con el incremento del factor de área. Con los valores obtenidos de la γ_{sv} reescribimos la función de estado y obtenemos la ecuación de Berthelot para el mojado de superficies rugosas.

M9491 **Cinética de cristalización de sistemas coloidales altamente concentrados** *Pedro Diaz Leyva* (pdleyva@xanum.uam.mx), *Universidad Autónoma Metropolitana*; *José Inés Jiménez Aquino* (ines@xanum.uam.mx), *Universidad Autónoma Metropolitana*; *Anna Kózi* (akozina@unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Néstor Daniel Rangel Palestino* (nestor.palestino@gmail.com), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Giovani Rivera Peña** (vani_90.k@hotmail.com), *Universidad Autónoma Metropolitana*; **Expositor*. En el siguiente trabajo se estudia sistemáticamente la cinética y morfología de los fenómenos de cristalización observados en sistemas coloidales altamente concentrados, pero sin llegar a la transición vítrea. Se analizarán e interpretarán factores estáticos de estructura obtenidos por dispersión de luz estática LSD.

M9517 **Efecto Hall bajo la influencia de fluctuaciones térmicas** *Angel Octavio Parada Flores** (angel.parada@alumno.buap.mx), *Colegio Cultural*; *Melissa Ledesma Olmos* (melissa.ledesma@alumno.buap.mx), *Centro de Bachillerato Tecnológico*; *Jorge Velázquez Castro* (jorge.velazquezcastro@correo.buap.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor*.

El efecto Hall consiste en la generación de un voltaje como consecuencia de la separación de cargas generada debido a la fuerza de Lorentz que un campo magnético ejerce sobre las cargas en movimiento. Este fenómeno tiene diversas aplicaciones, como por ejemplo en la fabricación de sensores de posición, mantenimiento de instrumentos musicales e incluso en propulsores. Es por lo anterior, que la descripción de éste fenómeno con gran precisión toma una gran importancia. Además, con la miniaturización de los dispositivos, los efectos térmicos comienzan a ser significativos. En este trabajo se analizan los efectos de las fluctuaciones térmicas en el efecto Hall. En particular se plantea una ecuación tipo Langevin tomando en cuenta la fuerza de Lorentz sobre los electrones en movimiento. Se realizan simulaciones por computadora para encontrar el potencial promedio como función de la temperatura.

M9518 **Inertial active matter subject to a shear flow** *Luis Gutiérrez Melgarejo** (luisgtz1796@gmail.com), *Universidad Autónoma Metropolitana*; *Mario Sandoval Espinoza* (sem@xanum.uam.mx), *Universidad Autónoma Metropolitana*; **Expositor*.

Active matter is a collection of particles able to take energy from their environment and convert it into motion. Recently, a huge amount of literature has been concerned to understand these systems only in the overdamped limit. Here, we extend previous works by considering the underdamped situation, that is, mass and moment of inertia of active matter are fully considered. We then treat the movement of spherical non-interacting self-propelled particles randomly moving, and in the presence of a shear flow. We theoretically calculate the diffusion tensor of this system

and its respective orientation correlation matrix containing the information of the moment of inertia. After that, the effect of the external shear flow on the diffusion of this system is elucidated. The analytical results are corroborated by using Brownian dynamics simulations.

M9527 **Time-dependent self-propulsion in a system of active matter with inertia** *Luis Lorenzo Gutiérrez Martínez** (luislgm001@gmail.com), *Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa*; *Mario Sandoval Espinoza* (sem@xanum.uam.mx), *Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa*; **Expositor*.

Most of the theoretical works reported so far on active matter (collection of self-propelled particles) neglect inertia and assume that the particles have a constant intrinsic speed, which is far from reality. In this work, we propose a model in which the active particles have non-negligible inertia and a time-dependent propulsion speed. In particular, we consider three different periodic functions that model the propulsion speed. We solve those systems theoretically and find their mean-square displacement tensors and mean-square speeds. These results may shed light on the motion of active matter present in nature as for example unicellular organisms, macroscopic animals and even synthetic self-propelled particles like vibrating disks.

M9528 **Modelo de dos factores para la valuación de opciones sobre tipo de cambio** *Ma. De Lourdes Najera López** (malourdesnl@yahoo.com), *Universidad Autónoma del Estado de México*; *Máximo Augusto Agüero Granados* (makxim@gmail.com), *Universidad Autónoma del Estado de México*; **Expositor*.

La desregulación financiera de los últimos años ha venido imponiendo nuevas condiciones a la competencia entre los propios intermediarios financieros bancarios y no bancarios, lo que dio pie a una sucesión de burbujas financieras especulativas de dimensiones sorprendentes y de manera irracional (Schiller, 2003; Stiglitz, 2002). Por lo tanto, la medida preventiva más importante para enfrentar una crisis imprevisible, de la que ningún país está exento, es la administración de riesgos oportuna a través de productos derivados y de manera específica por medio de opciones sobre tipo de cambio, valuadas por el modelo de Heston que involucra dos ecuaciones diferenciales estocásticas, resueltas por medio del método numérico Nelder Mead, otorgando precios justos para que el inversionista se cubra del riesgo ante altas volatilidades del tipo de cambio y tasas de interés.

M9555 **Estudio de la estructura de partículas superparamagnéticas sobre una superficie cilíndrica mediante simulación de Monte Carlo.** *Alejandra De La O Delgado** (exrrraordinaria456@gmail.com), *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS*; *Said Aranda Espinoza* (aranda@mail.ifisica.uaslp.mx), *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ*; *Tonatiuh Saucedo Anaya* (tsaucedo@fisica.uaz.edu.mx),

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS; Perla Xochil Viveros Méndez (xviveros@fisica.uaz.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS; *Expositor.

En este trabajo se estudia la estructura que forman partículas superparamagnéticas confinadas sobre una superficie cilíndrica, bajo la influencia de un campo magnético externo. El estudio se hace mediante simulación de Monte Carlo en el ensamble canónico. Las partículas superparamagnéticas son modeladas como esferas duras con una interacción por pares tipo dipolar magnético. Se hace un estudio sistemático para diferentes valores de la concentración de partículas y de la amplitud del potencial dipolar magnético.

M9575 **Primera Ley de la Termodinámica y su relación con ejercicio anaeróbico** Jorge Alfonso Bello Cantú* (jalbec21@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Patricia Mendoza Méndez (patriciamdzmdz@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se sabe que la energía proporcionada por los alimentos, durante la digestión, se transforma y mantiene el funcionamiento de nuestro cuerpo. De este modo, al realizar cualquier actividad física parte de esa energía es transformada en trabajo mecánico. En particular, el ejercicio anaeróbico caracterizado por actividades breves basadas en la fuerza y de gran intensidad hacen necesario la determinación del gasto al rendimiento energético. En este trabajo en analogía al cálculo del coeficiente de eficiencia térmica, determinaremos el coeficiente energético en el caso concreto del levantamiento de pesas, con el propósito de cuantificar las calorías necesarias para una sesión promedio de entrenamiento.

M9592 **Efecto de las fluctuaciones de adaptabilidad en la coexistencia de especies.** Nelly Grethel Gutiérrez González* (grethel-gutierrez@outlook.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Velázquez Castro (jorgevc@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La coexistencia entre especies en ecología es un problema que se ha podido abordar gracias a las técnicas de análisis de la dinámica no lineal y los conceptos desarrollados en la teoría de sistemas complejos. En este trabajo se analiza la coexistencia de dos especies vista como una propiedad emergente de un sistema complejo. En particular, se estudia el efecto de la adaptación de los individuos modelado como un proceso estocástico en la coexistencia de especies. En este sistema, la capacidad de adaptación se toma como parámetro de orden y se analiza la transición coexistencia-no coexistencia de las especies. Como la capacidad de adaptación está caracterizada por la magnitud de un proceso estocástico subyacente, la transición entre la fase de coexistencia es debido a la magnitud de las fluctuaciones.

M9595 **Modelo energético progresivo del cuerpo humano** Jade Rubí Aragón López* (jadel.aragon25@gmail.com), Universidad de Sonora; Luis Aarón Cerón Ramírez (aaron.161093@gmail.com), Universidad de Sonora; Ricardo López Esparza (ricardo.lopez@unison.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.

Se revisa la energía del cuerpo humano en las escalas macroscópica, microscópica y nanoscópica. Empezando con el intercambio de energía con el medio ambiente (radiación solar, transferencia de calor por diferencia de temperatura y convección), se usa la conservación de la energía para construir un modelo para considerar ganancias y pérdidas de energía en la piel, músculos, órganos y células. A nivel micro y nanoscópico, se analizan las energías asociadas a proteínas, ATP, flujos e intercambios en moléculas.

M9679 **Eficiencia de una celda Peltier sometida a condiciones ambientales** 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 (ragustin@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Saul Hernandez Mariscal (shernandez@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Enrique Varela Carlos (enrique.varela@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. La estimación de la eficiencia de la celda fue realizada en el campus de la BUAP a una altitud de 2135 m.s.n.m bajo las condiciones que prevalecen en el sitio. A fin de someter la placa una diferencia de temperatura alta, se diseñó un sistema óptico a base de una lente de fresnel cóncavo. Este sistema se montó sobre una estructura mecánica contralada con electrónica de potencia Arduino con un grado de libertad en el ángulo cenital. Los cambios de temperatura y voltaje en la celda Peltier fueron adquiridas por sensores en la plataforma Arduino. La adquisición y almacenamiento de los datos fueron llevados a cabo por una placa reducida Raspberry. En este trabajo reportamos la eficiencia eléctrica de la celda Peltier bajo este arreglo experimental y bajo las condiciones ambientales señaladas.

M9705 **Ecuación maestra de epidemias SIR en redes metapoblacionales** Jorge Velázquez Castro (jorgevc@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Francisco Javier Méndez Huerta* (javymh9511@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En el estudio de propagación de epidemias se han empleado los conceptos de teoría de redes. Dependiendo de ciertas características y medidas de la red, una epidemia puede o no propagarse en ella. Por otra parte, cuando una epidemia apenas comienza, es necesario hacer una descripción

estocástica de la misma debido a que las fluctuaciones toman importancia en poblaciones pequeñas. En este trabajo se plantea la ecuación maestra que describe el contagio en un proceso Susceptible-Infecioso-Recuperado (SIR) en una red metapoblacional. Se encuentra la función generadora del proceso y se analiza la dependencia del grado promedio de la red con la probabilidad de invasión de la enfermedad a todo el sistema.

M9828 **Estimación de la contribución de fonones al calor específico de tres metales** Michelle Itzel Benítez Sánchez* (*benitezmichel68@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Juan Manuel Maldonado Alonso (*juan.maldonadolns@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Ivan Arturo Pla Guzmán (*ivanpg05@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Giovanni Gamaliel López Padilla (*giovannilopez9808@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Se determinó la temperatura de Debye para el aluminio, el cobre y el hierro mediante la experimentación de la exposición del metal con nitrógeno líquido a temperatura ambiente. Se observó la variación de la masa con respecto al tiempo hasta el momento en el que el sistema entró en estado de equilibrio. Con los datos obtenidos se resolvió numéricamente una ecuación trascendente con la cual se pudo obtener la temperatura mencionada y aparte el calor específico de los tres metales; y finalmente se aborda un modelo de aplicación y comparación en el uso de tales metales en la física del estado sólido.

M9836 **Tensión superficial de películas líquidas de SDS en presencia de sal monovalente** Araceli Arteaga-Jiménez (*arateaga@gmail.com*), Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada-Querétaro, IPN; Luciano Martínez-Balbuena* (*mtz.luciano@gmail.com*), Departamento de Investigación en Física, UNISON; Ernesto Hernandez-Zapata (*ernestohertz@hotmail.com*), Departamento de Recursos de la Tierra, Unidad Lerma, UAM; César Márquez-Beltrán (*cmarquez@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física, BUAP; *Expositor.

Se considera una monocapa de surfactante iónico que se forma en solución acuosa en presencia de sal monovalente. El sistema se modela como una superficie plana con una distribución uniforme de carga en presencia de coiones y contraiones puntuales que representan la disposición de sal en la solución. El surfactante puede adsorberse o desorberse de la superficie. Se propone una expresión para el gran potencial modificado del sistema como funcional de las distribuciones de coiones, contraiones y moléculas de surfactante en la solución. Éste incluye contribuciones debidas a la entropía de mezcla de los iones en la solución, la interacción electrostática de los iones libres entre sí y con la superficie cargada, la energía de adsorción de las moléculas de surfactante, así como la interacción del sistema con reservorios de sal y de presión. Se deduce una

expresión para la tensión superficial como función de las densidades de bulo de surfactante y de sal monovalente.

M9866 **EL LEÓN NO ES COMO LO PINTAN O DICHO DE OTRO MODO: VISTOS AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO, ¿SON BICHOS TODOS LOS QUE PARECEN SERLO?** Gerardo Daniel Fernández Sánchez* (*xgfs@yahoo.com*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.

Resumen Un desarrollo en ondas parciales de las ondas planas, esféricas, y gaussianas permite obtener funciones base cuya combinación ponderada reproduce las ondas mencionadas. Llama la atención que las componentes de orden más bajo se parecen mucho a muchas de las fotografías que vemos producidas por los microscopios electrónicos y que en esta interpretación sólo representarían la luz dispersada por pequeños dispersores como lo pueden ser motas de polvo, cuyo tamaño es semejante al de la componente n-ésima y en ese caso sufre dispersión y la vemos en el microscopio, las otras componentes por ser de mucho mayor tamaño producen un campo cuasi estático para el dispersor en cuestión y no las vemos, en medio hay toda una gama de imágenes mezcladas posibles. Quizá las consideraciones anteriores pueden tener un valor práctico para la medicina, la farmacología o la Biología.

M9878 **Irregular density distribution diagrams for the study of coexistence phases** Marcos Suárez Muñoz* (*msuarez1794@gmail.com*), Universidad Veracruzana; Adrián Arturo Huerta Hernández (*adrian.huerta@gmail.com*), Universidad Veracruzana; Andriy Trokhymchuk (*adtrokhymchuk@gmail.com*), National Academy of Sciences, Lviv, 76011, Ukraine; *Expositor.

In this work we use an irregular partition of the space to determinate the phase diagram of the square well model. This could be useful to understand the high temperatures limit of the phase diagram, in this particular case, corresponds to a pure hard disk model. An irregular partition ranging from fluid to solid phase have been proposed, and find, to be useful to clearly show the phaseH separation.

M9900 **Calentamiento del gas coronal por espículas tipo II** Elton Everardo Díaz Figueroa* (*elton.dzfg@outlook.com*), Instituto Politécnico Nacional; Gonzalo Ares De Parga Álvarez (*gadpau@hotmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

El origen de la anómala temperatura de la corona solar ha sido uno de los grandes problemas de la astrofísica desde hace más de 70 años. Diversas teorías se han propuesto para explicar los 1 MK en la atmósfera superior del Sol, sin embargo, ninguna de ellas se ha considerado completa hasta el momento. En este trabajo se implementó un modelo termodinámico en el régimen clásico a los fenómenos cromosféricos y coronales llamados espículas tipo II y CMEs, respectivamente; con el objetivo de encontrar una fuente energética alterna que pudieran estar otorgando calor a la

corona. Lo que se encontró fue que el gas propulsado en ambos fenómenos choca con el gas coronal mucho menos denso y en estado de reposo produciendo una inyección de calor debido a la conservación del momento y la energía de ambos gases con velocidades relativas. La temperatura del gas resultante de la mezcla resultó ser del orden de magnitud encontrado en algunas zonas de la corona.

M9923 **Diseño y desarrollo de un modelo matemático para la visualización de imágenes térmicas usando hardware libre.** Juan Carlos Corona Oran (*jccorona@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; Alejandro Daniel González Vargas* (*alejandrodanielgv@hotmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; Diego Pérez González (*d.perez.g.1999@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

Desarrollamos el modelo matemático para la construcción de imágenes térmicas adquiridas con un termolocalizador (SMF-1797, Congreso Nacional de Física 2018, Puebla, Méx.) presentado en trabajos anteriores. Usando la información obtenida con tres termómetros tipo termistor medimos la diferencia de temperatura en diferentes distancias. Con los resultados presentados anteriormente mostramos que podemos medir temperaturas con precisiones de centésimas de grado. El modelo matemático nos relaciona la distancia relativa de la fuente de calor a los diferentes termistores. Usando técnicas computacionales y software especializado (R y python) generamos la imagen térmica. Presentamos los resultados preliminares de un prototipo en TRL 4.

M9925 **Optimización del muestreo del espacio configuracional de mezclas binaria con carga usando el método de Monte Carlo.** Juan Carlos Corona Oran (*jccorona@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; Elena Ramírez Rodríguez* (*kesodog28@hotmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

Proponemos una variante en las funciones de distribución para optimizar el desplazamiento de las partículas del método de Monte Carlo para el estudio de fluidos simples y mezclas binarias con asimetrías en tamaño y carga. Las modificaciones propuestas optimizan la búsqueda en el espacio de configuraciones mejorando el muestreo estadístico. Las reglas de aceptación se modifican en función de la temperatura y densidad reducidas. El reto computacional en el estudio de sistemas cargados reside en el cálculo eficiente de las contribuciones al potencial de largo alcance. Existen métodos como el de Wolf para el cálculo de las interacciones electrostáticas, con los que comparamos. Mostramos un estudio sistemático explorando densidades y temperaturas recalculando el diagrama de fase para un fluido de Lennard-Jones y modelo primitivo. Mostramos resultados para función de distribución radial, energía potencial y capacidad calorífica, por mencionar algunos parámetros.

M9938 **Trinquetes térmicos forzados** Oliver Contreras Vergara* (*ocv_26494@hotmail.com*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Norma Sánchez Salas (*norma@esfm.ipn.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; José Inés Jiménez Aquino (*ines@xanum.uam.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA; *Expositor.

Consideramos el movimiento sobre amortiguado de una partícula browniana en un potencial periódico. La segunda ley prohíbe cualquier velocidad de arrastre neto aún en el caso del rompimiento de la simetría del potencial. Sin embargo, si la partícula está sujeta a una fuerza externa con correlación temporal, entonces se pierde el balance detallado y la partícula puede experimentar una velocidad de arrastre neta distinta de cero. Entonces el rompimiento de simetría y las correlaciones temporales son condiciones suficientes para el transporte. Consideramos también el estudio del trinquete en presencia de un campo magnético.

M9967 **Equipo para determinación de calores específicos usando Arduino** Diana Lizeth García Pérez* (*y_liz_28@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Luis Mario Arellano González (*Luis.m.arellano.g.3dv@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Patricia Mendoza Méndez (*patriciamndzmdz@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Roberto Alvarez Zavala (*ralvarez@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Con el fin de comprender mejor los conceptos de calor y temperatura, presentamos un equipo llamado calorímetro, el cual es con material casero y un sensor de temperatura, este último usando la electrónica y programación ofrecido por Arduino. Nuestro calorímetro será capaz de medir el calor específico de sólidos y líquidos, para demostrar su efectividad los resultados obtenidos de nuestro dispositivo serán comparados con los resultados que ofrece un calorímetro de la marca alemana Phywe y los reportados en la literatura. Con este trabajo se planea tocar puntos pedagógicos pues se podrán explicar mejor algunos conceptos de termodinámica, hacer más eficiente el equipo, puntos de innovación ya que nuestra propuesta será una versión innovadora del calorímetro convencional el cual está motivado en la importancia del uso de la tecnología y software, así como la aplicación del conocimiento científico y por supuesto un punto económico dado que este trabajo será más económico que el original.

M9983 **Experimento para la determinación de la constante de Boltzmann** Diana Ivonee Huitzil Sosa* (*divonhs@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; José Guadalupe Santiago Santiago (*jsan.30@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Preparatoria Alfonso Calderón Moreno; Patricia Mendoza Méndez (*pmendoza@fcfm.buap.mx*), Benemérita Univer-

idad Autónoma de Puebla. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.

En este trabajo determinaremos experimentalmente la constante de Stephan Boltzmann. Para ello, conectaremos un alambre de nicrom a una fuente de voltaje variable y mediremos la intensidad de corriente que circula por él con la ayuda de un multímetro, de ésta forma calcularemos la potencia eléctrica. Como sabemos, el alambre de nicrom al ser conectado a la fuente de voltaje, éste aumentará su temperatura debido al paso de la corriente. Tomaremos lecturas de la temperatura conforme aumentamos el voltaje de entrada. Es importante señalar que el termómetro será construido con un sensor DS18B20 tipo sonda y un micro-controlador basado en Arduino. Finalmente, con los datos obtenidos, se obtendrá la constante Boltzmann.

M91055 **Análisis termodinámico de un sistema RAD** Noribeth Fuentes González* (*norifug@hotmail.com*), Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas; Néin Farrera Vázquez (*nein.farrera@unicach.mx*), Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas; Sergio Mendoza Vázquez (*smendoza@unach.mx*), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

Un sistema de refrigeración por absorción difusión (RAD) funciona con el principio de un ciclo termodinámico de refrigeración por absorción, similar al ciclo de refrigeración por compresión de los refrigeradores y sistemas de climatización convencionales, la diferencia radica en que los sistemas RAD requieren para su funcionamiento energía térmica mientras que los sistemas por compresión energía mecánica. En este trabajo se presenta un análisis termodinámico teórico mediante el software ASPEN de un sistema RAD, obteniendo las condiciones óptimas de operación y el coeficiente máximo de desempeño.

M91058 **Adaptación de una mesa de aire didáctica para el estudio del paisaje de energías de 1 a 5 discos duros confinados en una región plana** Duddy Rafael Gómez Vargas* (*eldoddygomez@gmail.com*), Universidad Veracruzana; Mauricio Gálvez Rodríguez (*mgr2804@hotmail.com*), Universidad Veracruzana; Jesús Eduardo Hermosilla Díaz (*hermosilladiaz@gmail.com*), Universidad Veracruzana; Adrián Arturo Huerta Hernández (*adhuerta@uv.mx*), Universidad Veracruzana; *Expositor.

El Laboratorio de Materiales Blandos, Simulación y Cálculo numérico, ubicado en la facultad de física de la Universidad Veracruzana, tiene como uno de sus objetivos desarrollar investigaciones en las áreas de materia blanda y cálculo numérico, así como proveer a los estudiantes un primer contacto con las actividades formales de investigación en el área de física. En el presente trabajo se plantea estudiar experimentalmente, la generación del paisaje de energías de un sistema de 1 hasta 5 partículas, en donde las fuerzas de origen entrópico juegan un papel fundamental. Así como ilustrar mediante este dispositivo el papel que juega la restricciones de movimiento en la formación

del paisaje de energía, [1]. 1.Huerta, A., Toledo-Marin, J. Q., & Naumis, G. G. (2019). How the overlap of excluded volume determines the configurational energy landscape and” thermodynamics” in the” one to five hard disks in a box” system. arXiv preprint arXiv:1903.09100.

M91119 **Un estudio de las bases termodinámicas de la medida de la actividad acuosa en alimentos: Teoría y Experimento.** Enrique Martínez Blanco* (*matozlp401@gmail.com*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Daniela Canul García (*danncami@gmail.com*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Patricia Mendoza Méndez (*patriciamndzmdz@gmail.com*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Roberto Alvarez Zavala (*quiah.editorial@gmail.com*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.

Con el propósito de comprender cómo la termodinámica permite entender los fenómenos físicos asociados a la conservación o el deterioro de los productos alimenticios, en este trabajo estudiamos la forma en la que está el agua en los alimentos y la manera en cómo interactúa con los demás componentes y su efecto en la conservación. De manera concreta, la cantidad de agua o humedad presente. Debido a que independientemente del método utilizado para la determinación de la humedad, el valor que se obtiene es un valor total del contenido de agua presente en el alimento, pero no nos proporciona información respecto a la forma de cómo está el agua o su distribución en el producto, es que determinamos la actividad acuosa para obtener esta información de manera aproximada. En este trabajo utilizamos un higrómetro de punto de rocío automatizado, el cual emplea la electrónica y software proporcionados por Arduino como método de medición de la actividad acuosa en muestras de panela granulada.

M91155 **Configuración experimental de un sistema granular confinado a cuasi-2D** José Gustavo Vázquez Espinoza* (*gvaesp@gmail.com*), Universidad Veracruzana; Adrián Arturo Huerta Hernández (*adrian.huerta@gmail.com*), Universidad Veracruzana; *Expositor.

Se presentan los resultados de un aparato vibracional de partículas esféricas con diámetro $d=5.8$ mm dentro de una caja de acrílico de dimensiones $L_x=L_y=17.24d$. El confinamiento a lo largo del eje z es producido por la distancia de separación entre placas de acrílico, $L_z=1.56d$. La configuración de este sistema experimental nos permite filmar videos para rastrear las posiciones de nuestras partículas a lo largo del los ejes x y y . Se utiliza una fuente de iluminación por debajo para tener el contraste de las esferas, sin embargo, estas son translúcidas, por lo cual se propone un método aproximado para estimar la posición en z de cada partícula. Con esto, se calcula las distribuciones de velocidades en los 3 ejes, dando una descripción dinámica del sistema. Para describir el comportamiento estructural,

se varía el número de partículas, calculando la función de distribución radial $g(r)$.

M91156 **ESTRATEGIA DE CONTROL EPIDEMIOLÓGICO BASADA EN ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE UN MODELO DE RED METAPOBLACIONAL** Jorge Luis Lara Sosa* (*lara_9925@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Velázquez Castro (*jorge.velazquezcastro@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En la actualidad, las estrategias de control epidemiológico no sólo deben de tomar en cuenta la efectividad de la acción de control, sino también su costo. En las grandes ciudades, normalmente, no es posible hacer una cobertura que abarque toda la ciudad. Es por esto que se deben elegir los lugares de las campañas de control y prevención de manera estratégica para lograr el máximo impacto y la menor propagación de la enfermedad. En este trabajo se plantea un modelo de la propagación de una epidemia en una red metapoblacional. El modelo se representa con un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales. Posteriormente, se hace un análisis de sensibilidad en los parámetros del modelo que nos permita identificar los sitios y tipos de acciones de control más efectivos. Esta metodología podrá servir para diseñar estrategias de control espacialmente distribuidas dada una cantidad limitada de recursos.

M91161 **Análisis estadístico de las secuencias codificantes (CDS) y no codificantes (NCDS) basado en multifractales.** Gabriela Durán Meza* (*igabydu@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa; José Luis Del Río Correa (*jlrc@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa; Jeanett López García (*jeanettlg@hotmail.com*), Escuela Superior de Física y Matemáticas.; *Expositor.

Realizamos un análisis estadístico de las secuencias codificantes (CDS) y no codificantes (NCDS) basado en multifractales, de organismos principalmente eucariotas. Empleamos un algoritmo que lee la secuencia de nucleótidos como una secuencia simbólica de caracteres y la traduce al lenguaje del intervalo unitario escrito en base cuaternaria. Cada número en base 4 tiene asociada una función contractiva, con las cuales se forma el operador de Hutchinson W de un sistema de funciones iteradas (SFI). Usando W calculamos la frecuencia con que aparece una determinada subsecuencia en la secuencia completa de ADN, y se construye el espectro multifractal.

Se analizan los parámetros de los espectros multifractales de las CDS y NCDS para cuantificar el nivel de multifractalidad y la redundancia genética de cada región.

M91172 **Régimen de máxima función compromiso para modelos irreversibles de un motor térmico** Sergio Levario Medina* (*levario@esfm.ipn.mx*), Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico

Nacional; Luis Antonio Arias Hernández (*larias@esfm.ipn.mx*), Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

En algunos modelos para motores térmicos fuera de equilibrio, donde se considera la competencia entre la potencia y la disipación del convertidor, se logran alcanzar regímenes de operación óptimos al emplear funciones objetivo como la generalización de la función ecológica. Para medir el balance entre estas funciones características, se propuso una relación que compara a la potencia y disipación en el régimen antes mencionado con respecto al régimen de máxima potencia. Posteriormente, esta función, llamada "Función Compromiso" ($C_{P\Phi}$), se utilizó para seleccionar un valor de algunos parámetros de generalización en ciertas funciones objetivo generalizadas, demandando que dichos parámetros maximizaran a $C_{P\Phi}$. En este trabajo, demostramos que $C_{P\Phi}$ puede usarse directamente como una función objetivo, y lo relacionado a las generalizaciones antes mencionadas son casos particulares de esta función. Estos resultados se presentan para un modelo totalmente irreversible

M91277 **Efecto de las vacancias en la 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*), UNAM; *Expositor. Para un gas ideal de Bose dentro de un cristal imperfecto reportamos el efecto del número de vacancias en el cristal sobre su temperatura de condensación Bose-Einstein (CBE). El cristal imperfecto se modela con un potencial peine de Dirac al que se le van quitando al azar un porcentaje del total de deltas. Calculamos el espectro de energías de una partícula en el cristal con un número de vacancias resolviendo la ecuación de Schrödinger correspondiente con el método de diferencias finitas. Con el espectro de energías calculamos el potencial químico, la fracción condensada y el calor específico isocórico cuyo máximo usamos para fijar la temperatura de CBE considerando los efectos de tamaño del sistema. Concluimos que la temperatura crítica T_c de CBE como función del porcentaje de vacancias parte del valor de T_c para una vacancia, crece "rápidamente" hasta un máximo y baja suavemente hasta cero. Agradecemos el apoyo parcial de la DGAPA-UNAM a través del proyecto PAPIIT-IN110319

M91348 **Análisis de la Red Social de Twitter los Políticos Mexicanos Usando Redes.** Alejandro Puga Candelas (*apuga@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas.; María Guadalupe Olmos Andrade* (*lupitaolmos1997@gmail.com*), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El impacto de las redes sociales virtuales ha sido un hecho indudable. Desde el verano árabe, pasado por la elecciones en EEUU y muchos más ejemplos que vemos en la vida co-

tidiana. En este trabajo se utilizó la red social de Twitter para analizar la red de los políticos Andrés Manuel López Obrador, Felipe Calderón Hinojosa y Vicente Fox Quesada por considerarlos los más representativos en la vida de dicha red social. La información que proporcionó la red social nos permitió generar la red de seguidores de cada político y con la maquinaria matemática que se tiene de la Teoría de Redes Complejas se analizaron cada red para encontrar sus similitudes y diferencias, detectar anomalías en la conformación de la red, cliques, etc. Este estudio se puede ser muy útil para sociólogos, personas que estudian el comportamiento humano para comprobar teorías sociales que hasta ahora no habrían sido posibles sin la ayuda de computadores y códigos desarrollados por científicos en la ciencia de los grandes

M91384 **Caracterización de hidrogeles base ALG-PEG como agentes encapsulantes** *Maria Del Rosario Flores González (rosario.1705.f@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Juan Carlos Arteaga Arcos (jcarteaga_mx@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; Miguel Mayorga Rojas (migmayorga@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Lorena Romero Salazar* (lorsmexico@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.*

La encapsulación ha sido definida como la tecnología mediante la cual un compuesto de interés es confinado dentro de una matriz, con el objetivo de aislarlo en un sistema que permita transportar y manipular el activo sin comprometer sus propiedades. Una de las alternativas para garantizar la conservación del compuesto es el hidrogel como agente encapsulante. Para validar la función de dicho hidrogel se realizó un protocolo experimental y un modelo teórico; el primero fue el análisis experimental de la deshidratación del hidrogel mediante el seguimiento del diámetro de las perlas como función de la temperatura y del tiempo. La evaluación se realizó utilizando seis formulaciones base alginato y polietilenglicol. La información experimental así obtenida, fue utilizada para el modelo de deshidratación basado en la metodología de la termodinámica irreversible lineal. Determinando así las formulaciones más estables para una liberación a corto y a largo plazo.

M91392 **Procesos de difusión de partículas Brownianas sobre la esfera** *Adriano Váldez Gómez* (adriano@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 algoritmo computacional para estudiar los procesos de difusión sobre la esfera. El algoritmo es comparado con resultados analíticos obtenidos del proceso estocástico de Wiener sobre la esfera y es extendido para realizar estudios del proceso estocástico de Ornstein-Uhlenbeck. Se presenta también un análisis de los efectos

de potenciales externos en dichos procesos. Se agradece a DGAPA-PAPIIT-UNAM IN114717.

M91536 **Cálculo de la deficiencia eléctrica en generadores eólicos por pérdida en forma de energía térmica.** *Juan Daniel Manzano Salas* (dmanzanos99@gmail.com), Instituto Tecnológico de Hermosillo; Said Horacio Encinas Jardines (saibo12@hotmail.com), Instituto Tecnológico de Hermosillo; Luis Ignacio Lomeli Galaz (luis_ilg@hotmail.com), Instituto Tecnológico de Hermosillo; Gregorio Alejandro Vejar Delgado (profesor_vejardelgado@hotmail.com), Instituto Tecnológico de Hermosillo; Kassim José Mendoza Peña (maestro.kassim.mendoza@gmail.com), Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A.C.; *Expositor.*

Los generadores eólicos generan energía eléctrica al hacer girar una gran turbina por medio de la fuerza impartida por las corrientes de aire en una hélice. Desafortunadamente este sistema no es 100% eficiente, en él se presentan pérdidas de energía por distintos factores, tal es el caso de que una fracción de la energía cinética se transforma en energía térmica. En este trabajo se presenta un análisis energético clásico y termodinámico apoyado por herramientas computacionales para calcular cuánta energía es desperdiciada debido al efecto térmico y resaltar los factores que ocasionen dicha deficiencia.

M91539 **Estudio de Transiciones de Fase Mediante el Modelo XY** *José Dardón Sánchez (dardon@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Brandon Saúl Gómez Bravo (brandongobra@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Javier Emilio Salas Catonga* (javieremilio@ciencias.unam), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El modelo XY dos-dimensional consiste en una malla de $L \times L$ de espines, similar al modelo Ising, con la diferencia que en este caso la dirección del espín (s_i) toma valores de manera continua a lo largo de una circunferencia unitaria, es decir, $s_i = (\cos(\theta_i), \sin(\theta_i))$, conservando así su valor $|s_i| = 1$. En este trabajo se analiza de manera numérica el modelo XY utilizando métodos de Monte Carlo, estudiando el comportamiento térmico de los materiales ferromagnéticos y encontrando las regiones de temperatura (energía) donde ocurren las transiciones de fase.

M91563 **Perdido en el bosque: aproximación de Monte-Carlo** *Atahualpa S. Kraemer* (ata.kraemer@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; David P. Sanders (dpsanders@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.* ¿Cuál es la estrategia más eficiente para asegurar que se alcance el límite de una región determinada donde solo se conoce la forma de la misma? Este problema fue propuesto

hace 64 años por Bellman como uno de los problemas de minimización más importantes a resolver. Sin embargo, se han obtenido pocos resultados desde entonces, y por lo que sabemos no hay simulaciones numéricas para aproximar la solución a pesar de su importancia. En este trabajo proponemos utilizar una simulación de Montecarlo con templado para encontrar, sino la mejor estrategia, una buena. Al variar la "temperatura" observamos una transición de fase. Afirmamos todos los caminos antes de la transición representan una buena estrategia. En "bosques" convexos encontramos 2 tipos de soluciones únicamente, mientras que en bosques no convexos existe una gran variedad de soluciones.

M91574 Medición de la desaceleración de cuerpos granulares frágilmente consolidados durante impactos. Roberto Bartali (*robertobartali@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Manuel S. Colli* (*robertobartali@gmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Monserrat Contreras Grimaldo (*grimaldomonse@mail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Brandon Lindoro Enríquez Trujillo (*enriqueztrujillo@hotmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Michelle Morín Celestino (*mizhelle.kodize@hotmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Roberto Esau Rodríguez Carbajal (*robert9719@live.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Por medio de fotografía digital de alta resolución temporal, se estudian los procesos de conminución ultrasónicos de impactores granulares frágilmente consolidados. Se presentan las gráficas de velocidad y aceleración de las distintas partes de un impactor granular durante su impacto con una cama de arena o un blanco sólido. Se realizan estudios comparativos de la dinámica de conminución para diferentes grados de consolidación del impactor y distintas velocidades de impacto. Se sugiere que los grandes bloques observados en los picos centrales de cráteres lunares fueron depositados en la cúspide de dichos picos por procesos de frenado de los asteroides, análogos a los reportados en este trabajo.

M91591 Complejidad Algorítmica Como Una Mejor Medida de Aleatoriedad de Una Red Social Real José Abraham Hernández Sánchez* (*abraham.hersan@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Medir la complejidad de un objeto es la clave para clasificar e identificar su naturaleza. En un trabajo anterior fue posible cuantificar, a través de la entropía de Shannon, el impacto de una intervención psicológica realizada por un grupo de psicólogos en una red social de trabajadores de un hospital. Sin embargo, como es sabido, la entropía de Shannon contiene información sintáctica y eliminar dicha ambigüedad es muy complicado; no existe un método hasta donde se tiene conocimiento, todos son muy particulares del objeto que se este analizando. Un manera

de hacerlo es mediante la complejidad algorítmica. Esto es, a diferencia de la entropía de Shannon, la Complejidad Algorítmica es invariante en la descripción del objeto. Los resultados obtenidos coinciden con el trabajo anterior, aunque con la mejora de que la información ahora es información semántica y puede ser de gran ayuda no solo en este trabajo sino en otros estudios como por ejemplo en Biofísica donde ayudaría a interpretar

M91595 Estudio de Una Pieza Musical Usado una Red Multicapa Gabriel Rodríguez Guajardo* (*garogui10@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Existen muchos trabajos científicos en donde se usa la Teoría de Redes Complejas para analizar piezas musicales. Dichos trabajos son muy serios y con conclusiones muy interesantes, sin embargo, bajo nuestra perspectiva, el método que utilizan para construir la red es muy particular de la piezas. Esto es, funciona para ese tipo de pieza pero no se puede aplicar a otro tipo de pieza. Está muy claro que es extremadamente complicado tener un método general para construir una red de una pieza musical. En este trabajo proponemos un método basado en un novedoso concepto de la Teoría de Redes Complejas llamado Redes Multicapa. Las Redes Multicapa contiene nodos que tienen interacción en una capa -de notas por ejemplo- y se ligan en dicha capa, pero también pueden ligarse a otra capas -de altura, de instrumento, etc.- Se tomaron como ejemplo piezas para obtener las métricas por medio de Tensores de Adyacencia y su correspondiente métrica análoga. Aunque nunca se llegue a tener un método gener

M91596 Modelo Simple De Propagación De Una Epidemia Jesús Eduardo Salas Ibáñez* (*jesuseduardo.salas@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Una epidemia es una enfermedad que afecta a una fracción de la población considerable en términos del número reproductivo básico, un parámetro que representa el número promedio de infecciones secundarias debidas a un individuo infectado. Recientemente tenemos de la epidemia de la influenza A (H1N1) acontecida en 2009. El estudio del comportamiento de estas es de vital importancia, ya que se puede frenar su expansión o incluso evitar su aparición, lo que significa evitar posibles muertes de personas. En este trabajo se usó un modelo simple de propagación de una epidemia en una población una ciudad, el cual está descrito por las variables S e I que son las poblaciones de susceptibles e infectados respectivamente. Se recurrió a los datos de organizaciones de la salud, así como a estudios o artículos realizados a partir de esta epidemia para obtener los datos necesarios para aplicar este modelo y se encontraron la dinámica de las epidemia como puntos fijos, trayectorias, bifurcaciones

M91601 El Aprendizaje Automático Para La Predicción De La Disciplina De Un Potencial Atle-

ta De Alto Rendimiento Leslie Yossia Valdez Lorena* (*lesvaladez@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El Aprendizaje Automático es un campo de rápido crecimiento y rápido avance. Recientemente ha habido una explosión de aplicaciones exitosas, en todo, desde el reconocimiento de voz hasta el análisis de texto, etc. En este trabajo usamos las herramientas que sobre el Aprendizaje Automático tiene el software científico Mathematica para crear un modelo de Aprendizaje Asistido que consiste en recabar datos de páginas web sobre la composición físico-atlética de los más exitosos deportistas de diferentes ramas del deporte - natación, fútbol, atletismo, fútbol americano, basquetbol, etc. - y crear una base de datos para entrenar al modelo para que sea capaz de predecir en qué deporte un atleta en particular será potencialmente exitoso. Se creó un código que se puede acceder en línea para que cualquier persona lo pueda usar el modelo (previo permiso). Se probó con atletas profesionales y se obtuvieron datos que son consistentes con el deporte que practicaba, aunque en otros no fue el caso. Este modelo

M91627 Transporte en materia activa magnética. Santiago Manuel Aragón* (*smanuel@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física “Luis Rivera Terrazas”, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Leonardo Daniel Yépez Quechotl (*lyepeyzq@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física “Luis Rivera Terrazas”, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Fernando Donado Pérez (*fernando@uaeh.edu.mx*), Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-AAMF; José Luis Carrillo Estrada (*carrillo@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física “Luis Rivera Terrazas”, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Investigamos los fenómenos de transporte de materia activa formada por agregados de partículas magnéticas que se generan al aplicar una superposición de campos magnéticos variables triaxiales sobre una dispersión magnetoreológica. Estos agregados se forman, organizan y se mueven de manera compleja dependiendo tanto de las características de las partículas, como del campo aplicado. En particular, se estudiará el transporte y la interacción de los agregados de partículas con interfaces entre líquidos inmiscibles y con la interfase entre líquidos y agregados de lípidos.

M91678 Herramientas de análisis topológico de datos en el estudio de sistemas dinámicos discretos Brayan Alexis Ramírez Camacho* (*brayan_rc@outlook.com*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Rosalía G. Hernández Amador (*rosalia.hdez@gmail.com*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Roberto Pedro Duarte Zamorano (*roberto.duarte@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; *Expositor.

El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta de visualización para el análisis de la dinámica de un siste-

ma dinámico discreto, basada en herramientas de análisis topológico de datos. En particular, ésta se muestra en el contexto del modelo de Vicsek (C.M. Topaz, et. al.) en un espacio fase con condiciones de periodicidad en la frontera, el cual describe el movimiento colectivo de grupos de organismos. Se presenta también una comparación con otras variables de orden usualmente utilizadas, así como con la función de entropía persistente.

M91691 Estudio de propiedades térmicas del nOctadecano mediante análisis de Fourier Rubén Darío Santiago Acosta* (*ruben.dario@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México; Ernesto Manuel Hernández Cooper (*emcooper@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México; José Antonio Otero Hernández (*j.a.otero@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México; *Expositor.

Se presenta un estudio semi-analítico, basado en el análisis complejo de Fourier, del problema unidimensional de frontera móvil en un material de cambio de fase con condiciones de frontera periódicas en el tiempo. Se ejemplifica el método con el nOctadecano. Se comparan las posiciones de la interfase y los perfiles de temperatura obtenidos con este método con resultados que resultan del método de Godmann. La comparación muestra una alta concordancia y da pauta para el estudio de sistemas tridimensionales,

M91729 Exponente de Hurst de tacogramas en sujetos jóvenes sanos en actividad física Amparo Salcedo Martínez (*amparo-mtez@hotmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Nancy Gabriela Pérez López (*nancygpl@hotmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Alejandro Muñoz Diosdado* (*amunozdiosdado@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

La descripción de señales con patrones complejos generadas por sistemas fisiológicos ha sido posible por la aplicación de técnicas de la dinámica no lineal. El ejercicio puede poner en evidencia alteraciones cardiovasculares que no se notan en reposo y, por tanto, se puede utilizar como medio de valorar la función cardíaca. Se aplican dos estimaciones del exponente de Hurst: la derivada discreta de segundo orden y la adaptación basada en Wavelets a tacogramas de sujetos jóvenes sanos con un estilo de vida sedentario y sujetos jóvenes sanos normalmente activos mientras hacen ejercicio. El objetivo es evaluar el grado de persistencia o antipersistencia de los tacogramas, tanto en reposo como en actividad física. Se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos y una relación entre el reposo y la actividad física con el valor del exponente de Hurst, el cual podría ser viable para determinar al menos cualitativamente, el estrés cardíaco y la condición física.

M91750 Revisión de los modelos microscópicos de la transición vítrea Alejandro Báez Méndez* (*sniff_albame@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Uni-

versidad Nacional Autónoma de México; Adriana Andraca Gómez (*adrianaag@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En el estudio de la transición vítrea, se han planteado modelos microscópicos que pretenden describir este fenómeno desde diferentes puntos de vista: desde el estudio de los fenómenos de transporte hasta modelos para la calorimetría, los cuales no terminan por satisfacer completamente la descripción de éste. En este trabajo se hace una revisión y comparación de estos modelos, usando datos experimentales de viscosidad, difusión, capacidades caloríficas, etc., con la finalidad de hacer una propuesta de modelo que satisfaga mejor la descripción de este fenómeno.

M91751 Extrasístoles durante la actividad física en jóvenes y adultos sanos y su relación con el análisis de la dimensión fractal Nancy Gabriela Pérez López (*nancygpl@hotmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Amparo Salcedo Martínez (*amparo-mtez@hotmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Alejandro Muñoz Diosdado* (*amunozdiosdado@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

La presencia de extrasístoles ventriculares y supraventriculares es indicador de cardiopatías severas. Son frecuentes en personas con enfermedades cardíacas, pero también se presentan con menor frecuencia en sujetos sin cardiopatías, aunque hay escasa información sobre su origen. Se analizaron registros ECG de dos grupos de sujetos sin cardiopatías aparentes: Jóvenes y adultos de mediana edad. Se sugiere que las extrasístoles se presentan como un mecanismo de respuesta ante la actividad física con el objetivo de cumplir con la demanda extra de volumen sanguíneo. Por ello, en sujetos sedentarios a menor cantidad de extrasístoles, mayor número de taquicardias durante la actividad física. Lo contrario en sujetos activos, presentan tanto extrasístoles como taquicardias en menor cantidad, corroborando la tolerancia al ejercicio. Los resultados de la dimensión fractal de Higuchi de los tacogramas con consistentes con las observaciones mencionadas.

M91765 Termostato controlado por Arduino. Hugo Hernández Aceves* (*COCO_TULA@HOTMAIL.COM*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Roberto Alvarez Zavala (*ralvarez@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Patricia Mendoza Méndez (*patriciamdzmdz@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se desarrolla un equipo capaz de mantener una temperatura estable dentro de un recipiente, esto es de gran interés cuando se pretende hacer experimentos, especialmente los de termodinámica. Este equipo se usan termistores, elementos de calefacción y celdas peltier, todo controlado por Arduino. Los termistores han sido caracterizados haciendo uso de la ecuación de Steinhart-Hart. Los termistores y, como consecuencia, todo el equipo, tienen un

error de $\pm 0.02^\circ\text{C}$, lo que lo convierte en una herramienta ideal para trabajar en el laboratorio de termodinámica.

M9 Física Médica **Explanada frente a Rectoría**

M968 Modelo matemático de población de células cancerosas. Octavio Mendoza Gómez* (*octavio.mendoza@alumno.buap.mx*), 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.

El cáncer es una de las enfermedades con mayor número de muertes, esta es causada por la reproducción de células que no cumplen el ciclo de vida celular, no mueren, a estas se les conoce como anormales o cancerosas. Buscaremos el hacer un estimado del comportamiento de estas células cancerosas, es decir dar respuesta a las preguntas: ¿cómo es su crecimiento en una población de células normales?, ¿cómo desaparece la población de células normales? y ¿qué pasa cuando aplicamos medicamentos a esta población de células cancerosas?. Para lograr hacer este estimado usaremos un modelo matemático con ecuaciones diferenciales donde se analiza la propagación de una enfermedad en una población. Usaremos el lenguaje python para resolver numéricamente las ecuaciones diferenciales. Con esto buscamos entender el comportamiento de la reproducción de las células cancerosas desde un punto de vista matemático y lograr dar un mejor tratamiento para esta enfermedad.

M999 Análisis de recurrencias de la actividad cardíaca bajo actividad física a potencia constante Jorge Humberto Arce Rincón* (*harce@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM; Araceli Torres Pérez (*torrespa@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM; Jorge Nahun Guzmán Unda (*nahun_guzman@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

Una manera no invasiva de estudiar el corazón, es medir la serie de tiempos que ocurren entre los latidos. Un parámetro que se puede obtener es la variabilidad cardíaca. Se ha estudiado el comportamiento de este parámetro para personas sanas y activas, y se ha comparado con personas enfermas o sedentarias. Se ha encontrado que la variabilidad es mayor para el primer grupo y menor para el segundo. Por ello se recomienda la realización de actividad física. En este trabajo estudiamos el comportamiento cardíaco cuando se realiza actividad física a potencia constante. Como las series que se obtienen de los latidos tiene un carácter irregular, aplicamos técnicas de recurrencias (1). Para el análisis usamos el atrapamiento (1). Observamos que este aumenta con el tiempo de ejercicio. Existe una correlación inversa entre variabilidad cardíaca y atrapamiento. Habría que aclarar si son parámetros redundan-

tes o complementarios. (1) N Marwan et al. Phys. Rep. 438(2007) 237.

M9100 **Análisis de series de tiempo de los intervalos entre latidos: frecuencia, variabilidad y recuperación cardíaca.** Araceli Torres Pérez* (*torrespa@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM; Jorge Humberto Arce Rincón (*harce@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM; Jorge Nahun Guzmán Unda (*nahun_guzman@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

El electrocardiograma es un método no invasivo para estudiar el corazón. Permite medir los intervalos R-R. Los cuales se pueden estudiar en el dominio del tiempo, en la frecuencia, con diagramas de Poincare, recurrencias etc. Un parámetro sencillo es la variabilidad de frecuencia cardíaca (VFC). No hay una propuesta de rangos de desempeños basada en la VFC, como existe para la frecuencia. Estudiamos 100 voluntarios con edades entre 18 y 80 años, midiendo su promedio de R-R y su VFC. Usando los rangos establecidos para la frecuencia proponemos unos indicativos para la VFC. En la literatura se propone que la velocidad de recuperación después del ejercicio es un índice de mortalidad. La medimos en los voluntarios después de un protocolo de ejercicio y también proponemos rangos para esta velocidad. Tanto el promedio de R-R, la VFC y la velocidad de recuperación cardiaca reflejan la condición física de cada individuo.

M9112 **Simulación de la actividad eléctrica de las fibras de Purkinje** Liliana Michelle Ramos Regino* (*michelle18ramos@gmail.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.

Las fibras de Purkinje se localizan en las paredes internas ventriculares del corazón, conducen un impulso eléctrico haciendo que el corazón lata de forma coordinada. Proviene del haz de His, el cual regula el impulso cardiaco por medio de la diferencia de potencial entre el nodo sinusal y el auriculoventricular. La rama izquierda y derecha del haz de His están formadas por fibras de Purkinje y son ellas quienes producen la contracción miocárdica. Entre los modelos matemáticos de la actividad eléctrica de las células cardíacas trabajaremos con los modelos de las células de Purkinje, como el modelo de Noble y el de Karma. Al ser programados en Matlab y COMSOL, podremos analizar y comparar cómo se ven los potenciales de acción de una persona sana y otra enferma por diversos factores tales como la deficiencia o abundancia de sodio y potasio, esto se verá en los cambios que se harán en los valores de conductancia, con este trabajo se planea hacer una sugerencia en el tratamiento.

M9113 **Simulación de transferencia de calor entre un sistema de nanopartículas biomagnéticas, sujetas a un campo magnético alterno y una región tumoral** Agustín Cabral Prieto (*agustin.cabral@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Federico Gabriel García Santibañez Sanchez (*fegasa3@gmail.com*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO; Jorge Orozco Velzco (*joy@uaemex.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO; Sandra Evelyn Mendoza Gonzalez* (*sandy.ve.216@gmail.com*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO; *Expositor.

Las nanopartículas magnéticas se proponen como mediadores de calor en tratamientos de hipertermia magnética de fluidos. En este trabajo se describe el análisis numérico de tres materiales tipo núcleo-coraza de diferente composición y anisotropía magnética para evaluar sus propiedades térmicas, como tamaño de cristal, magnetización de saturación y recubrimiento con moléculas orgánicas para predecir el calentamiento en tejidos tumorales en función del tiempo y espacio. Las nanopartículas magnéticas (NPMs) de óxidos de hierro tienen gran interés por sus aplicaciones en el ámbito médico, en tratamientos contra el cáncer como generadores térmicos en hipertermia magnética de fluidos (HMFs) [1]. Este tratamiento térmico consiste en elevar la temperatura sólo en la región tumoral para dañarla o destruirla. Cuando a las NPMs se les aplica un campo magnético oscilatorio (CMO), se produce un incremento considerable de su temperatura por relajación y/o histéresis magnética.

M9157 **Análisis del espectro de fondo de cristales centelladores de LYSO en coincidencias** Ana Saret Ortega Galindo* (*saret_ortega@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; Tirso Murrieta Rodríguez (*tmurrieta@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Edgar M. Hernández Acevedo (*e.marcial.h.a@gmail.com*), Instituto de Física, 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; *Expositor.

Los cristales centelladores de LYSO utilizados en sistemas PET, presentan una radiactividad intrínseca debido a que contienen ^{176}Lu , que decae β^- a estados excitados del ^{176}Hf emitiendo rayos gamma de 88, 202 y 307 keV. El espectro de fondo ya se ha estudiado en modo de eventos individuales. En este trabajo se midió el espectro en modo de coincidencia de dos detectores con cristales LYSO. El espectro refleja la detección simultánea de una partícula beta en un detector y la detección de rayos gamma en el otro. El espectro se midió a separaciones distintas con

monocristales de LYSO forrados de distintos materiales (teflón blanco, pintura negra y reflector especular) y con arreglos de 40x40 cristales (57.4x57.4x10.0 mm³). Los resultados de este trabajo son importantes para el prototipo de mamografía por emisión de positrones en desarrollo en el IFUNAM. Agradecemos el apoyo de PAPIIT proyecto IA103418 y CONACyT Atención a Problemas Nacionales 2015-01-612.

M9178 **MODELO MATEMÁTICO DEL CRECIMIENTO DEL TUMOR CEREBRAL Y SU RESPUESTA A UNA SOLA DOSIS DE RADIACIÓN.** *María Lucero Sánchez Ramírez* (luceros@gmail.com), FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICO 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.*

Este proyecto de investigación se centra en el estudio sobre el crecimiento de tumores cerebrales y la respuesta a una radiación única de dosis alta del tumor usaremos modelos matemáticos para describir el desarrollo del tumor para antes de la radiación y después de la radiación. El tumor estará compuesto de células cancerosas en proliferación y células muertas. Esto se realizará mediante ecuaciones diferenciales y las resolveremos usando el método numérico de runge-kutta programo en MATLAB, y también lo programaremos usando Simulink de MATLAB. El objetivo de este trabajo es obtener los parámetros que logren disminuir el tamaño del tumor usando solo una dosis de radiación.

M9216 **Método de diferencias de espectros aplicado a la espectroscopia fotoacústica en muestras biológicas** *Lilia Ivonne Olvera Cano* (lilith_ivareth@hotmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas; Guadalupe Cleve Villanueva Lopez (villanuevacleve3@gmail.com), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Alfredo Cruz Orea (orea@fis.cinvestav.mx), Universidade Estadual de Campinas; Evelyn Romero Mateos (anuleme.29@hotmail.com), Escuela Superior de Medicina; *Expositor.*

El fenómeno fotoacústico (FA) se presenta cuando una muestra confinada a una celda FA, herméticamente sellada, se ilumina con luz de intensidad modulada, la cual es absorbida por la muestra y la convierte parcialmente en calor, transfiriéndolo al gas confinado en la celda. El gas eleva su temperatura de manera modulada, ocasionando variaciones de presión periódicas en el gas. Estas variaciones son detectadas por un micrófono dentro de la celda, y las convierte a una señal eléctrica. El fenómeno FA se ha usado para la caracterización de muestras en diversas áreas del conocimiento, incluyendo la medicina. En este trabajo se analizaron muestras de sangre y se usó

el método de diferencias de espectros, obteniendo que la espectroscopia FA es lo suficientemente sensible para detectar diferencias en espectros de absorciones ópticos de muestras de sangre líquidas o en papel filtro, obteniendo el espectro de absorción óptico del papel filtro a partir de la diferencia de estos espectros.

M9237 **Pixelización por grabado láser de cristales centelladores para medicina nuclear** *Lourdes Lizet Hernández Cordero* (lulu.hc@ciencias.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; Maira Gloria Pérez Vielma (mairagpv@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Rodrigo Alejandro Gutiérrez Arenas (rgutierrez@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Tirso Murrieta Rodríguez (tmurrieta@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro Vásquez Arzola (alejandrov@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El grabado láser subsuperficie de cristales centelladores, que se utilizan en detectores de equipos de medicina nuclear, es un método que permite grabar estructuras tridimensionales y con ello pixelizar a monocristales. Esto se consigue enfocando un láser en el interior para producir microfisuras, disminuye considerablemente el tamaño de los pixeles y permite desarrollar diferentes geometrías de grabado. En este trabajo se presentan los resultados del método en cristales centelladores de oxiortosilicato de lutecio con itrio utilizando un láser pulsado de Nd:YAG (180 μ J/pulso, 500 ps, $\lambda=532$ nm) y un sistema CNC de 3 ejes. La calidad del grabado se evaluó de las imágenes obtenidas con los cristales acoplados a fotomultiplicadores de silicio. El objetivo final de este trabajo es diseñar un grabado que permita obtener información sobre la profundidad de interacción en el centellador. Agradecemos a PAPIIT IA103418 y a CONACyT Atención a Problemas Nacionales 2015-01-612.

M9238 **Construcción de maniquí de cabeza para uso docente** *Gueorgui González Reza* (gueorguigr@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Patricia Raquel Avilés Mandujano (pamm@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El uso de maniqués para la evaluación dosimétrica en técnicas de diagnóstico radiológico es necesario para mantener un control de calidad en los equipos y para conocer los niveles de radiación a los que se expone un paciente durante un estudio clínico. Es importante que durante un procedimiento de radiodiagnóstico los niveles de dosis absorbida sean los más bajos posibles para evitar los efectos estocásticos o deterministas, pero sin comprometer

ter la calidad del estudio realizado. Ya que los maniqués comerciales tienen un alto costo, se decidió elaborar uno para el uso docente del Taller de Física de Radiaciones del Departamento de Física, Facultad de Ciencias (UNAM). El maniquí fue elaborado con polimetilmetacrilato y con dimensiones de una persona adulta. Para la medición de la dosis absorbida se utilizaron dosímetros TLD 100, también se utilizó película radiocrómica para evaluar la homogeneidad del haz del equipo de radiodiagnóstico. Trabajo apoyado por DGAPA-UNAM, PAPIIME PE104215.

M9320 Simulación Monte Carlo para el estudio del efecto de la radiación ionizante en material biológico utilizando Geant4 José Aarón López Portillo* (*portillopez97@gmail.com*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Naoki Kondo (*near_aeon910@hotmail.com*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Javier Hernández López (*javierh@fcfm.buap.mx*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Margarita Amaro Aranda (*mgmaro1@gmail.com*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa (*emoreno@fcfm.buap.mx*), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En el presente trabajo se realizaron simulaciones Monte Carlo dedicado al análisis de las interacciones con la materia y diferentes partículas cargadas, como iones de carbono, rayos gamma y rayos X. Por material nos referimos específicamente a materiales biológicos, tales como piel, músculo, sangre y hueso, que fueron comparados con su equivalente en agua a fin de estudiar las variaciones de las interacciones, y de las aproximaciones utilizadas hoy en día para este tipo de simulaciones.

Todo esto mediante el cálculo de magnitudes físicas relacionadas con la dosimetría y métodos de planeamiento (dosis, potencial de frenado, etc.). Los resultados fueron obtenidos bajo el lenguaje de programación de C++ de Geant4 (Geometry and tracking 4) desarrollada por la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN).

M9326 Modelado de cuerdas vocales a través de circuitos eléctricos Luis Alberto López Suárez (*lalopez@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Omar Pedraza Ortega (*omarp@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Carlos Ephraim Jiménez Vital* (*ji318622@uaeh.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.

La voz humana es generada por dos cuerdas vocales situadas en la laringe. A causa del limitado espacio de la laringe, el estudio endoscópico del proceso de fonación resulta muy complicado. Es por esto que se ha investigado el proceso biomecánico a través de analizar el movimiento de las cuerdas y aplicarle modelos matemáticos que concuerden con lo observado. En este proyecto se propone un modelo a través de circuitos eléctricos que traten de modelar de forma indirecta las amplitudes que las cuerdas vocales realizan en el proceso de fonación, basando el

modelo en el modelo de dos masas en dos dimensiones, se presentan algunos resultados de los datos obtenidos por el modelo y de los datos reportados en la bibliografía, presentados por Division of Phoniatrics and Pediatric Audiology and Department of Speech and Hearing Sciences, Indiana University.

M9349 La transformada de Radon en la física médica. Jose Hector Morales Barcenás* (*jhmb@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

En esta plática presentamos un panorama de la formación de imágenes médicas desde la perspectiva de los problemas inversos. Se presenta el modelo de la transformada de Radon, y sus generalizaciones, como prototipo de método de inversión. Se introduce el concepto de regularización en problemas inversos, lo que permite analizar la resolución y amplificación del ruido en las imágenes formadas. Principalmente nos enfocamos en los problemas inversos lineales que provienen de las distintas metodologías de la física médica para obtener imágenes, como son CT, PET/SPECT, MRI, y otras modalidades de tomografía por difracción. Presentamos ejemplos numéricos.

M9360 Cuantificación por Monte Carlo de la radiación dispersa y primaria en el fotopico de imágenes gammagráficas conjugadas Eugenio Torres García* (*eugenio_tg@yahoo.com.mx*), Universidad Autónoma del Estado de México; Alfredo Vigny Mercado Quintero (*alfredo.mercado@hotmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; Liliana Aranda Lara (*larandal@uaemex.mx*), Universidad Autónoma del Estado de México; Mario Flores Reyes (*mario22_28@hotmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

El objetivo es calcular con simulación Monte Carlo la fracción de fotones primarios y secundarios dentro del fotopico y compararla con la obtenida por el esquema MIRD, específicamente la técnica trapezoidal y triangular en el método de vistas conjugadas. Método: Con el código MCPTmx se realizará el transporte de fotones en agua contenida en cilindros de 7.62 cm de radio y 22, 26, 32 cm de altura con la fuente de ^{99m}Tc colocada a 15, 13 y 15 cm de profundidad respectivamente para cada cilindro. Experimentalmente se obtendrá el fotopico, factor de transmisión, factor de calibración y las cuentas anteriores y posteriores sin corregir, para cada cilindro. Resultados: Al calcular la actividad los resultados muestran diferencias alrededor del 1% con respecto a la actividad real con el método propuesto en este trabajo, mientras que los métodos triangular y trapezoidal muestran diferencias del orden del 11% con respecto a la actividad real.

M9364 Cuantificación de la estabilidad de una red de regulación genética ante fluctuaciones ambientales Jorge Velázquez Castro (*jorge.velazquezcastro@correo.buep.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Melissa Ledesma Olmos* (*melissa.ledesma@*

alumno.buap.mx), Centro de Bachillerato Tecnológico Polotitlán; Angel Octavio Parada Flores (*angel.parada@alumno.buap.mx*), Colegio Cultural; *Expositor.

La descripción y el conocimiento de la estabilidad de las redes de regulación genética permiten desarrollar nuevas técnicas y tecnologías para el control de enfermedades como el cáncer. Estas técnicas se basan en terapias dirigidas a modificar la señalización de alguna red de regulación genética o celular para producir el efecto deseado. En particular, en el tratamiento de cáncer se intenta propiciar la apoptosis (muerte programada de la célula) por medio de señales químicas. Sin embargo, para lograr diseñar la estrategia que logre la transición de la homeostásis (mantenimiento de la célula) a la apoptosis, es necesario conocer la estabilidad del atractor homeostático de la red de regulación. En este trabajo se caracteriza la estabilidad de un sistema dinámico representando una red de regulación hipotética. La caracterización se basa en el tiempo característico de escape de la cuenca de atracción como función de la magnitud de fluctuaciones estocásticas externas al sistema.

M9367 Simulación Monte Carlo de conteo de fotones generados en un centellador sólido utilizando Geant4/TOPAS Juan David Flores Pérez* (*juan.floresper@alumno.buap.mx*), Benemerita Universidad Autónoma De Puebla; Jorge Naoki Domínguez Kondo (*Jorge.dominguezk@alumno.buap.mx*), Benemerita Universidad Autónoma De Puebla; Javier Hernández López (*javierh@fcfm.buap.mx*), Benemerita Universidad Autónoma De Puebla; Eduardo Moreno Barbosa (*emoreno@fcfm.buap.mx*), Benemerita Universidad Autónoma De Puebla; *Expositor.

El objetivo de este proyecto fue simular la distribución de fotones en un plástico centellador para predecir su comportamiento en función del grosor y la geometría de estos elementos, con el fin de encontrar el punto más eficiente para la implementación de un fotosensor semiconductor. Para obtener dicha distribución se realizó una simulación Monte Carlo mediante el uso de las extensiones de TOPAS mediante la interacción de la radiación con un centellador sólido, en el rango de energías médicas (KeV y MeV). Mediante este software se emulo la emisión de fotones generados de dos diferentes geometrías (hexagonal y cuadrada) de los diferentes plásticos centelladores BC-404 y BC-408. Finalmente, se analizó el número de fotones como dependencia del grosor del centellador y la distribución espacial de estos en la superficie, así como la dependencia del punto de interacción de las partículas.

M9376 modelo de osciladores caóticos para simular procesos epilépticos Andrea Montiel Perez* (*218570376@alumnos.fcfm.buap.mx*), benemerita universidad autonoma de puebla; Eduardo Moreno Barbosa (*emoreno@fcfm.buap.mx*), benemerita universidad autonoma de puebla; José Fernando Rojas Rodríguez (*frojas@fcfm.buap.mx*), benemerita universidad autonoma

de puebla; Benito De Celis Alonso (*bdca@fcfm.buap.mx*), benemerita universidad autonoma de puebla; Javier Miguel Hernández López (*javierh@fcfm.buap.mx*), benemerita universidad autonoma de puebla; Mario Iván Martínez Hernández (*mim@fcfm.buap.mx*), benemerita universidad autonoma de puebla; *Expositor.

La epilepsia es el trastorno cerebral más conocido y con serias consecuencias a nivel mundial, se describe como una afección del sistema nervioso central que se caracteriza por la interrupción repetida y breve de la conciencia, con o sin convulsiones asociadas por la actividad eléctrica anormal en el cerebro. El trabajo se divide en dos partes, primero el procesamiento y caracterización de electroencefalogramas (EEG) reales de pacientes pediátricos con diferentes tipos de epilepsia. La segunda parte se centra en el desarrollo de un modelo basado en osciladores caóticos acoplados para generar señales artificiales similares a los EEG epilépticos reales estudiados en la primera parte, para ello se emplean los osciladores de Lorenz y Sprott tipo II. Se analizan las características cualitativas descritas en la literatura médica para los EEG epilépticos reales con las obtenidas por el modelo propuesto mostrando los resultados obtenidos y su respectiva discusión.

M9377 Estudio de aprendizaje profundo para imágenes medicas. Margarita Amaro Aranda (*mgmaro1@gmail.com*), Universidad Iberoamerica Puebla/Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Francisco Solano Tajonar Sanabría (*ftajonar@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa* (*emoreno@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En el presente trabajo se presenta una revisión de la técnica de aprendizaje profundo y su aplicación en el análisis de imágenes medicas. Se plantearon diversos estadísticos a partir de una imagen artificial, con lo cuales se realizaron la implementación de la red neuronal y se comparan en una primera etapa una imagen bien definida artificialmente y una medica que tiene diversos contrastes, aplicando tres diferentes algoritmos del aprendizaje profundo. Mediante figuras de merito se muestra la eficiencia de cada uno de ellos.

M9383 Seguimiento ocupacional de los primeros 150 graduados de la Maestría en Física Médica de la UNAM María Ester Brandan Siqués* (*brandan@fisica.unam.mx*), Instituto de Física UNAM; *Expositor. Se presenta un análisis de las opciones científicas y profesionales escogidas por los casi 150 graduados de la Maestría en Ciencias (Física Médica) de la UNAM, desde la primera graduación en 2000. Se discute el máximo grado obtenido, el tipo de trabajo, el sitio geográfico, y las especialidades temáticas que se ejercen. Se discute la perspectiva futura de las opciones de investigación y clínicas del físico médico graduado de nuestro programa, en el con-

texto actual de la Maestría en Física Médica, como parte del Posgrado en Ciencias Físicas recién reformado.

M9386 **Caracterización Fractal y Multifractal de Registros de Respiración usando Bombesina sobre el Complejo Pre-Bötzinger** *Patricia Pliego-Pastrana** (*ppliego@uaeh.edu.mx*), *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*; *Ulises Paredes-Hernández* (*ulipaeh@gmail.com*), *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*; *Arturo Criollo-Pérez* (*arturoc@uaeh.edu.mx*), *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*; *Consuelo Morgado-Valle* (*comorgado@uv.mx*), *Universidad Veracruzana*; *Luis Beltrán-Parrazal* (*lubetran@uv.mx*), *Universidad Veracruzana*; *Omar Pedraza Ortega* (*omarp@uaeh.edu.m*), *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*; *Rafael Villarreal Flores* (*rafaelv@uaeh.edu.mx*), *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*; *Erika Elizabeth Rodríguez-Torres* (*erikart@uaeh.edu.mx*), *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*; **Expositor.*

Una complicación que padecen las personas en cirugía es el colapso del pulmón, llamada Atelectasia. Y se debe a que a los pacientes anestesiados se les coloca un respirador, que no suministra suspiros. En este trabajo se estudia si el péptido Bombesina regula el ritmo respiratorio en ratones, analizando las series de tiempo correspondientes con y sin el péptido. Se diseñó una interfaz que permite estudiar la fractalidad y multifractalidad. Las cantidades multifractales de los potenciales de inspiración se midieron a partir de una función de partición (ensamble canónico). Se puede relacionar las cantidades: α , $f(\alpha)$ y $\tau(q)$ como: energía, entropía y energía libre respectivamente, donde los no suspiros tienen mayor energía y entropía que los suspiros, con respecto a una función de partición. El péptido incrementa el ritmo respiratorio y modifica los potenciales de inspiración de tal forma que, tanto suspiros como no suspiros, tienen las mismas características multifractales entre sí.

M9406 **Diseño de un protocolo comprehensivo de control de calidad para ultrasonido médico** *Mauricio Manríquez Padilla** (*mauman@ciencias.unam.mx*), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Iván Miguel Rosado Méndez* (*irosado@fisica.unam.mx*), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor.*

Los programas de control de calidad de equipos de imagen médica permiten mantener la máxima calidad de la imagen, evitar daños biológicos, y garantizar un diagnóstico adecuado. El objetivo de este trabajo es el diseño de un manual de control de calidad para equipos de imagen médica por ultrasonido. Para esto, se realizó una investigación bibliográfica sobre pruebas para ecografía, ultrasonido Doppler y elastografía. A partir de recomendaciones del Instituto Americano de Ultrasonido en Medicina, el Colegio Americano de Radiología y la Comisión Internacional Electrotécnica, se incluyeron la inspección mecánica del aparato, evaluación de fidelidad del monitor, así como evaluaciones cuantitativas de uniformidad de campo

y máxima profundidad de penetración, entre otras pruebas. Se presentarán resultados de la aplicación del manual con la evaluación de equipos de ultrasonido del Instituto Nacional de Cancerología.

M9408 **Calibración de transductores ultrasónicos para un sistema de medición de atenuación acústica y velocidad del sonido** *Iván Miguel Rosado Méndez* (*irosado@fisica.unam.mx*), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Hilario Texcahua Escobar** (*hilariotees@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor.*

Este trabajo describe el primer paso para la implementación de un sistema de medición de propiedades físicas de materiales tejido-equivalentes utilizados en el desarrollo de métodos cuantitativos de ultrasonido médico. Este sistema está basado en técnicas de inmersión que utilizan transductores ultrasónicos piezoeléctricos. El primer paso consiste en la caracterización de los campos acústicos producidos por los transductores. Para esto se simulon los campos acústicos de transductores Olympus (2.25 - 15MHz) a partir de las especificaciones del fabricante usando el programa Field II. Los campos simulados se compararán con las predicciones teóricas y con los campos acústicos medidos experimentalmente con un hidrófono Onda. Los transductores caracterizados se utilizarán en técnicas de sustitución por inmersión para la medición del coeficiente de atenuación y la rapidez del sonido.

M9413 **Análisis de los tratamientos en la primera unidad pública especializada en radioterapia en Querétaro en el semestre de inicio de operaciones** *Edgar Calva Coraza** (*edgarcalva@ciencias.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Ligia Hernandez Ruiz* (*ligia.hernandez.ruiz@hotmail.com*), *Instituto Politécnico Nacional*; *Juan Carlos Deheza Vazquez* (*jcdeheza@yahoo.com.mx*), *Instituto Politécnico Nacional*; *Alejandro Alarcón Yopez* (*alejandroayopez@hotmail.com*), *Centro de Estudios Tecnológicos*; *José Roberto Galicia Cadena* (*gacaro1919@gmail.com*), *Instituto Tecnológico del Estado de México*; **Expositor.*

En este trabajo se presenta la estadística de los primeros 230 pacientes tratados en la UEO, resaltando las enfermedades más comunes según el género, las técnicas con las que se han tratado y primeras complicaciones médicas. El acelerador Elekta Synergy cuenta con fotones de 6, 10 y 18 MV de diferencia de potencial y con electrones de 4, 6, 9, 12, 15 y 18 MeV de energía. El 59% son mujeres y el resto hombres, las principales enfermedades en mujeres son Ca. de mama en un 43.5% y Ca. cervicouterino en 11%; en hombres la principal enfermedad es Ca. de próstata con 26.7%. Para Ca. de mama se usó en 90% de los casos VMAT hipofraccionado y en Ca. Cu. se usó radioterapia conformal; en hombres se usó VMAT en el 40% de los casos para disminuir la toxicidad a intestino y en el resto terapia conformal. La toxicidad se ha mantenido baja con

pocos casos de ardor en esófago para ca de mama y ninguna diarrea para Ca. Cu. En el caso de Ca. de próstata no se tiene ninguna complicación común.

M9421 **Caracterización de un sensor óptico multicanal para detectores de radiación.** Benito De Celis Alonso (*benileon@yahoo.com.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Javier Hernandez Lopez (*javierh@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa (*emoreno@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Minerva Guadalupe Vázquez Domínguez* (*mimi19_12@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En el presente trabajo se muestran los resultados de caracterizar un sensor de luz de última generación semiconductor (Sensl ArrayC-600035). Este tiene las características de contar con cuatro canales en un solo chip, con lo cual es posible implementar un algoritmo de posición, acorde a la estimulación de luz que se llevó a cabo en un punto específico de la superficie detectora mediante una fibra óptica. Se presenta además la respuesta del sensor a un fotoelectrón. Las cuatro señales son adquiridas mediante un osciloscopio de 4 canales para posteriormente procesarlas y obtener valores característicos para ser usados por el algoritmo de posición.

M9430 **Sistema de dosimetría personal para estimar dosis efectiva impartida por fotones utilizando dosímetros TLD-100 calibrados entre 15 y 1250 keV** David Cortés Elvira* (*david_cortes@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Eduardo López-Pineda (*edlope@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; María Ester Brandan Siqués (*brandan@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El uso de radiación ionizante requiere conocer la dosis impartida debido a la necesaria justificación y optimización de su uso. Este monitoreo debe asegurar que los niveles de radiación se mantengan por debajo de los límites establecidos y sean medidos correctamente. En este trabajo se desarrolló un sistema de dosimetría personal basado en el uso de dosímetros termoluminiscentes LiF:Mg,Ti (TLD-100) capaz de estimar la dosis efectiva (E) recibida por Personal Ocupacionalmente Expuesto. El sistema se calibró entre 0.1 y 2 mGy de kerma en aire (K_{air}) y entre 15.1 y 1250 keV de energía utilizando diferentes fuentes de fotones. La determinación de la energía del campo de radiación se hace usando filtros antes de los dosímetros. El sistema fue aplicado durante un mes en dos instituciones donde se trabaja con radiación ionizante, obteniendo precisiones relativas para K_{air} de 11- 38%, para energía 11- 55%, y para E 24- 38%, con lo cual se cumple con los requerimientos IEC-62387.

M9431 **Protocolo riguroso de control de calidad para equipos lectores termoluminiscentes** Eduardo López-Pineda* (*edlope@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; David Cortés Elvira (*david_cortes@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; María Ester Brandan Siqués (*brandan@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La dosimetría termoluminiscente (TL) requiere un estricto control en cada una de sus etapas para conseguir resultados reproducibles y confiables. Los equipos lectores de dosímetros, elemento esencial del proceso, requieren un control de calidad riguroso para detectar y corregir posibles variaciones en su desempeño. En este trabajo se diseñó, y optimizó, un protocolo de control de calidad para lectores TL de modelo Harshaw 3500, basado en pruebas semanales con dosímetros TLD-100. Se han analizado la tasa de calentamiento (2–13 °C/s), métodos de análisis de la señal, horneados previos, efecto de la posición sobre la plancheta, y se optimizó el número de pruebas de ruido y señal de referencia. La implementación de las pruebas permitió evaluar una señal TL de referencia con incertidumbre de aproximadamente el 3% (irradiación), además detectar corrimientos relacionados con daño en la plancheta, o calibración, y minimizar la dependencia con el tiempo entre irradiación y lectura.

M9463 **Herramienta de evaluación automatizada de pruebas de control de calidad en mamografía** Daniela Gómez Rangel* (*gomezdaniela@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Eduardo López-Pineda (*edlope@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Las imágenes de mamografía requieren una alta resolución espacial, un alto contraste y bajo ruido. Para lograr esto, los equipos son sometidos a diversas pruebas de control de calidad. En estas pruebas se utilizan maniqués y objetos de prueba para evaluar diversos parámetros. En este trabajo se desarrolló una herramienta automatizada, programada en Python, para evaluar 7 pruebas de control de calidad, entre las que se incluyen: MTF (Función de transferencia de modulación), resolución espacial, homogeneidad del detector, espesor y compensación, detección de elementos defectuosos, imagen latente y distorsión geométrica. La herramienta permite optimizar el tiempo de análisis, cuestión que es muy importante en ambientes clínicos. Resultados preliminares indican que los resultados son equivalentes a los análisis manuales o visuales por parte de una persona entrenada. Esto último, podría permitir la implementación remota de un programa de control de calidad.

M9470 **Mediciones de kerma aire a entrada de paciente en equipos de rayos X intraorales.** Jorge Torres Hernández* (*jth.relativo@ciencias.unam.mx*),

*Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Patricia Raquel Avilés Mandujano (paam@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Este trabajo tuvo por objetivo medir el kerma aire a entrada de paciente en equipos de rayos X intraorales. Debido a la falta de normas técnicas nacionales sobre estos equipos, la información respecto a las dosis impartidas a pacientes en esta modalidad de radiodiagnóstico es escasa y por ello se usó como referencia el Protocolo Español de Control de calidad en Radiodiagnóstico publicado por la Asociación Española de Física Médica en 2011. Las mediciones se llevaron a cabo en 8 equipos de Rayos X intraorales con tubos de rayos X Toshiba DG-073B-AC que trabajan con una tensión de 70 kV y una corriente de 6 mA. Para las mediciones se utilizaron dosímetros termoluminiscentes de fluoruro de litio con impurezas de magnesio y titanio (LiF:Mg,Ti) calibrados en un tubo de rayos X propiedad del Instituto de Física de la UNAM. Los resultados obtenidos muestran que los 8 equipos se encuentran dentro del valor de tolerancia de dicho protocolo. Proyecto parcialmente apoyado por PAPIIME104215.

M9478 Maestría en Ciencias (Física Médica) del PCF/UNAM: actualización de su mapa curricular Luis Alberto Medina Velázquez* (medina@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

Como parte de la reforma que implementó el Posgrado en Ciencias Físicas de la UNAM, la maestría en Ciencias (Física Médica) actualizó su mapa curricular y reorganizó sus áreas temáticas. El objetivo es mantener la estructura del programa actualizado con los estándares internacionales en el campo de la física médica con el fin de otorgar una mejor formación a los estudiantes inscritos en el programa. El nuevo plan de estudios se compone de 85 créditos, de los cuales 79 corresponden a 12 actividades académicas de carácter obligatorio y 6 corresponden a una actividad académica de carácter optativo. El plan de estudios está diseñado para que el alumno pueda desempeñarse como Físico Médico Clínico, como docente de alto nivel y/o para iniciar su preparación en investigación.

M9479 Desarrollo de un Ensamble Optomecánico para un Oxímetro Retinal Óptico Carlos Gerardo Treviño-Palacios* (carlost@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Ernesto Hernández Sánchez (hernandez@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Karla Janeth Sánchez Pérez (kjaneth279@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Enrique Graue-Hernández (egraueh@gmail.com), Instituto de Oftalmología F.A.P. Conde de Valenciana A.C.; Rodrigo Matsui-Serrano (romatsui@gmail.com), Instituto de Oftalmología F.A.P. Conde de Valenciana A.C.; Alejandro Navas Pérez (dr.alejandronavas@gmail.com), Institu-

*to de Oftalmología F.A.P. Conde de Valenciana A.C.; *Expositor.*

El desarrollo de tecnología para la creación de instrumentos clínicos, capaces de diagnosticar afecciones en una etapa temprana y tener un tratamiento oportuno de forma no invasiva, es de los retos más grandes que se enfrenta la comunidad científica abocada a la salud.

En este trabajo se presenta el prototipo de un oxímetro retinal portátil desarrollado con tecnología de impresión 3D en la manufactura de piezas de precisión (monturas ópticas, monturas de detectores, y una carcasa que contiene el arreglo óptico) para el diagnóstico temprano de enfermedades asociadas a la retina como es la retinopatía diabética.

M9524 Nanopartículas de GdEu y su potencial uso como medio de contraste en tomografía con rayos X Edgar Antonio Hernández Tirado* (edgarhtw@icloud.com), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México; Pedro Perdigón Lagunes (pedro.perdigon.l@gmail.com), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Carlos Juárez Osornio (osornio@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México - Instituto Nacional de Cancerología; Luis Alberto Medina Velázquez (medina@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México - Instituto Nacional de Cancerología; *Expositor.

La innovación en nanomateriales como potenciales medios de contraste se basa en sus propiedades fisicoquímicas. En particular, los lantánidos presentan características importantes para su uso como medio de contraste en imagen radiológica. El gadolinio tiene propiedades físicas de atenuación que son de interés para evaluar su uso como medio de contraste en micro-CT. En este trabajo se presentan los resultados de la síntesis y caracterización fisicoquímica de nanopartículas de gadolinio-europio (GdEu).

M9558 Red neuronal convolucional para la segmentación de gliomas en MRI convencional José Gerardo Suárez García* (gsuarez.biofis@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Javier Miguel Hernández López (javierh@cfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa (emoreno.emb@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Benito De Celis Alonso (bdca_BUAP@yahoo.com.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Los gliomas son los tumores malignos del cerebro más frecuentes en adultos. Éstos están formados por diferentes subregiones histológicas altamente heterogéneas. Actualmente, protocolos clínicos de neuroimagen usan criterios cualitativos o medidas cuantitativas rudimentarias para su estudio. Por ello, el desarrollo de técnicas de segmentación automáticas, reproducibles y precisas tendrían un alto impacto en la mejora del diagnóstico, tratamiento y seguimiento del paciente. En este trabajo se propone una metodología de segmentación mediante el análisis de MRI

convencional usando redes neuronales convolucionales. Diversas redes creadas fueron combinadas para clasificar voxels individuales del cerebro, asignando una de cuatro etiquetas: 1) normal, 2) necrótico y poco activo, 3) muy activo y 4) edema. Los resultados obtenidos coinciden con el estado del arte en la segmentación de gliomas, consiguiendo para algunas subregiones una clasificación más exacta que lo reportado en la literatura.

M9572 Evaluación de ansiedad y depresión con variables hemodinámicas, características antropométricas y evaluación del electrocardiograma en estudiantes de licenciatura Estela Adriana Castellanos Alvarado* (*adrianacastellanos@hotmail.com*), Universidad de Guadalajara; Cinthia Paola Castillo Martínez (*mcinthia.cpcm@gmail.com*), Universidad de Guadalajara; Lizeth González Carabarin (*lizeth8406@gmail.com*), Merton College, University of Oxford; César Adrián Hernández López (*cahl476@gmail.com*), Universidad de Guadalajara; Camila Núñez Pérez (*camila.nunez@alumnos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; Daniela Estefanía López Moreno (*danielaelopezm180@gmail.com*), Universidad de Guadalajara; Mario Alberto García Ramírez (*seario@gmail.com*), Universidad de Guadalajara; *Expositor.

En la actualidad vivimos en un mundo caótico y delirante en el que se ha impuesto un ritmo vertiginoso en todos los ámbitos de nuestras vidas por lo anterior las consecuencias de estos síntomas son la presencia de los trastornos mentales como son la Ansiedad y la Depresión. Se realizó un estudio prospectivo y comparativo en una cohorte de estudiantes de Licenciatura de varias áreas para determinar la relación entre las variables hemodinámicas, características antropométricas y evaluación del electrocardiograma en respuesta a los trastornos mentales de la ansiedad y depresión. Se desarrolló un prototipo que incluye varios instrumentos neuropsicológicos de Hamilton para diagnosticar ansiedad y de Zung para diagnosticar depresión.

M9599 Simulación de la ablación ventricular usando COMSOL Multphysics. Manuel Eduardo Hernández García* (*manuelehernandez.12@gmail.com*), 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.

En este trabajo se hace un análisis de los efectos de la ablación en el corazón de las personas que presentan arritmias cardíacas, en donde se prioriza encontrar los efectos de la ablación en la actividad eléctrica del corazón para poder dar un mejor tratamiento y los límites de este tipo de intervención, esto se hace comenzando con el analizar los modelos de biocalor, así como los modelos de actividad eléctrica de monodominio y bidominio, y a partir de estos el modelo iónico de Rogers-McCulloch, para llegar

a realizar las simulaciones correspondientes de cada uno de los modelos en el programa Comsol Multphysics para encontrar y visualizar los efectos que se presentan en un corazón con ablación, después se hacen variar algunos parámetros; tamaño de la ablación, forma y ubicación, y de esta manera determinar los efectos de estos en la actividad eléctrica del corazón.

M9613 Diferenciación de pacientes esquizofrénicos mediante resonancias magnéticas funcionales Francisco Polito Haro* (*galfo83@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Benito De Celis Alonso (*galfo83@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Javier Miguel Hernández López (*galfo83@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa (*galfo83@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Silvia Hidalgo Tobon (*galfo83@hotmail.com*), Hospital Infantil de México, Federico Gómez; Pilar Dies Suarez (*galfo83@hotmail.com*), Hospital Infantil de México, Federico Gómez; Eduardo Barragán Pérez (*galfo83@hotmail.com*), Hospital Infantil de México, Federico Gómez; Ramon Arturo Kobashi Margain (*galfo83@hotmail.com*), Hospital Infantil de México, Federico Gómez; *Expositor.

La esquizofrenia es una enfermedad degenerativa del cerebro, la cual se le asocian múltiples síntomas, tales como psicosis, depresión, alucinaciones, delirios, desorden de lenguaje, alteraciones en el comportamiento, entre otros. El uso de una imagen de resonancia magnética funcional (fMRI por sus siglas en inglés) para el análisis y observación del cerebro es importante, ya que se logra medir con esto la actividad de las áreas cerebrales, en este trabajo se plantea analizar y diferenciar pacientes sanos de pacientes esquizofrénicos mediante fMRI. Para ello se recopiló información de 33 pacientes, de los cuales 11 son pacientes de control (sanos), 11 pacientes esquizofrénicos y 11 pacientes esquizofrénicos con un trastorno obsesivo compulsivo (TOC). Se encontraron diferencias significativas en actividad cerebral en las áreas de Brodmann, lo que nos permitirá utilizar esta técnica para apoyar los diagnósticos realizados vía psiquiátrica

M9632 ¿Pueden los sistemas de gestión de dosis ayudar en la tarea del físico médico? Xóchitl López Rendón* (*xochitl.lopez@innn.edu.mx*), Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suárez"; *Expositor.

Los sistemas de gestión de dosis se están convirtiendo en una herramienta básica y popular para los hospitales, ya que además de poder tener un reporte de dosis de todas las modalidades que utilizan radiación ionizante, puede ayudar a gestionar el rendimiento de todos los equipos en un departamento de imagen. El objetivo de este trabajo fue hacer una primera evaluación integral de un sistema de gestión de dosis para el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. El sistema se utilizó para comparar

los niveles de dosis de los estudios realizados durante tres meses en las diferentes modalidades, con el fin de ser comparados con los valores de referencia a nivel nacional. Uno de los mayores retos para poder tener un análisis correcto de las dosis, es tener una armonización de los protocolos dentro del hospital. Esto debido a que toda la información proviene de las etiquetas DICOM del reporte de dosis que se general al final de los estudios.

M9687 ADN Y NUDOS: Un enfoque topológico a la biología. Amanda Contreras Hernández (*amandaratm@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Mario Alberto Estrada Guzmán* (*maestrada90@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Sinhué Lizandro Hinojosa Ruiz (*sinhue@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Carlos Alberto Ortiz González (*ortizgca@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Mediante conceptos topológicos, daremos una descripción al proceso de recombinación del ADN, así como una breve descripción de la dinámica de proteínas de dicha molécula. Esperamos exponer un problema típico, y muy complicado de la biología con un modelo físico que podría brindar respuestas nuevas a procesos genéticos.

M9721 Análisis paramétrico de retrodispersión ultrasónica coherente para la detección de neuroapoptosis en tejido cerebral de neonatos Francisco Ricardo Torres Arvizu* (*toaf951023@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Iván Miguel Rosado Méndez (*irosado@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Estudios en modelos animales han demostrado que la exposición prolongada a ciertas anestésicas puede ocasionar apoptosis de células del tejido cerebral de neonatos. Nuestro grupo investiga el uso ultrasonido cuantitativo para la detección no invasiva de estos efectos. Este trabajo se enfoca en la implementación y validación de una herramienta de análisis de retrodispersión ultrasónica coherente producida por fibras nerviosas en el tálamo. Dicha herramienta se basa en el ajuste de un modelo teórico K homodino al histograma de amplitud de ecos retrodispersados y la extracción de parámetros como la energía de retrodispersión coherente ϵ . (Destrempes 2013) La validación de la herramienta con maniqués computacionales con zonas con diferentes propiedades dispersivas demostró que el la razón contraste/ruido de ϵ entre diferentes zonas es de 4.54. Actualmente estamos aplicando esta herramienta al análisis de datos de un estudio transversal en macacos Rhesus.

M9722 Simulación con GATE de la actividad intrínseca de cristales centelladores de LYSO para PET Francisco Eduardo Enríquez Mier Y Terán* (*franciscoenriquez@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Héctor Alva Sánchez (*halva@fisica.unam.mx*), Institu-

to de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro Zepeda Barrios (*alejandro.zepeda@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Tirso Murrieta Rodríguez (*tmurrieta@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; Mercedes Rodríguez Villafuerte (*mercedes@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Los detectores de equipos de tomografía por emisión de positrones (PET) actuales constan de cristales centelladores de oxiortosilicato de lutecio (LSO) u oxiortosilicato de lutecio con itrio (LYSO) acoplados a fotodetectores para la detección de fotones de aniquilación de 511 keV. Debido a que el lutecio natural contiene 2.6% de ^{176}Lu , el cual decae β^- seguido de la emisión de 3 rayos γ de 88, 202 y 307 keV o electrones de conversión interna, su actividad intrínseca produce un espectro de fondo que puede aprovecharse para la calibración de los detectores mismos. La forma del espectro depende de varios factores incluyendo el tamaño del cristal. En este trabajo se simuló el esquema de decaimiento del ^{176}Lu y el transporte de radiación en el cristal con GATE v8.1. Los espectros simulados muestran un excelente acuerdo con mediciones experimentales y cálculos analíticos. Se agradece a PAPIIT proyecto IA103418 y CONACyT Atención a Problemas Nacionales 2015-01-612.

M9727 Dosificación de protones como método para la erradicación de células cancerígenas. María Regina Arellano Fonseca* (*regina.arellano27@gmail.com*), Colegio Regis LaSalle; Alexandra Jaimes Flores (*ale51101@hotmail.com*), Universidad del Valle de México; Abraham Ramsés Velázquez Kraff (*profesor.kraff@gmail.com*), Sociedad Sonorense de Física; *Expositor.

El presente trabajo pretende explicar una alternativa al método de radiación para la eliminación de células cancerígenas mediante aceleración de protones. Alrededor del 60% de las personas que sufren de cáncer reciben tratamiento con radioterapia, uno de los problemas de este método es que puede dañar células y tejidos sanos cercanos al área de tratamiento, esto trae consigo una serie de efectos secundarios que pueden presentarse meses o años después de que se haya estado expuesto a la radiación en ocasiones innecesaria. El objetivo del dicho trabajo es exponer una comparación de dosificación por protones acelerados y la técnica de radioterapia convencional y alguna alternativa que proporcione una mejor distribución, alta conformidad y homogeneidad de irradiación: la protonterapia, que ofrece una nueva posibilidad de curar los tumores de la base del cráneo, los senos paranasales y otros tumores en el área de la cabeza y el cuello.

M9740 Estudio del fondo intrínseco de cristales monolíticos de LYSO recubiertos con diferentes ma-

teriales acoplados a detectores de estado sólido (SiPM). Víctor Manuel Lara Camacho* (*victormlc13@gmail.com*), Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional.; Edgar M. Hernández Acevedo (*e.marcial.h.a@gmail.com*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México.; Héctor Alva Sánchez (*halva@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México.; Tirso Murrieta Rodríguez (*tmurrieta@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.; Mercedes Rodríguez Villafuerte (*mercedes@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.

Los cristales de oxiorosilicato de lutecio con itrio (LYSO) son centelladores ampliamente utilizados en sistemas PET de última generación. El Lu-176, radionúclido emisor beta menos al Hf-176 con la subsecuente emisión de rayos gamma, forma parte de su composición (2.6% del lutecio natural). En consecuencia, los cristales emiten un espectro de fondo que depende de su tamaño y geometría, así como de las propiedades ópticas de sus caras. En este trabajo se estudió experimentalmente y vía Monte Carlo (del transporte acoplado de radiación ionizante y luz con el código ANTS2) el espectro de fondo de prismas cuadrangulares de LYSO de 10 mm de altura. Las 5 caras de los cristales se recubrieron con materiales altamente reflejantes (especular o difuso), absorbentes (pintura negra) o sin recubrimiento. Los espectros medidos y simulados muestran un buen acuerdo, tienen el mismo comportamiento tanto en estructura como en intensidad. Agradecimientos: PAPIIT-IA103418 y CONACyT 2015-01-612.

M9742 Simulación de la respuesta mecánica del cérvix uterino a estímulos de fuerza de radiación acústica Uriel Aguilar Fernández* (*urielafuam@gmail.com*), División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana; Iván Miguel Rosado Méndez (*irosado@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.

Nuestro grupo investiga el uso de elastografía por ultrasonido para detectar el ablandamiento prematuro del cérvix uterino durante el embarazo que precede a un parto prematuro espontáneo. Este trabajo describe una herramienta de simulación de la respuesta mecánica del cérvix en técnicas de elastografía por ultrasonido. Para esto se siguió la estrategia de Palmeri et al. (2016) que consiste en simular la distribución de intensidad acústica de estímulos de fuerza de radiación acústica (FRA) producidos por transductores clínicos usando el software Field II (Jensen 1996). La distribución de intensidad acústica de la FRA se calculó para cada nodo de un modelo de elemento finito del cérvix implementado en Ls-Dyna (LS-Prepost V4.3.2). Actualmente estamos trabajando en importar los valores de intensidad acústica para simular la respuesta mecánica del mallado cilíndrico a dicho estímulo.

M9773 Detección de lesiones del cuerpo humano mediante termografía digital infrarroja Luis Fernando Ayala López* (*a218202304@unison.mx*), Colegio De Bachilleres del Estado de Sonora; Marcelino Barbosa Flores (*mbarboza@ci.fus.uson.mx*), New York University; *Expositor.

La emisión de radiación de los cuerpos sujetos a una temperatura superior al cero absoluto, es uno de los fenómenos fundamentales de la física moderna, genéricamente conocida como radiación de cuerpo negro. La termografía digital infrarroja (TDI) es una técnica utilizada para detectar y medir la radiación térmica que emite el cuerpo humano y eventualmente permite obtener un mapa térmico característico del sujeto bajo observación, permitiendo identificar regiones de alta y baja temperatura generados por la ocurrencia de procesos de tipo inflamatorio, vasculares y zonas de alto nivel metabólico. La superficie de la piel del cuerpo humano emite radiación térmica del tipo infrarrojo en el rango de 2-14 μm con emisividad casi constante de 0.98, y en condiciones estables de control de temperatura y humedad relativa es posible obtener TDI de alta calidad útiles en la detección lesiones de tipo vascular, inflamatorio y la presencia de tejido con alta funcionalidad metabólica.

M9793 Estudio de la formación de coágulos mediante alteraciones de las variables termodinámicas de presión y temperatura aplicados a los cuadros clínicos de arteriosclerosis y aterotrombosis. Alexandra Jaimes Flores* (*ale51101@hotmail.com*), Universidad de sonora; María Regina Arellano Fonseca (*regina.arellano27@gmail.com*), Colegio Regis LaSalle; Abraham Ramsés Velázquez Kraff (*profesor.kraff@gmail.com*), Sociedad Sonorense de Física; *Expositor.

El problema de arteriosclerosis y los aterotrombosis se presenta al formarse coágulos sanguíneos que puede obstaculizarse las arterias principales y es una de las principales causas de muerte en México, esto se debe a la formación de placas de colesterol de baja densidad que llegan a obstruir el flujo sanguíneo en el caso de la arteriosclerosis, mientras que en el caso de los paros cerebrovascular los coágulos obstaculizan una de las arterias principales que la sangre al cerebro por lo que no permite el paso del oxígeno a el y ocurre el colapso. El objetivo de este trabajo es proponer un modelo físico que pueda ayudar en el desarrollo de un tratamiento óptimo para la arteriosclerosis y los paros cerebrovasculares al usar un método de manipulación de las variables de presión y temperatura para así con esto deshacer el coágulo formato y evitar la trombosis.

M9826 Caracterización óptica de cristales de Fluoruro de Litio por luminiscencia ópticamente estimulada para uso potencial en dosimetría clínica. Ivar Diego Aceves Sánchez* (*ivar.aceves@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; Miguel Ángel Camacho López (*mikentoh@hotmail.com*), Heriot-Watt University; Keila Isaac Olivé (*kisaaco@uaemex*).

mæ), Dalhousie University; Elsa Yazmín León Marroquín (*yaz_3333@hotmail.com*), Washington University School of Medicine; Eugenio Torres García (*eugenio_tg@yahoo.com.mx*), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

Se caracterizó la respuesta luminiscente estimulada con luz en cristales de Fluoruro de Litio (LiF) irradiados a diferentes dosis evaluando los siguientes parámetros: linealidad de la respuesta de los cristales con respecto a la dosis, desvanecimiento de la señal después de cada lectura, borrado óptico, desvanecimiento de la señal después de la irradiación, dependencia angular y dependencia energética. Los cristales fueron estimulados utilizando un láser azul (445 nm) y se registro la señal luminiscente del cristal con un espectrofotómetro y un filtro pasa altos (500 nm) colocado frente a la apertura del detector. Los cristales se irradiaron en un acelerador lineal modelo Silhouette con energías de fotones de 6 MV y 10 MV, tamaño de campo de $10 \times 10 \text{ cm}^2$ y SSD de 100 cm, se colocaron dentro de un maniquí de agua sólida a una profundidad de 1.5 cm y 2.5 cm para fotones de 6 MV y 10 MV respectivamente. Las pruebas realizadas sugieren un buen desempeño del LiF como dosímetro en el campo clínico.

M9827 **Modelo de osteoporosis inducida por radiación en ratas, utilizando un LINAC de 6 MV** Efrén Hernández Ramírez* (*efren@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Flor Peregrina Herrera Martínez (*flor.herrera@gmail.com*), Instituto Nacional de Cancerología y Hospital de la Mujer; Janeth Serrano Bello (*janerbe@hotmail.com*), Laboratorio de Bioingeniería Celular, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Alberto Medina Velázquez (*medina@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México y Unidad de Investigación Biomédica en Cáncer, Instituto Nacional de Cancerología/Universidad Nacional Autónoma de México; Sandra Areli Hernández García (*sandra.hg@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La radioterapia es común para pacientes con cáncer; dos tercios de los pacientes con neoplastias malignas sólidas como el cáncer de mama, próstata, cuello uterino y pulmón, reciben radiación como parte de su tratamiento. Sin embargo, el proceso de irradiación provoca la pérdida de función medular y disminución de la densidad ósea, induciendo osteoporosis la cual eleva el riesgo de sufrir una fractura. Por este motivo es importante estudiar el procesos de osteoporosis inducida por radiación en modelos animales de experimentación.

En este trabajo se presentan un modelo de inducción de osteoporosis por irradiación en la zona pélvica de ratas de laboratorio con un LINAC de 6 MV, y la evaluación de los cambios en la densidad mineral ósea con técnicas de imagen molecular microCT y análisis histológico.

M9841 **Propiedades de dosímetros de borato de litio ante radiación X.** Olga Leticia Avila Aguirre* (*olga.avila@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Pedro Ramon González Martínez (*pedro.gonzalez@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Eva Leticia Rojas Calderón (*leticia.rojas@inin.gob.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.

Se estudian dosímetros termoluminiscentes de $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Cu,Ag,Tm}$ preparados en forma sólida en el ININ. Este material tiene Zeff de 7.3, cercano al del tejido (7.4) siendo adecuados para su uso en aplicaciones de dosimetría clínica. Los dosímetros muestran una sensibilidad de 40% respecto a la del TLD-100 y muestran un comportamiento lineal con la dosis de radiación gamma entre 0.001 a 100 Gy. Se realizó una investigación de la respuesta relativa de radiación X respecto de ^{137}Cs (662 keV) y ^{60}Co (1250 keV). Los dosímetros fueron expuestos a radiación X de distintas calidades de haz entre 30 y 250 kVp con energías efectivas entre 16 y 147 keV. Para cada calidad de haz los dosímetros presentan una respuesta lineal en función del Kaire entre 10 y 100 mGy. La respuesta TL relativa de radiación X respecto a ^{137}Cs y ^{60}Co muestra sobrerrespuesta en el intervalo de energías estudiado observando un valor máximo para una energía efectiva de 43 keV (100 kVp), de 5 y 10%, respectivamente.

M9849 **Determinación de densidad mamaria a partir de imágenes de mamografía digital de energía dual** Gustavo Pacheco Guevara* (*gustavo.p@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Patricio Castillo López (*jorge.castillo.mex@gmail.com*), Instituto Nacional de Cancerología; María Ester Brandan Siqués (*brandan@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La densidad mamaria se define como la medida de tejido fibroglandular que aparece en una mamografía. Este trabajo tiene como objetivo usar la técnica de resta de imágenes de mamografía digital de energía dual (imágenes obtenidas usando dos espectros de rayos X diferentes) para realzar la presencia de tejido fibroglandular, y así calcular la densidad mamaria volumétrica. La calibración realizada mediante la adquisición de imágenes de maniquí tejido-equivalente con porcentajes conocidos de tejido fibroglandular muestra una relación lineal entre valor de píxel en la imagen y porcentaje de tejido fibroglandular ($R^2 = 0.97$), lo cual es consistente con el modelo propuesto. Como resultados preliminares, se presenta dicha calibración y un análisis de homogeneidad de imágenes para diferentes espesores de maniquí. Se espera presentar también mapas bidimensionales de densidad mamaria en maniquí, y posiblemente en imágenes clínicas.

M9905 **Propuesta de sistema de dosimetría personal para estimar dosis efectiva utilizando dosímetros TLD-100 y TLD-300** Concepción Laura Silva Fie-

rro* (laura_silva@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Eduardo López-Pineda (edlope@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; María Ester Brandan Siqués (brandan@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En lugares donde se trabaja con radiación ionizante se debe hacer un monitoreo de los niveles de radiación para asegurar que se mantengan por debajo de los límites establecidos. Se desarrolló un sistema de dosimetría personal, para fotones, basado en el uso de dosímetros termoluminiscentes LiF:Mg,Ti (TLD-100) y CaF:Ti (TLD-300). La calibración del sistema se está realizando en términos de kerma en aire, para TLD-100, y se utiliza la forma de la curva de brillo del TLD-300 para determinar la energía del haz de radiación; analizando dicha forma por 3 métodos diferentes: Comparación de alturas, deconvolución y análisis vectorial de la forma. La magnitud por determinar es Dosis Efectiva, que es la recomendada internacionalmente para establecer límites. El sistema se está calibrando en un intervalo de energía entre 15 y 1250 keV y se espera que para la fecha del congreso se tenga una evaluación preliminar de su implementación en una instalación con presencia de radiación ionizante.

M9937 Simulación de la actividad eléctrica de la aurícula izquierda usando el modelo de Cherry-Ehrlich-Nattel-Fenton Luis Roberto Cervantes Guevara* (luisrceg@gmail.com), 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.

El presente trabajo pretende realizar la simulación de la actividad eléctrica del tejido auricular, con el fin de estudiar el tratamiento de afecciones del corazón, como lo es la fibrilación auricular. En particular, se utilizará el modelo Cherry-Ehrlich-Nattel-Fenton de cuatro variables para células atriales caninas y así evaluar el impacto que tiene el aumento de Na⁺, Ca²⁺ y K⁺ en la actividad eléctrica de la aurícula izquierda, dado que el modelo es capaz de reproducir una reentrada no sostenida o sostenida dentro de la vena pulmonar. Se sabe que las reentradas en las venas pulmonares pueden contribuir al desarrollo y la conservación de la fibrilación auricular. Se programará este modelo utilizando el software de MATLAB y COMSOL Multiphysics.

M91018 Evaluación Preclínica de ⁶⁴Cu-NOTA-iPSMA como un Potencial Radiofármaco para Aplicaciones Teranósticas en Cáncer de Próstata Benito Góngora Servín* (benny_alucard@ciencias.unam.mx), UR-C, Fac Med UNAM; Miguel Ángel Avila Rodríguez (avilarod@uwalumni.com), UR-C, Fac Med UNAM; *Expositor.

Actualmente, los radiofármacos basados en el Antígeno Prostático Específico de Membrana (PSMA) se han convertido en el estándar de oro para evaluar el cáncer de próstata (CaP) mediante Tomografía por Emisión de Positrones (PET), y también se utiliza en radioterapia interna cuando se marca con emisores beta. La UNAM introdujo el uso de ⁶⁸Ga-PSMA en el 2015 y recientemente implementó la producción de ¹⁸F-PSMA. Sin embargo, la vida media de estos radioisótopos limita su radio de distribución y la adquisición de imágenes tardías (>24 h) necesarias para realizar estimaciones dosimétricas en aplicaciones teranósticas, lo que sugiere emplear otros radioisótopos con vidas medias más largas. En este trabajo se presentan los avances en el desarrollo, caracterización y evaluación preclínica de un compuesto basado PSMA marcado con ⁶⁴Cu, como un potencial radiofármaco para el diagnóstico específico y oportuno de CaP, de especial interés para realizar dosimetría en aplicaciones teranósticas.

M91054 Alteraciones en la variabilidad cardiovascular al evolucionar la Diabetes Mellitus tipo 2 Ana Leonor Rivera López* (ana.rivera@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Bruno Estañol Vidal (bestanol@hotmail.com), Instituto de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán"; Ruben Fossion (ruben.fossion@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro Frank (frank@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La variabilidad cardiovascular observable en el ritmo cardíaco y la presión arterial es alterada por la Diabetes Mellitus tipo 2. Para estudiar estos cambios, tomamos registros de corta duración (5 minutos) no-invasivos del intervalo entre pulsos cardíacos y la presión arterial usando un portapress al estar acostados, de pie y respirando rítmicamente a 0.1 Hz, de tres grupos de estudio: sujetos de control, recién diagnósticos y con al menos 10 años de evolución de la Diabetes. Las alteraciones más relevantes son la pérdida de la modulación cardio-respiratoria, que el pulso cardíaco se vuelve más "rígido", las fluctuaciones cardíacas se vuelven más simétricas y la curtosis aumenta; mientras que la presión arterial aumenta su variabilidad y pierde simetría. Esto tal vez se deber a una disminución progresiva de la actividad simpática y parasimpática del corazón y de las arterias conforme la diabetes evoluciona.

M91057 Protección de los bloqueadores solares frente a la radiación ultravioleta Marco Montes Valles* (a301543@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; Alan Martín López Chávez (a301452@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; Iván Vásquez Duarte (a301596@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; Daniel Espinobarro Velázquez (despinobarro@uach.mx), The University of Manchester; *Expositor.

En este trabajo se midió la absorción de radiación ultravioleta para diferentes bloqueadores solares de libre venta en el mercado de la ciudad de Chihuahua. Por medio de la técnica de espectroscopía de ultravioleta-visible, se evaluaron ocho muestras, comparándolas y clasificándolas según su espectro de absorción. Únicamente un 25% de las muestras analizadas cumplió con la normatividad establecida según las pautas reglamentarias australianas para protectores solares, dato realmente alarmante considerando la alta tasa de radiación solar en el Estado de Chihuahua.

M91080 **Estimación de dosis en agua debida a rayos X de 70KV_p** Sandra Areli Hernández García* (*sandra.hg@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Eduardo López Pineda (*edlope@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Alberto Medina Velázquez (*medina@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México y Unidad de Investigación Biomédica en Cáncer Instituto Nacional de Cancerología/Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El uso de rayos X de baja energía en la irradiación de cultivos celulares hace necesaria una caracterización dosimétrica. En el presente trabajo se muestran los resultados de la caracterización dosimétrica de un tubo de rayos X de 70KV_p con base en el protocolo TG-61 de la AAPM. Para ello se utilizó una cámara de ionización plano-paralela (Radcal 20X6-6M) con el fin de medir kerma en aire y posteriormente estimar la dosis en agua. Los resultados determinaron un valor de kerma en aire de (4.77 ± 0.03) mGy/s, capa hemirreductora de (1.7 ± 0.1) mmAl y una tasa de dosis en agua de (6.09 ± 0.03) mGy/s.

M91091 **El Microscopio de Fuerza Atómica y sus Aplicaciones en la Medicina** Vanessa Isabel Irigoyen Torres* (*isaabelltorres98@gmail.com*), Universidad Autónoma de Chihuahua; Joshué Ramiro Galván Chávez (*joshuergc@gmail.com*), Universidad Autónoma de Chihuahua; Daniel Espinobarro Velázquez (*despinobarro@uach.mx*), University of Manchester; *Expositor.

La curiosidad del ser humano lo ha llevado a crear mejores tecnologías con el fin de facilitar la investigación. Un elemento esencial en la búsqueda de aprendizaje es el microscopio; uno muy particular, es el microscopio de fuerza atómica o AFM (por sus siglas en inglés Atomic Force Microscope), es un microscopio de sonda de barrido capaz de medir propiedades locales, tales como propiedades eléctricas, magnéticas, mecánicas entre otras; con el fin de caracterizar una muestra. A pesar de que los AFM son esenciales en el área de materiales, no muchos conocen las aplicaciones que puede tener en medicina, ya sea por falta de información, o incluso por escepticismo. Debido a lo anterior es que en esta investigación se pretende dar a conocer el funcionamiento de un AFM y explicar algunas de sus aplicaciones en la medicina, con el fin de mostrar

que un AFM es más útil de lo que se considera y no sólo para materiales inorgánicos sino también para material fisiológico.

M91094 **Modelo iónico de FitzHugh-Nagumo para la actividad eléctrica de corazón implementado en fenics.** Carlos Emmanuel Peral Altamirano* (*carlosperal.altamirano@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Velázquez Castro (*jorge.velazquezcastro@correo.buap.mx*), Instituto de Física de la UNAM; Beatriz Bonilla Capilla (*beatriz.bonillac@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La simulación de la actividad eléctrica del corazón juega un papel muy importante en el entendimiento de su funcionamiento, las enfermedades que lo afectan y como pueden ser tratadas. La coordinación de la actividad mecánica del corazón se debe a los pulsos rítmicos eléctricos provenientes de una zona conocida como nodo sinusal. Existen varias situaciones que pueden cambiar el comportamiento de las señales eléctricas lo que altera el constante pulso de las señales, si esta condición es grave o aguda, se le conoce como arritmia cardiaca. El objetivo de este trabajo es simular la actividad eléctrica del corazón en una geometría 3D empleando el modelo de Fitzhug-Nagumo. Esta simulación permitirá evaluar si algunas alteraciones fisiológicas en el corazón pueden llevar a tener arritmias. La simulación se implementará en FEniCS, plataforma de código libre escrita en python, que permite la resolución de ecuaciones diferenciales parciales basándose en la técnica de elemento finito.

M91104 **Desarrollo de instrumento médico de cuantización y reeducación motora destinado a sujetos con traumatismo en el séptimo par craneano** Wendy Liliana Martínez Ángeles* (*wendylmtz07@gmail.com*), Universidad de Guadalajara; Juan Carlos Gutiérrez García (*ing.juancarlosg@gmail.com*), Universidad de Guadalajara; Mario Alberto García Ramírez (*seario@gmail.com*), Universidad de Guadalajara; Estela Adriana Castellanos Alvarado (*adrianacastellanos@hotmail.com*), Universidad de Guadalajara; *Expositor.

La parálisis facial es una de las mononeuropatías más frecuentes; es causado por lesiones en el séptimo par craneal que provoca alteraciones estéticas, funcionales y psicossociales. Por ésto se desarrolló un dispositivo capaz de brindar al portador la posibilidad de mejorar su control motor, aplicando estímulos vibratorios que trabajen la propiocepción de la hemicara con hipotonía con el fin de que los músculos tengan la tensión adecuada para contraerse a voluntad. La parálisis facial al ser un trastorno que cotidianamente se diagnostica cualitativamente y debido a que el tiempo es un factor clave en la recuperación del paciente, es fundamental encontrar el método que de una mejor respuesta. Para esto se agregó un arreglo de sensores que permite conocer la condición y/o daño del séptimo par craneano cuantizando la actividad muscular ge-

nerando gráficas del estado facial de los mismos músculos (frontal, cigomático menor, risorio, cigomático mayor) en hemicaras opuestas.

M91136 Efecto de la alta tasa de dosis (1200 UM min⁻¹) en la expresión tardía de la citosina pro-inflamatoria IL-1 β en cerebros de ratas. *Ramiro Humberto Aguirre Maldonado** (rh.aguirre15@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias Físicas; *Paola Ballesteros Zebadúa* (paolabz@innn.edu.mx), Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suarez; *Mercedes Rodríguez Villafuerte* (mercedes@fisica.unam.mx), Instituto de Física Universidad Nacional Autónoma de México; *Alejandro Rodríguez Laguna* (alejandrorodriguez.laguna@gmail.com), Hospital Médica Sur; *Irving Alfonso Ortiz Cabrera* (irvingnuclear1@outlook.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; *Javier Franco Pérez* (jfranco@innn.edu.mx), Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suarez; *Expositor.

Las nuevas técnicas de tratamiento en radioterapia sin filtro de aplanado ofrecen la ventaja de entregar dosis en tasas que van de 2 a 6 veces más rápido que los haces convencionales con filtro. Esto permite impartir los tratamientos en menos tiempo, pero aún se desconoce si estas tasas de dosis pueden influir en ciertas respuestas radiobiológicas complejas como lo es la neuro-inflamación tardía. Por ello se realizó una irradiación craneal en ratas Wistar con un acelerador lineal Varian TrueBeam 6 MV para impartir una dosis de 11 Gy utilizando una tasa de 500 UM min⁻¹ y 1200 UM min⁻¹. Después de un mes de la irradiación se cuantificó mediante la técnica de ELISA la concentración de citosina pro-inflamatoria IL-1 β en pg por mg de proteína a nivel cerebral en la corteza cerebral, hipocampo e hipotálamo y se compararon los valores para ambas tasas.

M91139 Magnetoterapia: una aplicación del electromagnetismo a la medicina *Mariano D. Blume Vásquez* (mcorona@inaoep.mx), Fundación Privada de Asistencia Médico Social A. C.; *Carlos Ortiz Gutiérrez* (mcorona@inaoep.mx), Fundación Privada de Asistencia Médico Social A. C.; *Gerardo Hernández* (mcorona@inaoep.mx), Fundación Privada de Asistencia Médico Social A. C.; *Rosaura Vallejo Mendoza* (rosaura.vallejo@inaoep.mx), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA; *Miguel Angel Briseño Carmona** (ma.briseno@inaoep.mx), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA; *Manuel Gerardo Corona Galindo* (mcorona@inaoep.mx), INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA; *Expositor.

Los últimos años se han desarrollado terapias alternativas para el tratamiento de varios tipos de enfermedades; Entre ellas se encuentra la magnetoterapia y como lo menciona Sodi (1994), con ella se pueden tratar diversos malesta-

res, incluso los de órganos internos. Desde nuestro punto de vista, dicha terapia está fundamentada en los campos magnéticos y eléctricos que se estudian en la física y, en el presente trabajo, se pone a consideración lo que los autores arguyen que es el fundamento de la terapia mencionada. El escenario, originalmente descrito líneas arriba, todavía no se ha atacado; pero, aplicando las leyes de Maxwell, se ha analizado la terapia que se aplica con una espira por la que se pasa una corriente alterna para generar un campo magnético y eléctrico. Asimismo, se discuten las pruebas que hay que superar para comprobar que la terapia es inocua. Sodi Pallares, D., Magnetoterapia y Tratamiento Metabólico, 3.a edición, México, D. F., 2000

M91221 Análisis Fractal del Electroencefalograma Durante la Vigilia en Reposo de Adultos Mayores Hidalguenses y Deterioro Cognitivo *Erika Elizabeth Rodríguez Torres* (rodriguez.erika331@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Carlos Arturo Soto Campos* (csoto@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Alejandra Rosales Lagarde* (alexiaro@rocketmail.com), Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz; *Alfredo Amador Portes** (am276592@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Rodrigo Silva Mota* (mota.rm97@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Carlos Fernando Chávez Vega* (fchavez1503@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Edgar Omar Martínez Jiménez* (omar_jim0305@outlook.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.

Se sabe que el Análisis de Fluctuaciones sin Tendencia (DFA) de las series de tiempo biológicas como el, Electroencefalograma (EEG), Electromiograma (EMG) y otras resulta ser una herramienta útil para discriminar entre la salud (exp. de Hurst ≈ 1) o la enfermedad (exp. de Hurst ≈ 1.5). Con el fin de conocer si la herramienta resulta útil para diferenciar las series de tiempo de Adultos Mayores con Deterioro Cognitivo (DCL) y sin Deterioro Cognitivo (sDCL), se registró el EEG y el EMG a dos sujetos, uno con DCL o sDCL, durante la condición de vigilia con ojos cerrados y se calcularon los DFA por medio de una interfaz programada en Python. Durante la condición de reposo con ojos cerrados, el sujeto con DCL presentó exponentes de Hurst más altos en regiones frontales en comparación con el sujeto sDCL. Se concluye que el DFA aporta información cuantificable sobre la localización y mecanismos subyacentes al DCL que pueden servir para monitorear el curso del DCL en el AM.

M91251 Simulación Monte Carlo de sistemas de tomografía de haz de cono para radioterapia guiada por imagen *Brian Humberto Zapien Campos** (brianzapien@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; *Arnulfo Martínez Dávalos* (arnulfo@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; *Mercedes Rodríguez Villafuerte* (mercedes@fisica.unam.mx), Insti-

tuto de Física, UNAM; José Manuel Lárraga Gutiérrez (*jose.larraga.gtz@gmail.com*), Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía; Olivia Amanda García Garduño (*amanda.garcia.g@gmail.com*), Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía; *Expositor.

La tomografía de haz de cono (CBCT) se ha convertido en una modalidad de imagen ampliamente usada en radioterapia guiada por imagen para optimizar la precisión y exactitud en la impartición del tratamiento. Por esta razón es necesario realizar estudios de los parámetros que afectan la calidad de imagen. Uno de estos parámetros es la radiación dispersa, la cual puede cuantificarse a través de simulaciones Monte Carlo. Conocer el papel que tiene la radiación dispersa en la calidad de imagen y su contribución en la dosis permite implementar técnicas de corrección para aumentar la calidad de imagen sin comprometer la dosis al paciente. En este trabajo se muestran resultados preliminares de la validación de simulaciones Monte Carlo de sistemas CBCT a energías de kV y MV usando medidas de dosis en profundidad y perfiles fuera de eje, tomando como referencia datos adquiridos en un acelerador TrueBeam STx.

M91259 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; *Expositor.

Un fotón de luz natural 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 triángulo 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 Kirchoff: 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 Kirchoff: Derivación I + derivación III = derivación II = 0. El modelo encontró que son 4 los triángulos eléctricos del corazón

M91316 Biomecánica de los Sarcómeros Francisco Javier Parra Bermúdez (*francisco.parra@fisica.uson.mx*), Universidad de Baja California; Luis Juan Ortiz Valdivia (*luisorval@gmail.com*), Universidad de Sonora; Jesús Báez Martínez (*jebuzb@gmail.com*), Colegio Regis Lasalle; Jesús Abel Gocobachi Lemus (*abellemus07@gmail.com*), Colegio de bachilleres del es-

tado de Sonora plantel Navojoa; Eduardo Peñuñuri Bolado* (*eduardo.penunuri.b@gmail.com*), Colegio de bachilleres del estado de Sonora plantel Reforma; David Eliezer Quezada Cordova (*nigynayg@gmail.com*), Colegio de bachilleres del estado de Sonora plantel Villa de Seris; *Expositor.

En este trabajo se presenta la modelación física de los Sarcómeros, los cuales son la unidad anatómica del músculo, siendo los que permiten que éste se estire o contraiga. El tejido muscular o esquelético tiene como función el movimiento del cuerpo y de sus partes, como también el cambio de tamaño y forma de los órganos internos. Se caracteriza por formar conjuntos de largas células especializadas y dispuestas en haces paralelos, cuya función principal es la contracción. La unidad funcional de estas células, también llamadas fibras musculares es el sarcómero, que es la unidad contráctil básica del músculo estriado. Mide de 2 a 3 μm en estado relajado en los mamíferos, pudiendo contraerse hasta 1 μm o elongarse hasta 4 μm . Dadas las características funcionales del sarcómero nos permite esbozar un modelo físico básico que replique su función fundamental mediante un modelo de Hooke, pudiendo analizar la tensión contra los cambios de longitud, así como esbozar la constante de elasticidad

M91332 Respuesta del gel radiocrómico Presage a fotones de bajas energías Miguel Ángel Flores Manceira* (*mafmancera@estudiantes.fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Guerda Massillon Jacques-Louis (*massillon@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La radioterapia es un tratamiento localizado en el que la radiación ionizante participa para combatir el cáncer. El propósito de este procedimiento es impartir la dosis adecuada homogéneamente al tejido maligno provocándole un daño irreparable, mientras se minimiza la dosis impartida al tejido circundante. Por lo tanto, la determinación de la distribución de la dosis en 3D puede reducir los posibles errores. El dosímetro 3D de gel es el más adecuado para este tipo de estudio y el gel radiocrómico Presage es uno de ellos. Pero, la dependencia de su respuesta con la energía no es bien conocida. En este trabajo se investiga la dependencia de la respuesta de 2 lotes de Presage a 11 haces de rayos-X de 15 kV a 6 MV y se analiza su posible impacto en la clínica. Agradecemos a Eduardo López-Pineda. Proyecto financiado por PAPIIT-IN115117, Royal-Society-NA150212.

M91351 Comparación de la reproducibilidad de parámetros de Ultrasonido Cuantitativo en el diagnóstico de cáncer de mama Laura Castañeda Martínez* (*lcastaneda@ciencias.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; J. P. Castillo-López (*jorge.castillo.mex@gmail.com*), Instituto Nacional de Cancerología; H. Galván-Espinosa (*hgalvane@gmail.com*), Instituto Nacional de Cancerolo-

gía; P. Perez-Badillo (*pato_20@hotmail.com*), Instituto Nacional de Cancerología; L. Aguilar-Cortazar (*lesvia_olivia@hotmail.com*), Instituto Nacional de Cancerología; F. Porras (*fany.porras@gmail.com*), Instituto Nacional de Cancerología; María Ester Brandan Siqués (*brandan@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Y. Villaseñor-Navarro (*yolavillana@hotmail.com*), Instituto Nacional de Cancerología; Iván Miguel Rosado Méndez (*irosado@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Nuestro grupo se encuentra desarrollando una herramienta de clasificación de lesiones mamarias utilizando técnicas de Ultrasonido Cuantitativo (QUS, en inglés) con el fin de hacer más preciso el diagnóstico por imagen. Para poder trasladar estas técnicas a la clínica, es preciso que sean reproducibles. El presente trabajo considera la evaluación de la variabilidad inter- (entre 3 radiólogas) e intra-operador (de una misma radióloga) de la aplicación de QUS en 10 pacientes del Instituto Nacional de Cancerología. Para esto cada radióloga repitió la adquisición de datos tres veces. De los datos de cada adquisición se extrajeron parámetros descriptivos del borde de la lesión y de la ecogenicidad por QUS. Los resultados mostraron que ambas fuentes de variabilidad en los parámetros del borde fueron el doble que el parámetro de QUS. Esto sugiere que los parámetros de QUS son más reproducibles que la descripción del borde. Actualmente estamos extendiendo el estudio a otros parámetros de QUS.

M91451 **TERMOMASTOGRAFÍA: UNA ALTERNATIVA EN LA DETECCIÓN TEMPRANA DEL CÁNCER DE MAMA** Athziri Zúñiga Méndez* (*fernecath@gmail.com*), Preparatoria "Alfonso Calderon Moreno"; Dulce María Castro Coyotl (*dcastro127@hotmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Jose Guadalupe Vázquez Luna (*javazquez13731@hotmail.com*), Universidad Rusa de la Amistad de los Pueblos; *Expositor.

El cáncer de mamá (CaMa) es la principal causa de muerte por cáncer en las mujeres. La única forma de reducir la mortalidad es con un diagnóstico temprano, en este campo se tienen avances sustanciales tanto en los equipos de detección como en el software de procesamiento de imágenes. El cáncer es una patología que al iniciarse da origen a un proceso de angiogénesis lo cual, incrementa localmente la temperatura, la termomastografía es un estudio que utiliza una cámara infrarroja que detecta estos cambios para producir imágenes de alta calidad. Por otro lado, existe un sector de la población femenina de 14 a 39 años que carecen de un método de detección temprano ya que la única herramienta utilizada es la mastografía, la cual se recomienda a partir de los 40 años, dado que en México hay casos de fallecimiento por CaMa desde los 21 años, solo la termomastografía es respuesta viable, este método no emite ningún tipo de radiación ionizante y se puede aplicar a cualquier edad y condición.

M91554 **Plataforma de simulación para tomosíntesis digital de mama** Juan Pablo Madrigal García* (*juanpafismed@gmail.com*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Héctor Alva Sánchez (*halva@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Mercedes Rodríguez Villafuerte (*mercedes@xn--fisica-zsa.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La Tomosíntesis Digital de Mama (DBT) es una técnica que permite obtener imágenes semitomográficas a partir de un número limitado de proyecciones en un ángulo reducido. Esta técnica posee una geometría similar a la utilizada en mamografía digital, sin embargo, depende de una mayor cantidad de factores que deben ser considerados para optimizar la calidad de imagen y minimizar la dosis a la paciente. En este trabajo se presenta una plataforma de simulación para DBT que incluye los procesos de proyección y reconstrucción usando maniqués digitales geométricos y antropomórficos. Con este sistema es posible realizar un análisis de la calidad de imagen con respecto a las métricas recomendadas para la técnica (MTF, ASF, CNR), y determinar la geometría y parámetros de adquisición que optimizan la calidad para diversos espesores de mama, glandularidades y métodos de reconstrucción. Se agradece a los proyectos PAPIIT-UNAM IA103418 y CONACyT Atención a Problemas Nacionales 2015-01-612.

M91649 **Caracterización morfológica de células de cáncer mediante interferometría óptica** Patricia Pérez-Luna* (*patvic1412@gmail.com*), Maestría en Tecnología en Materiales Avanzados Ecocampus BUAP; Maura Cardenas-García (*maura.cardenas@correo.buap.mx*), Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ricardo Agustín Serrano (*ragustin@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Gustavo Rodríguez-Zurita (*gzurita@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Cotzomi Paleta (*jcotzomi@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Marco Morales-Sánchez (*spinor70@yahoo.com.mx*), Facultad de Ingeniería Química de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Areli Montes Pérez (*arelimp@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Carlos Ignacio Robledo Sánchez (*crobledo@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Cuando hacemos uso de un microscopio simple, podemos visualizar una imagen amplificada de la muestra sin ser modificada y sabemos que mediante la imagen visualizada, no se puede determinar ciertas características físicas, como la forma o propiedades. Cuando la luz atraviesa una muestra biológica, la información de la morfología se encuentra contenida en la luz emergente y esta información

puede ser recuperada mediante el uso de equipo muy sofisticado y caro. En éste trabajo, se propone un microscopio láser basado en un sistema interferométrico por polarización en una sola toma. El sistema propuesto, permite analizar muestras transparentes microscópicas, con el propósito de detectar cambios que nos permitan calcular parámetros físicos, mediante la generación de cambios de fase, los cuales son cuatificables, esto a través del análisis de interferogramas, que permiten obtener información del espesor y tamaño. Se presenta la teoría, el sistema experimental del microscopio láser y resultados

M91703 **Hipertermia magnética a través de liposomas cargados con nanopartículas magnéticas en presencia de un campo magnético alterno** *Edmundo Emmanuel Del Muro Arteaga** (*mun-do_235@hotmail.com*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Carlos Juárez Osornio* (*osornioo@gmail.com*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Pável Figueroa Rodríguez* (*pavelinho_k@hotmail.com*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Luis Alberto Medina Velázquez* (*medina@fisica.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Expositor.

El uso convencional de tratamientos para cáncer tales como la radioterapia o la quimioterapia genera daños en los tejidos sanos, así como alta toxicidad. La hipertermia magnética con nanopartículas de magnetita y magemita permiten que la concentración de calor en el tejido tumoral induzca una respuesta terapéutica que minimiza el daño en tejido sano. Las nanopartículas magnéticas pueden ser transportadas por medio de liposomas e inducir transferencia de calor a través de un campo magnético externo. Se presentan resultados de la manufacturación y caracterización de nanopartículas de magemita y magnetita de distintos tamaños y formas.

M91708 **Dosimetría in vivo para tratamientos de cabeza y cuello empleando dosímetros OSL (nanoDot)** *Ingrid Mireya Negrete Hernandez** (*inegreteh@hotmail.com*), *ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS*; *Ivonne Berenice Lozano Rojas* (*ilozanor@ipn.mx*), *CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AVANZADA*; *Jorge Omar Hernandez Oviedo* (*omaovi@yahoo.com.mx*), *ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS*; *Jesús Román Lopez* (*jesus.roman@nucleares.unam.mx*), *CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AVANZADA*; *Rebeca Sosa Fonseca* (*rebe@xanum.uam.mx*), *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA IZTAPALAPA*; *Jose Trinidad Alvarez Romero* (*trinidad.alvarez@inin.gob.mx*), *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA*; *Jose Antonio Iran Diaz Gongora* (*JAiran71@hotmail.com*), *ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS*; *Adriana Saenz Cruz* (*sacajb@hotmail.com*), *SOCIEDAD MEXICANA DE RADIOLOGÍA*; *Expositor.

En particular para la región de cabeza y cuello, la cual es una zona inhomogénea y con diversas densidades, debemos tener un control independiente de la dosis real depositada a superficie mediante dosimetría in vivo. Es por eso que en este trabajo se implementó el uso de dosímetros nanoDots de luminiscencia ópticamente estimulada (OSL, por sus siglas en ingles), caracterizándolos previamente para conocer su viabilidad en el uso clínico. Dado que el uso de un maniquí antropomorfo simplifica los procedimientos de configuración y elimina la incertidumbre del movimiento del paciente, se empleó un maniquí RANDO para determinar la dosis a superficie en tratamientos de cabeza y cuello, comparando los resultados obtenidos con los medidos en el sistema de planeación, para posteriormente medir la dosis superficial en pacientes con cáncer en tiroides, lengua y sarcoma en cuello para conocer la incertidumbre de la dosis asociada al paciente.

M91711 **Protocolo de determinación y control de calidad de factores que caracterizan al colimador multihojas de aceleradores lineales de electrones para tratamientos de radioterapia** *Sergio José Uc Magaña** (*conteo_sergio@outlook.com*), *Universidad Autónoma de Yucatán*; *Sergio Manuel Von Cabrera* (*smvon@yahoo.com*), *Centro Oncológico Privado S.A. de C.V.*; *Orlando Enrique Soberanis Domínguez* (*oe_sd@hotmail.com*), *Centro Oncológico Privado S.A. de C.V.*; *Expositor.

En radioterapia el control de calidad es determinante en la exactitud y precisión de entrega de dosis al paciente, sin embargo, actualmente no existe un protocolo de calidad que garantice la obtención y control de calidad de factores dosimétricos importantes, tales como el factor de transmisión y factor de DLG, los cuales caracterizan al colimador milhojas (MLC) Este trabajo presenta una metodología para determinar el valor óptimo de estos factores y verificar su correlación con los cálculos de dosis realizados por el software de planeación Eclipse™. Se hallaron los factores de transmisión y DLG para aceleradores clínicos modelos uniQue™ y Clinac® iX, ambos con MLC Millennium™ 120. Los resultados obtenidos fueron aprobatorios para la evaluación del índice gamma y la distribución de dosis medida fue correlacionada con la calculada por el software de planeación, en ambos estudios utilizando los valores óptimos hallados. Este trabajo fue apoyado por el Centro Oncológico Privado.

M91760 **Implementación de sensores de tiempo de vuelo para el monitoreo de los movimientos intrafracción de los pacientes en Radioterapia externa** *Armando Sebastian Ordoñez Canul** (*sebastiancanul564@gmail.com*), *Universidad Autónoma De Yucatán*; *Gabriela Rivadeneyra Gutierrez* (*g.rivadeneyra@correo.uady.mx*), *Departamento de Ingeniería Física Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán*; *Suemi Alejandra Gonzalez Azcorra* (*suemi.gonzalez@ssy.gob.mx*), *UNEME de Oncología*

*Hospital General Dr. Agustín O'Horan Servicios de Salud de Yucatán; *Expositor.*

Durante el tratamiento de radioterapia los pacientes presentan movimientos voluntarios e involuntarios debido a diversos factores. Es importante cuantificar y minimizar los movimientos intrafracción ya que los desplazamientos generados pueden afectar dosis absorbida por el PTV y los OAR. El trabajo propone la implementación de un dispositivo de bajo costo, elaborado con sensores TOF y Arduino UNO para medir en tiempo real los desplazamientos intrafracción en pacientes diagnosticadas con cáncer de mama tratadas con radioterapia externa. Durante el estudio se midió el desplazamiento en dirección antero-posterior (AP) e izquierda-derecha (ID) en 5 pacientes con el dispositivo diseñado, usando dos modalidades de frecuencia de medición. Se obtuvo que los movimientos intrafracción son: 2.03 ± 1.27 mm en dirección AP y -0.33 ± 1.28 mm en ID. Se observó que la modalidad de alta frecuencia es mejor para monitorear los movimientos intrafracción y a futuro poder implementar un respiratory gating.

M9 Física de Plasmas

Explanada frente a Rectoría

M9129 **Fotodesprendimiento de iones negativos producidos en una avalancha de Townsend** *Olmo González Magaña** (*olmogm@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas Universidad Nacional Autónoma de México; *Antonio Marcelo Juárez Reyes* (*amjuarez@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas Universidad Nacional Autónoma de México; *Jaime De Urquijo Carmona* (*jdu@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas Universidad Nacional Autónoma de México; **Expositor.*

El estudio del comportamiento de enjambres de electrones e iones moleculares en el seno de gases electronegativos permite comprender los complejos procesos que ocurren en los plasmas y descargas eléctricas gaseosas. En particular, la técnica pulsada de Townsend (TPT) ha probado ser una herramienta eficiente y exitosa para el estudio de estos procesos. La TPT se basa en la medición directa de la corriente producida en el seno de un gas sujeto a un campo eléctrico homogéneo. En este trabajo presentamos un método experimental que permite obtener información directa sobre las diferentes especies, densidades y tiempos de vida de los iones negativos producidos durante una descarga de Townsend. Se presentan resultados en descargas en las especies O_2 y N_2O . Agradecimiento: CONACyT (Proyecto 240073), PAPIIT-UNAM (Proyecto IN108417) y a PAPIME-UNAM por el apoyo y financiamiento para realizar este trabajo, el cual fue posible gracias al apoyo técnico de A. Bustos, G. Bustos y H. Hinojosa.

M9210 **Observación de la formación de iones metaestables en THF mediante la técnica pulsada de Townsend** *Luis Gerson Pérez Romero** (*lgperez@icf.unam.mx*), Instituto de Investigación en Ciencias Básicas

y Aplicadas; *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_4H_8O) es una molécula orgánica que, en cuanto a su sección transversal y su geometría se refiere, es muy parecida a la 2-Desoxirribosa, una molécula presente en el ADN. El THF se utiliza como un modelo para estudiar la interacción de electrones con biomoléculas en la fase gaseosa, del cual se obtienen, entre otros, coeficientes de ionización y transporte electrónico. Se ha observado la formación de iones negativos en THF, debido a un proceso de captura electrónica. El carácter de la señal (exponencial decadente) sugiere que los iones pierden el electrón por colisión con los neutros. Se presentan las mediciones de este efecto para campos eléctricos débiles, a través de los cuales los iones se desplazan hacia el ánodo.

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 IN 108417

M9426 **Comparación del Centelleo Interplanetario y Centelleo Ionosférico usando observaciones de radio a 140MHz** *Esmeralda Romero Hernández* (*esmeralda.romerohdz@uanl.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UANL; *Eduardo Gerardo Pérez Tijerina* (*eduardo.perez@uanl.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UANL; *Federico Salinas Samaniego** (*salinasfederico773@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UANL; *Sebastián Mendoza García* (*sebastianmg00@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UANL; **Expositor.*

En este trabajo se realizó el análisis espectral de dos radiofuentes, el cuásar 3C048 y la Nebulosa de Cangrejo (3C144), detectadas por el radiotelescopio MEXART (lat. $19^{\circ}48'N$, long. $101^{\circ}41'O$). Para ello, se aplicó la transformada de Fourier a los tránsitos de las radiofuentes después de removerles la tendencia. Con esta transformada se obtuvo el espectro de potencias para cada radiofuente. A partir de dichos espectros se realizó una comparación de las frecuencias dominantes con el propósito de caracterizar algunas propiedades físicas del medio interplanetario y la ionosfera, como la densidad electrónica y la velocidad.

M9544 **Fenomenología de los eventos reconectivos en plasmas del "Reversed-Field eXperiment" (RFX)** *Barbara Momo* (*barbara.momo@igi.cnr.it*), Consorzio RFX, Padova (Italia); *Roberto Cavazzana* (*roberto.cavazzana@igi.cnr.it*), Consorzio RFX, Padova (Italia); *Matteo Zuin* (*matteo.zuin@igi.cnr.it*), Consorzio RFX, Padova (Italia); *Luigi Cordaro* (*luigi.cordaro@igi.cnr.it*), Consorzio RFX, Padova (Italia); *Emilio Martines* (*emilio.martines@igi.cnr.it*), Consorzio RFX, Padova (Italia); *Italo Predebon* (*italo*

predebon@igi.cnr.it), Consorzio RFX, Padova (Italia); Monica Spolaore (*monica.spolaore@igi.cnr.it*), Consorzio RFX, Padova (Italia); Heinz Isliker (*isliker@astro.auth.gr*), Astronomy Lab, Dept. of Physics, Aristotle University of Thessaloniki (Greece); Daniel López Bruna* (*daniel.lopezbruna@ciemat.es*), Laboratorio Nacional de Fusión - CIEMAT (España); *Expositor. Usando promedios de descargas mostramos la fenomenología de los colapsos, asociados a reconexiones periódicas, observados en descargas de alta corriente inducida (1,5 MA) con inversión del campo magnético toroidal en el dispositivo RFX: cada proceso reconectivo puede describirse como una serie de eventos que comienzan en el core propagándose hacia el borde. Las medidas magnéticas y los parámetros del plasma sugieren que cada colapso se debe a la interacción de modos "de desgarro" presentes en distintos radios de una configuración magnética inicialmente helicoidal. Al evolucionar el perfil de la transformada rotacional $\iota = 1/q$, dichos modos se acercan permitiendo que interaccionen las intensas capas de corriente asociadas a las regiones resonantes. La reconexión viene precedida por la puesta en fase de los modos resonantes. A continuación, sucede la reconexión rápida y el consiguiente cambio de topología magnética, el cual lleva la configuración helicoidal a un estado más caótico.

M91276 Dependencia del factor de seguridad con la razón de aspecto en perfiles de Solov'ev *Kassandra Salguero Martínez** (*vivalarelativity@ciencias.unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México; *Omar Maceda Ramírez* (*omar-maceda@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *J. Julio E. Herrera Velázquez* (*herrera@nucleares.unam.mx*), Institut de Ciències Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. Contar con soluciones analíticas para la ecuación de equilibrio en tokamaks es útil para validar códigos, así como para estimar algunos parámetros básicos. En ocasiones anteriores se mostró las condiciones en las que es posible obtener soluciones analíticas a la ecuación de Grad-Shafranov con perfiles de Solov'ev que describan apropiadamente parámetros promedio en tokamaks con una amplia gama de razones de aspecto. En particular, los valores obtenidos para el factor de seguridad promedio parecen diferir de lo esperado, lo que se ha atribuido a la simplicidad en la descripción del perfil de corriente. Con el propósito de comprender mejor el problema, en este trabajo se ahonda sobre la descripción de los campos poloidal y toroidal, y se muestran los perfiles del factor de seguridad al variar la razón de aspecto.

M91287 Estudio del problema de equilibrio en tokamaks con frontera libre *Omar Maceda Ramírez** (*omar-maceda@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *J. Julio E. Herrera Velázquez* (*herrera@nucleares.unam.*

mx), Institut de Ciències Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Dentro del proyecto que se desarrolla respecto al diseño conceptual de un tokamak que permita acceder a una amplia gama de formas de la columna de plasma, es fundamental desarrollar un código de equilibrio que permita abordar el problema de frontera libre, tomando en cuenta diversas configuraciones de bobinas de control. Actualmente se cuenta con el código FIESTA desarrollado por Geof Cunningham del Culham Centre for Fusion Energy en el Reino Unido, sin embargo es necesario contar con capacidad propia de diseño. El propósito de este trabajo es analizar los elementos que un código de estas características debe tener, para lo que es necesario considerar la columna de plasma con frontera libre en presencia de la cámara de vacío resistiva y bobinas de control externas. En el proceso se analizan las condiciones de equilibrio que surgen del principio de energía al acoplar las diversas regiones.

M91289 Hacia la propuesta de un proyecto de investigación en fusión en México *J. Julio E. Herrera Velázquez** (*herrera@nucleares.unam.mx*), Institut de Ciències Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Si bien ha existido una minúscula investigación en México en el área de fusión nuclear controlada por varias décadas, la falta de un proyecto apropiadamente planteado, con metas científicas claras tenido como consecuencia que esta actividad esté a punto de desaparecer. Para revitalizarla es preciso contar con una propuesta capaz de atraer el interés de la comunidad científica en general y local en particular. Esto implica que se pueda justificar, no sólo como un proyecto de entrenamiento, como ha ocurrido en el pasado, sino que debe de aportar una contribución significativa al campo a nivel internacional. En este sentido es conveniente proponer un esfuerzo escalonado que permita realizar contribuciones incrementales hasta culminar en un experimento de largo alcance. La idea general que se propone es desarrollar un experimento que permita estudiar la física involucrada al variar la forma de la columna de plasma en un sistema toroidal axisimétrico, empleando control activo.

M91294 Detección y estudio de la interacción entre eyecciones de masa coronal en el medio interplanetario *Alejandro Lara** (*alara@igeofisica.unam.mx*), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El 23 de julio del 2012, una estructura solar extrema alcanzó a STEREO A, con una velocidad de alrededor de 3000 km/s y un campo magnético de 110 nT. De haber alcanzado la Tierra, la interacción de esta estructura con nuestro planeta hubiera resultado en la tormenta solar más intensa de nuestra era. Este tipo de eventos son consecuencia de la interacción entre eyecciones de masa coronal. Estudiamos casos de tormentas solares extremas y su relación con la

evolución e interacción entre eyecciones de masa coronal. Se estimaron tiempos y distancias de colisión y el tiempo de arribo a la Tierra de las estructuras resultantes de la interacción con diferentes modelos analíticos de evolución de eyecciones de masa coronal usados por la comunidad de ciencias espaciales como también con la aplicación de una simulación numérica en una dimensión. Con la densidad calculamos la emisión en radio y comparamos con las observaciones de WIND y exploramos sus consecuencias en la Tierra.

M91657 Nanocompuesto de PVC-Bentonita tratado con plasma de aire José Ignacio Zamudio (*zamudio@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Osvaldo Flores Cedillo* (*osvaldo@fis.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Fermín Castillo Mejía (*ciro@icf.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Bernardo Campillo Illanes (*bci@fis.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Horacio Martínez Valencia (*hm@fis.unam.mx*), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; *Expositor.

La modificación química de la superficie de polímeros es importante en un amplio espectro de la tecnología industrial práctica. El plasma ha demostrado ser capaz de modificar exitosamente la superficie de los polímeros. Por ejemplo, es posible agregar sobre la superficie de los polímeros a grupos funcionales. En el presente trabajo se estudia la modificación superficial de cloruro de polivinilo (PVC). El tratamiento fue realizado en plasma de aire (N₂+O₂) para modificar sus propiedades mecánicas y superficiales. El PVC fue expuesto a un plasma de aire a una presión de 1 torr a un voltaje de operación de 360 V y una corriente de descarga de 0.12 A (36 W). El tiempo de tratamiento de plasma de aire fue de 1a 30 min. El efecto del plasma sobre el PVC fue seguido por pérdida de peso, AFM, SEM, and FTIR. También se analizó la evolución del plasma a lo largo del tiempo de tratamiento mediante la técnica de espectroscopia de emisión óptica, (OES). Algunas de las especies identificadas por OES

M91665 Caracterización de plasma híbrido, pulverización catódica de ZnO y ablación láser de Au, mediante espectroscopia de emisión óptica y sonda triple de Langmuir Marco Antonio Martínez Fuentes* (*mamf@ciencias.unam.mx*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM; Osmar Lissette Depablos Rivera (*osmary.depablos@icat.unam.mx*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM; Citlali Sánchez Aké (*citlali.sanchez@icat.unam.mx*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM; Tupak García Fernández (*tupak.garcia@gmail.com*), Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM); Stephen Muhl Saunders (*osmary.depablos@icat.unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM; Mayo Villagran Muniz (*mayo.villagran@icat.unam.mx*), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM; *Expositor.

Las técnicas híbridas para el depósito de películas delgadas que combinan al menos dos métodos convencionales, plasma por ablación láser pulsado (PLA) y plasma por pulverización catódica (MS), se han utilizado desde la década de 1990's. 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. En este trabajo, nuestro objetivo es evaluar, mediante espectroscopia de emisión óptica y sonda triple de Langmuir, la dinámica de los dos plasmas coincidentes producidos por PLA de Au y por MS de ZnO. Las mediciones realizadas por OES nos permitieron registrar perfiles temporales de la emisión de átomos neutros y iones a distancias cercanas del blanco. Mientras que por TLP nos permite estudiar el plasma a mayores distancias.

M9 Partículas y Campos
Explanada frente a Rectoría

M94 Detección del muón y su vida media Luis Martín Sandoval Magallanes (*lsandovalm@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Chiapas; Jorge Jara Jiménez (*jrgjrjm@gmail.com*), Universidad Politécnica de Chiapas; Ana Laura García Martínez* (*lawi77@gmail.com*), Universidad Politécnica de Chiapas; Eglain Constantino Cortés (*eglaincc@hotmail.com*), Universidad Politécnica de Chiapas; Roberto Arceo Reyes (*roberto.arceo@unach.mx*), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.

Se determinó la vida media del muón. El muón es una partícula de interacción débil, y una masa inferior a 207 veces la masa del electrón. Parte de los datos experimentales se obtuvieron en el laboratorio de física de la Universidad Estatal de Nuevo México. Se calculó un valor de vida media de aproximadamente 2.7 microsegundos. Este valor es cercano al valor exacto de 2.2 microsegundos.

M9152 Decaimientos del bosón de Higgs con violación de sabor en un modelo Froggatt-Nielsen José Enrique Barradas Guevara (*barradas@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Olga Guadalupe Félix Beltrán (*olga.felix@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Félix Francisco González Canales (*felix.gonzalez@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Aldo Matías Marroquín* (*aldoalanaamm@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor. El estudio de los decaimientos del bosón de Higgs en procesos con violación de sabor leptónico (LFV, por sus siglas en inglés), $h \rightarrow \ell_i \ell_j$, se ha convertido en un tema de investigación actual. Tales decaimientos son muy excluidos dentro del Modelo Estándar (SM, por sus siglas en inglés). Debido a su simplicidad relativa para reconstruir la señal en futuros aceleradores de partículas, es una herramien-

ta importante para sondear las extensiones SM, donde se podría alcanzar niveles de detección favorables. Aquí identificamos un mecanismo que permite inducir interacciones de Higgs con LFV grandes. Nos enfocamos en el modelo más simple de este tipo para estudiar su fenomenología, cuyo sector escalar consiste en un doblete de Higgs y un singlete (complejo) de Froggatt-Nielsen (FN).

M9213 **Las Ecuaciones de Maxwell Complejas** Roberto Carlos Hernandez Torres* (*rcht.1998@gmail.com*), Licenciatura de Ciencias Aplicadas de la Unidad Académica de la luz y de la materia materia de la Unidad Autónoma de Zacatecas; Augusto Espinoza (*agarrido@fisica.uaz.edu.mx*), Licenciatura de Ciencias Aplicadas de la Unidad Académica de la luz y de la materia materia de la Unidad Autónoma de Zacatecas; David Armando Contreras Solorio (*dacs@fisica.uaz.edu.mx*), Licenciatura de Física Unidad Académica de Física Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

A partir de las ecuaciones de Maxwell se obtienen las ecuaciones de Maxwell expresadas a través del vector electromagnético complejo $\mathbf{K} = \mathbf{E} + i\mathbf{B}$, donde \mathbf{E} es el campo eléctrico, \mathbf{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.

M9234 **Perspectivas de las mediciones de los momentos anómalos dipolar y magnético del quark top a energías del FCC-he** Alejandro Gutiérrez Rodríguez (*alexgu@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; M. Köksal (*mkoksal@cumhuriyet.edu.tr*), Sivas Cumhuriyet University; Juan Manuel Rivera Juárez (*jmriviera@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; María De Los Angeles Hernández Ruiz* (*mahernan@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Ahmet A. Billur (*abillur@cumhuriyet.edu.tr*), Sivas Cumhuriyet University; *Expositor.

Estudiamos la producción de un quark top en asociación con un quark bottom y un neutrino del electrón en el Futuro Colisionador Circular hadrón-electrón (FCC-he) para probar la sensibilidad de su momento magnético y su momento dipolar eléctrico a través del proceso $e-p \Rightarrow e-\gamma \Rightarrow t\bar{b}e\nu$. El FCC-he es una excelente opción para estudiar nueva física. Consideramos las energías del centro de masa $\sqrt{s} = 7.07, 10$ TeV y luminosidades $L = 50, 100, 300, 500, 1000$ fb $^{-1}$. Nuestros resultados muestran que el FCC-he

es una muy buena perspectiva para probar los momentos anómalos dipolar y magnético en la frontera de alta energía y alta luminosidad.

M9240 **Constricciones en extensiones escalares del Modelo Estándar** Concepción Arellano Celiz (*sir_neutrino@yahoo.com.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Moisés Zeleny Mora* (*moiseszeleny@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Olga Guadalupe Félix Beltrán (*olga.felix@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Lorenzo Justiniano Díaz Cruz (*lorenzdaz@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Actualmente no tenemos restricciones teóricas o experimentales que nos impidan extender el sector escalar del Modelo Estándar (SM) y sus extensiones dan pie a la introducción de efectos como: neutrinos masivos, materia oscura, violación del sabor leptónico, violación de CP, entre otros. En este trabajo buscamos reunir algunas de las constricciones, tanto teóricas como experimentales, que nos permiten restringir el espacio de parámetros, con el afán de dar predicciones a los nuevos fenómenos incorporados en estos modelos extendidos. Consideramos las condiciones de positividad, estabilidad del vacío, perturbatividad y simetría custodial. Además, dentro de las constricciones que vienen de datos experimentales nos enfocamos en el parámetro $\Delta\rho$. Finalmente, se presenta el análisis de las restricciones anteriores en el marco del Modelo Escotogénico, donde la densidad residual de materia oscura Ωh^2 y los datos experimentales de oscilaciones de neutrinos son incluidos.

M9264 **MATERIA OSCURA A TRAVÉS DEL PORTAL DE HIGGS APROXIMACIÓN SCHWINGER-DYSON** Concepción Arellano Celiz* (*sir_neutrino@yahoo.com.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Lorenzo Justiniano Díaz Cruz (*lorenzdaz@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Adnan Bashir (*adnan@ifm.umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Olga Guadalupe Félix Beltrán (*olga.felix@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Existen experimentos de detección directa de materia oscura, que pretenden detectar al WIMP a través de retrocesos nucleares causados por la dispersión elástica WIMP-núcleo. En estos métodos de detección, los quarks de valencia en los nucleones se acoplan a través de un canal t del Higgs al escalar de materia oscura, χ . En este caso, el acoplamiento del Higgs con nucleones juega un papel determinante para acotar la densidad de materia oscura. En este trabajo se propone estudiar dicho acoplamiento usando las ecuaciones de Schwinger-Dyson, las cuales permiten describir efectos no perturbativos. Se evalúa el efecto de dicho cálculo sobre la sección eficaz total de dispersión WIMP-nucleón.

M9283 **Construcción de un vértice no perturbativo mediante las Identidades Transversas de Takahashi usando las Ecuaciones de Schwinger Dyson d-dimensional** Adnan Bashir (*adnan@ifm.umich.mx*), University of Durham; Adolfo Huet Soto (*adolfo.huet@uaq.mx*), University of Connecticut; María Guadalupe Morales Trejo* (*mmorales86@alumnos.uaq.mx*), Universidad Autónoma de Querétaro; *Expositor.

La electrodinámica cuántica (QED) es la teoría cuántica de campos (QFT) más estudiada y precisa hasta el momento, sin embargo, su estudio se ha basado principalmente en métodos perturbativos. No obstante, un tratamiento no perturbativo tiene el potencial de brindar una solución completa de la teoría. Adicionalmente, se han estudiado problemas físicamente importantes que están relacionados con los cálculos no perturbativos, ejemplos de ellos son la generación dinámica de masa, la producción de pares de Schwinger o el cálculo de funciones de estructura. En este trabajo utilizamos las ecuaciones de Schwinger-Dyson y las Identidades Transversas de Takahashi para la construcción de un vértice fermión-fotón no perturbativo en d-dimensiones.

M9347 **Estado del Arte del Modelo Estándar de la Física de las Partículas Elementales** Alejandro Gutiérrez Rodríguez (*alexgu@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Juan Manuel Rivera Juárez (*jmriviera@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Pedro De La Rosa Valdés* (*pedrodelarosa993@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Benjamin Gomez Valenzuela (*benjerorly19@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Erika Carrillo Trejo (*erikace123@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El Modelo Estándar de la Física de las Partículas Elementales es, la más sofisticada teoría matemática sobre la naturaleza. El Modelo Estándar es una teoría comprensiva que identifica las partículas básicas y especifica cómo interactúan entre ellas. Todo lo que pasa en nuestro mundo (excepto los efectos de la gravedad) es resultado de las partículas del Modelo Estándar interactuando de acuerdo con sus reglas y ecuaciones. En este trabajo se presenta el estado del arte del modelo estándar de la física de las partículas elementales.

M9355 **Construcción y caracterización de 2 módulos centelladores como sistema de disparo para detectores de placas resistivas** Adriana Tapia Ramírez* (*adrianatapia80@gmail.com*), Benemérita universidad autónoma de Puebla; Guillermo Tejeda Muñoz (*gtejeda@fcfm.buap.mx*), Benemérita universidad autónoma de Puebla; Arturo Fernández Téllez (*afernand@fcfm.buap.mx*), Instituto Politécnico Nacional; Mario Iván Martínez Hernández (*mim@fcfm.buap.mx*), Instituto Politécnico Nacional; Mario Rodríguez Cahuantzi (*mrodriguez@*

fcfm.buap.mx), Benemérita universidad autónoma de Puebla; *Expositor.

Los detectores centelladores hacen uso de ciertos materiales que cuando son expuestos a radiación ionizante, emiten un pequeño destello de luz, es decir un centelleo. La mayoría de los materiales transparentes producen una pequeña cantidad de luz de centelleo cuando sobre ellos incide radiación ionizante. Sin embargo, en algunos pocos la conversión de energía de excitación a luz es eficiente: a estos los llamamos materiales centelladores. Para este proyecto construimos dos detectores para un sistema de trigger mediante el acoplamiento de un plástico centellador orgánico con una barra de corrimiento de fase, una guía de luz de acrílico y fibras ópticas claras conectadas a un tubo fotomultiplicador (PMT), en el centro de ambos centelladores se instaló un led de color luz azul para calibraciones especiales. Se han realizado mediciones la capacidad de conteo, eficiencia y resolución temporal para poder utilizarse en la caracterización de detectores de placas resistivas de vidrio.

M9361 **Caracterización de RPCs con un sistema de disparo de plástico centellador y barras de corrimiento de fase.** Jenifer Dorantes García* (*jeniferdorantes88@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Guillermo Tejeda Muñoz (*gtejeda@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Arturo Fernández Téllez (*afernand@fcfm.buap.mx*), Instituto Politécnico Nacional; Mario Iván Martínez Hernández (*mim@fcfm.buap.mx*), Instituto Politécnico Nacional; Mario Rodríguez Cahuantzi (*mrodriguez@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En el universo existen fuentes astrofísicas capaces de producir rayos cósmicos. Éstos son muy energéticos e interactúan con la atmósfera terrestre, formando otras partículas de menor energía. Se pueden detectar estas partículas de acuerdo a la interacción que tiene con el medio, por este motivo, se diseñó, construyó y puso a prueba un detector híbrido de rayos cósmicos de 2 canales usando superficies de plástico centellador, barras de corrimiento de fase y con una guía de luz unidas a tubos fotomultiplicadores (PMT) como material de detección. Los detectores gaseosos (RPCs) que se caracterizaron son de vidrio, están formadas con 2 gaps y tienen una dimensión de 25 x 25 cm. Con este sistema de disparo se han medido la eficiencia y resolución temporal de las RPCs.

M9363 **Renormalización holográfica de un plasma de gluones y cuarks en la representación fundamental sometido a un campo magnético intenso.** Daniel Kosoi La Mont* (*danielkosoi@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Uriel Elínos Calderón (*elinos@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Erick Leonardo Patiño Jaidar (*leopj@ciencias.unam.mx*), Departamento de Fisi-

ca, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se explica el formalismo de la renormalización holográfica desarrollando los detalles del método para el caso de un plasma de gluones y cuarks en la representación fundamental sometido a un campo magnético intenso. Este sistema es modelado encajando una D7-brana en un fondo gravitacional 10-dimensional, donde el encaje está perturbativamente alejado del ecuatorial. Se partió de las ecuaciones de movimiento y la métrica inducida en coordenadas de Fefferman-Graham para obtener los contratérminos de la acción de este sistema.

M9472 **Estudio del decaimiento de un escalar exótico a un par de fotones en el modelo bestest little Higgs** Jorge Isidro Aranda Sánchez* (*jarandas@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; David Espinosa Gómez (*despinosa3187@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Eligio Cruz Albaro (*elicruzalbaro88@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Javier Montaña Domínguez (*j.montano.d@hotmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (*feramirez@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Eduardo Salvador Tututi Hernández (*tututi@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Se analiza el decaimiento de un escalar exótico masivo (identificado como ρ) a un par de fotones en el escenario del modelo bestest little Higgs. Este proceso se induce a nivel de un lazo a través de contribuciones virtuales del quark top del modelo estándar y de quarks exóticos predichos por el modelo en cuestión. Los modelos little Higgs son de particular interés debido a que ofrecen una posible explicación al problema de la jerarquía de masa del bosón de Higgs del modelo estándar. En este sentido, se determina la fracción de decaimiento del proceso antes mencionado como función de la escala de energía a la cual estaría presente el modelo bestest little Higgs.

M9474 **El decaimiento de un escalar pesado a dos gluones en el escenario del modelo 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; David Espinosa Gómez (*despinosa3187@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Javier Montaña Domínguez (*j.montano.d@hotmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (*feramirez@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Eduardo Salvador Tututi Hernández (*tututi@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor. Algunas extensiones del modelo estándar predicen la existencia de nuevas partículas con masas del orden de los TeVs, tal es el caso del escalar que aparece en el modelo

bestest little Higgs (BLH). El BLH 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, lo cual podría ser la violación de la simetría de custodia. Así, la propuesta de este trabajo consiste en estudiar la anchura y fracción de decaimiento del bosón decayendo a dos gluones.

M9489 **Estudio de colisión protón-protón en el experimento CMS del LHC** Michelle Contreras Cossio* (*michellecontrerascossio@gmail.com*), Universidad de Sonora; Lizardo Valencia Palomo (*lizardo.valencia@unison.mx*), Universidad de París-Sur; Luis Fernando Duarte Gonzalí (*luisgonzali01@gmail.com*), Universidad de Sonora; César Omar Ramírez Álvarez (*cesaromarramirezalvarez@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Para estudiar la física de partículas se conocen los aceleradores de partículas, como el LHC (Large Hadron Collider), en Ginebra, Suiza. Uno de sus detectores es el CMS (Compact Muon Solenoid), construido con fines de contribuir a la búsqueda del Higgs, detectar muones o estudiar colisiones de iones pesados. El CMS provee una gran cantidad de Open Data para procesamiento de datos y simulaciones. Una de las técnicas utilizadas en el CERN es Machine Learning, un tipo de Inteligencia Artificial donde la computadora “aprende” sin necesitar de instrucciones detalladas, como se suele programar, identifica patrones, infiere la tarea a realizar y hasta se mejora a sí misma, sin necesidad de un humano. Se utilizarán datos reales de colisiones protón-protón a diferentes energías para determinar el comportamiento del evento subyacente en función de la partícula líder. Los resultados se comparan con simulaciones de Monte Carlo (Pythia) para determinar la precisión del generador de eventos.

M9530 **Aplicación de Técnicas de Machine Learning en Datos Reales de la Física Experimental de Altas Energías** Luis Fernando Duarte Gonzalí* (*luisgonzali01@gmail.com*), Universidad de Sonora; Lizardo Valencia Palomo (*lizardo.valencia@unison.mx*), Universidad de París-Sur; Michelle Contreras Cossio (*michellecontrerascossio@gmail.com*), Universidad de Sonora; César Omar Ramírez Álvarez (*cesaromarramirezalvarez@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

El experimento CMS (Compact Muon Solenoid) se encuentra en el Large Hadron Collider del CERN y es un detector multipropósito. Entre los objetivos está el de buscar evidencias de la física más allá del modelo estándar como supersimetría o dimensiones extra, también detectar colisiones de iones pesados y donde se ha hallado en conjunto con ATLAS el Bosón de Higgs. Está optimizado para detectar muones y tiene un imán solenoidal de gran potencia. El análisis de datos se hace mediante Machine Learning (ML) el cuál es visto como un subconjunto de la

Inteligencia Artificial (AI). Los algoritmos usados en ML producen modelos matemáticos primeramente basados en datos de ejemplo, más bien conocidos como datos de entrenamiento. Al aplicar ML para el análisis de datos en experimentos como el CMS nos permite identificar partículas o cierto tipo de eventos y la reconstrucción de estos. Esto hace más eficiente el proceso de búsqueda de nuevas partículas y el estudio de la física de altas energías.

M9539 Momento dipolar cromomagnético del quark top inducido por un pseudoescalar masivo Jorge Isidro Aranda Sánchez (*jarandas@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; David Espinosa Gómez* (*despinosa3187@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (*feramirez@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Eduardo Salvador Tututi Hernández (*tututi@umich.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor. En el Modelo Estándar de partículas elementales (ME) el quark top es conocido como la partícula elemental más pesada, cuya masa es del orden de la escala de Fermi, debido a esto, es natural pensar que exista una conexión con efectos de nueva física a la escala de TeVs por medio de sus acoplamientos con nuevos bosones de norma. De esta manera, resulta interesante analizar las propiedades físicas de esta partícula a nivel de un lazo en el contexto del modelo simplest litte Higgs (MSLH), que es un modelo que da una posible explicación al problema de la jerarquía de masa del bosón de Higgs. De este modo, la propuesta de este trabajo es calcular el momento dipolar cromomagnético del quark top a nivel de un lazo mediado por un pseudoescalar masivo (identificado como η) en función de la nueva escala de energía f a la cual surge el MSLH.

M9662 Mediciones de precisión y búsqueda de anomalías durante los periodos: LHC Run 3 y High-Luminosity LHC Javier Alberto Murillo Quijada (*javier.murillo@cern.ch*), Universidad de Sonora; Juan Pedro Barajas Ibarria* (*barajas_jp24@hotmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Colisiones de protón-protón (pp) en el gran colisionador de hadrones (LHC) a energía de centro de masa igual a 13 y 14 TeV son simuladas con los paquetes de Monte Carlo Pythia 8.1 y Madgraph5-aMCNLO (v2.6.5). Se agrega la respuesta del detector CMS del CERN utilizando el paquete Delphes-3.4.1. Se analizan los escenarios de producción del bosón de higgs y del top quark durante la corrida 3 del LHC que tendrá lugar de 2021-2023 y al High-Luminosity LHC durante 2026-2040. Debido al incremento de la energía de operación y a la actualización de todas las tecnologías del LHC se espera una mayor producción para todos los procesos que se han observado hasta ahora, por lo tanto, se exploran las posibilidades del experimento CMS para realizar mediciones de alta precisión y detectar anomalías vinculadas con física nueva más allá del modelo estándar de física de partículas (SM).

M9725 Dependencia de la variable de escala t_D en la sección eficaz elástica diferencial desde energías del LHC hasta el limite de la energía asintótica. Silem Téllez Ortiz* (*s17tellez@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Irais Bautista Guzmán (*irais.bautista@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Con tres formalismos diferentes se explora la evolución de la variable de escala t_D dada por el momento transversal al cuadrado multiplicado por la sección eficaz total, desde energías medidas en el LHC hasta el límite de Froissart. Usando la aproximación eikonal, el modelo del disco gris y el modelo de un dipolo y saturación, mostramos una comparación entre los tres formalismos en la variable de escala, en la evolución de la sección eficaz total con la energía y se compara con datos experimentales.

M9876 El problema de la masa y el rompimiento de simetría José Enrique Barradas Guevara (*barradas@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Antonio Pizano Hernández (*alumno.pizano@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Paola Meléndez Jiménez* (*shappmj@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Olga Guadalupe Félix Beltrán (*olga.felix@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor. Newton a través de su segunda ley establece la relación que existe entre las interacciones, la masa y la aceleración, pero no nos dice de dónde surge la masa. De la misma manera lo hace A. Einstein en su ley de gravitación universal. Fue hasta la década de los años sesenta del siglo pasado, que a través del rompimiento espontáneo de la simetría se estableció el origen de la masa de los cuerpos, a lo que se le llamó mecanismo de Higgs. El modelo estándar de la partículas e interacciones fundamentales considera el rompimiento espontáneo de la simetría $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$ mediante un solo doblete de Higgs $SU(2)$. En este trabajo analizamos la incorporación de un campo de Higgs adicional single complejo en el potencial de Higgs para determinar su estabilidad y sus implicaciones fenomenológicas.

M9897 Producción de bosones de Higgs a través de decaimientos del quark top Héctor Novales Sánchez (*hector.novales@correo.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ricardo Alfonso Velazco Castillo* (*ricardo.velazco@alumno.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En el presente trabajo de investigación se estudia, en el contexto del Modelo Estándar, un modo de producción de bosones de Higgs a través de decaimientos del quark top. Concretamente, se consideran los procesos $t \rightarrow hu$ y $t \rightarrow hc$, incluyendo el cálculo analítico y una estimación numérica que nos permita comparar los resultados obtenidos.

nidos, en este trabajo, con los resultados anteriormente publicados por otros autores.

M9970 Fenómenos geométricos *Ángel Prieto Ruiz** (*prietor@unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Fenómenos geométricos.

Ángel Prieto Ruiz. Facultad de Ciencias. UNAM, Ciudad de México 04510.

La contracción de Fitzgerald-Lorentz es una hipótesis que explica los resultados negativos de los experimentos de Michelson-Morley. La explicación de la hipótesis, sin embargo, sigue siendo un tema de debate porque admite, al menos, dos enfoques que se remontan a Helmholtz y Poincaré. La cuestión es si la geometría juega un papel en la física o si solo la geometría más la física tienen un significado en la realidad. La contracción se puede explicar como consecuencia de un fenómeno estructural de los cuerpos o como un resultado de origen geométrico que afecta las distancias definidas por la estructura. Se analiza este problema rellenando la estructura con un campo electromagnético que sustituye o se superpone al espacio geométrico, al espacio libre. El resultado favorece la idea de que la geometría juega un papel activo en los fenómenos que se observan.

M9977 Los diagramas de Feynman para la teoría ϕ^4 en 5 dimensiones *David Godos Valencia** (*dgodosv@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Héctor Novales Sánchez* (*hector.novales@correo.buap.mx*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El siguiente trabajo se desarrolla dentro del marco de la Teoría Cuántica de Campos (QFT) con la teoría ⁴. Utilizamos esta teoría para estudiar los efectos de una dimensión extra en las 4 dimensiones usuales. Para ello, luego de promover la teoría a 5 dimensiones, compactificamos la dimensión extra obteniendo así una teoría cuatridimensional, pues las variables dinámicas están definidas en sólo cuatro dimensiones de espacio-tiempo. Luego, calculamos la funcional generadora, utilizando el formalismo de la integral de trayectoria, para obtener la función de 2 puntos expresada mediante los diagramas de Feynman. También obtenemos los diagramas de Feynman para la función de 4 puntos. Al final comentamos los resultados obtenidos y hacemos la comparación con los obtenidos bajo la teoría usual en 4 dimensiones.

M91002 Desviaciones a la TBM Provenientes de los Leptones Cargados *José Enrique Barradas Guevara* (*barradas@fcfm.buap.mx*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Félix Francisco González Canales** (*felixfcoglz@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Alhely González Luna* (*alhelygl@hotmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

En el contexto independiente de modelos, asumimos que la matriz de masa de los neutrinos es diagonalizada por medio de la matriz tri-bimáxima (TBM). Además, exploramos diferentes texturas para la matriz de los leptones cargados que nos permitan reproducir los datos experimentales sobre oscilación de neutrinos. Específicamente, estamos interesados en la matriz de leptones cargados con el mínimo número de parámetros libres, es decir, el número máximo de ceros de textura que nos permita reproducir correctamente el valor del ángulo de mezcla del reactor. Para ello, presentamos una desviación del patrón TBM en términos de las masas de los leptones cargados, lo cual nos permite predecir el valor para las fases de violación de CP en el sector leptónico.

M91010 Factor de modificación en hadrónica en colisiones pp *Nadia Mariana Leal Reyes** (*nadianmlr@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Nestor Raul Mancilla Xinto* (*mancillanestor@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Irais Bautista Guzmán* (*irais.bautista@fcfm.buap.mx*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El objetivo de este trabajo es presentar un estudio de la relación de la producción de las partículas cargadas pión, kaón y protón en colisiones de alta multiplicidad pp en energías LHC. Proponiendo una medición análoga al factor de modificación nuclear al comparar los espectros momento transversal correspondientes a la densidad de energía que se genera en sistemas de sesgo mínimo y en el estado diluido de baja densidad que definimos por medio de la percolación de cuerdas de color. Los resultados describen una modificación a bajo momento, debido a los efectos de estado inicial dependientes de las clases de multiplicidad medidas.

M91011 Producción de quarks pesados en eventos de alta multiplicidad de colisiones protón-protón a energías del LHC *Alan Ibrahim Ruiz Olivares** (*allanm308@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Irais Bautista Guzmán* (*irais.bautista@fcfm.buap.mx*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Los eventos de alta multiplicidad en colisiones protón-protón han mostrado señales de la posible formación de un estado colectivo descrito a través de las interacciones múltiples de los campos de color entre los patrones. Nosotros exploramos la razón de producción de λ_c/D^0 en colisiones protón-protón de alta multiplicidad como consecuencia de la producción de sabores pesados y la dinámica consecuente al estado inicial de las colisiones.

M91012 Correlación multiplicidad vs centralidad en colisiones pp a energías del LHC *Deisy Casas Sánchez** (*daisyjonas41@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Irais Bautista Guzmán*

(*irais.bautista@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Presentamos un estudio de la correlación que encontramos con la fracción de área cubierta por la clusterización de las cuerdas de color generados entre los partones del estado inicial en las colisiones de protón-protón a las energías del LHC y el número de partículas cargadas producidas en los eventos. Se observa una correlación directa como un efecto de centralidad que se puede determinar en términos del modelo de clusterización campos de color entre partones del estado inicial dependiente de la energía, centralidad y geometría del estado inicial.

M91069 Estudio numérico del espectro de energía del pión en los decaimientos semileptónicos $K_{\mu 3}^{\pm}$ con el muón polarizado Alfonso Martínez Valdez (*alfonso@esfm.ipn.mx*), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Juan José Torres Manríquez (*jtorresm@ipn.mx*), Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional; Miguel Neri Rosas (*neri@esfm.ipn.mx*), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Carlos Juárez-León (*carl111_1@hotmail.com*), Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional; Mayra Jacaranda Sánchez González* (*mayra1287@hotmail.com*), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

En este trabajo estudiamos la polarización (\vec{P}) del muón en los decaimientos semileptónicos de kaones cargados ($K_{\mu 3}^{\pm}$) a través de un análisis numérico del espectro del pión saliente, en el cual se incluyen correcciones radiativas (CR) a orden $(\alpha/\pi)(q/M_1)$ - q es la cuadrifermiónica de momento y M_1 la masa del kaón-. Presentamos gráficas para cada una de las componentes de la polarización \vec{P} ; longitudinal, normal y transversal, considerando tres valores diferentes del parámetro ξ . Incluimos en éstas, la contribución de la región de cuatro cuerpos de la gráfica de Dalitz del proceso. El efecto de dicha región modifica significativamente las correcciones radiativas provenientes de la región de tres cuerpos, pero solamente en el caso de la polarización longitudinal. En general, se observa también que el efecto de las CR de toda la región de Dalitz a la polarización del muón es pequeña, alrededor de 10^{-3} .

M91093 Una acción para la ecuación de onda de Schrödinger Mario Rodríguez Cahuantzi (*mrodriguez@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mercedes Paulina Velázquez Quesada (*mquesada@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Alexis Tepale Luna* (*alexistepaleluna@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

La aplicabilidad de las formulaciones Lagrangiana y Hamiltoniana de la mecánica clásica nos han permitido tener una noción más profunda sobre la dinámica de sistemas físicos, así como brindarnos una perspectiva más clara de las leyes de conservación en la física y su génesis, vía el teo-

rema de Noether. En el presente trabajo se construye de forma sencilla una funcional de acción a partir de la cual, haciendo uso del Principio de Hamilton, se puede obtener la famosa ecuación de onda de Schrödinger. Asimismo se realiza el análisis de Dirac de la lagrangiana asociada.

M91131 An analytical study of flavor violation on the $t \rightarrow cH$ decay Javier Montaña Domínguez (*javier.montano@correo.fisica.uson.mx*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (*feramirez@umich.mx*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Eduardo Salvador Tututi Hernández (*tututi@umich.mx*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Everardo Urquiza Trejo* (*eveturquiza2@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

It is studied in great detail the analytical structure of the one-loop level amplitude of the rare decay $t \rightarrow cH$ mediated by a new neutral massive Z' gauge boson, which emerges from flavor changing neutral currents (FCNC) in the context of extended models. In order to achieve cancellation of ultraviolet divergences, we resorted to the implementation of a mechanism similar to the GIM mechanism of the Standard Model.

M91144 El vértice WWV ($V = \gamma, Z$), en el modelo estándar extendido Juan Carlos Avilés Sánchez (*juank_767@hotmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Pedro Luis Cástulo Cruz* (*xfxboa90@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (*feramirez@umich.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; J. Jesús Toscano Chávez (*jtoscano@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Salvador Tututi Hernández (*tututi@umich.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Se presenta algunos resultados sobre las propiedades estáticas y dinámicas del bosón de norma W en el contexto de la extensión del modelo estándar (SME). Estas propiedades están determinadas por el vértice WWV, donde V es un bosón de norma neutro del modelo estándar, un fotón y/o el bosón de norma Z. En una primera instancia, nos enfocamos en las propiedades electromagnéticas estáticas del bosón W que violan CP: el momento dipolar eléctrico y el momento cuadrupolar magnético. En general, nos interesa estudiar las propiedades electromagnéticas del vértice WWV y la violación de la simetría de Lorentz y de CPT. Para llevar a cabo el estudio correspondiente, planeamos analizar los factores de forma correspondientes que son CP-impares y CP-pares en el contexto del SME.

M91185 **Faddeev-Jackiw and Canonical Analysis of the Jackiw-Teitelboim model written as a BF theory** Jaime Manuel Cabrera* (*jaimemanuelcabrera@icloud.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Jorge Mauricio Paulin Fuentes (*mauriciopaulin@gmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Ramón Eduardo Chan López (), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

The Jackiw-Teitelboim model written as a BF theory in two dimensions is analyzed by using the Dirac's and Faddeev-Jackiw formalism. The analysis consists in finding the full structure of the constraints, the gauge transformations, the counting of degrees of freedom and the generalized Faddeev-Jackiw brackets. The Poincare symmetry and the diffeomorphisms are found. Further, we show that the Faddeev-Jackiw and Dirac's brackets coincide to each other.

M91193 **THDM with CP violation in scalar sector.** Josué Isai Del Razo Reyes (*josue.delrazors@udlap.mx*), Universidad de las Américas Puebla; Daniel Juárez Luna* (*daniel.juarezla@udlap.mx*), Universidad de las Américas Puebla; Melina Gomez Bock (*melina.gomez@udlap.mx*), Universidad de las Américas Puebla; *Expositor.

In this work we present an explicit calculation for the neutral Higgs masses and couplings for a CP violation in the Higgs sector for the simple and extended model, THDM. CP is a discrete symmetry, which should have been broken for some processes after the Big Bang, in order to accomplish for the current asymmetry between matter and antimatter.

In the context of a 125GeV Higgs boson, we explore the extension of the model in terms of an extra Higgs doublet, considering CP violation structure in the scalar sector. We obtain the Higgs masses in the NLO and we explore the possibilities on the parameter space. At NLO (Next to Leading Order) the quantum effects are involved, which are calculated in terms of Feynman diagrams of 1-loop. We analyse the possible CP violation at LO and/or NLO.

M91199 **Como ver lo invisible** Francisco Vicente Flores Baez (*francisco.floresbz@uanl.edu.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas- Centro de investigación en Ciencias Físicas y Matemáticas(Universidad Autónoma de Nuevo León); Saúl Alejandro Sandoval Salazar (*ssandovalsalazar@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico-Matemático(Universidad Autónoma de Nuevo León); Aarón Marcelo Sandoval Vazquez* (*aaronsandovalvazquez@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico-Matemático(Universidad Autónoma de Nuevo León); *Expositor.

La cámara de niebla fue uno de los primeros instrumentos usados en la detección de partículas elementales con carga. En el trabajo presente se muestra cómo se arma una de ellas y la caracterización de variables fundamentales para el funcionamiento óptimo del dispositivo, como el tamaño

del contenedor, cantidad de alcohol isopropílico, registro del gradiente de temperatura dentro de la cámara, región iluminada, entre otros.

M91262 **Técnica de análisis de datos en detectores RPC utilizando varias mezclas de gases** Dalia Lucero Ramírez Guadarrama* (*dalia.lurg@gmail.com*), Universidad Iberoamericana; Salvador Carrillo Moreno (*salvador.carrillo@ibero.com*), Universidad Iberoamericana; Mateo Ramírez García (*mramirez@fis.cinvestav.mx*), Universidad Iberoamericana; *Expositor.

Los detectores RPC (Resistive Plate Chamber) son cámaras de gas ionizable sometidos a una diferencia de potencial que generan una señal eléctrica debido a la interacción con una partícula que la atraviesa. Estos detectores poseen una rápida respuesta y una buena resolución espacial, que han permitido extender su uso en sistemas de disparo ("trigger") para grandes experimentos tales como ATLAS y CMS en CERN.

Este trabajo describe el análisis de la respuesta de un detector RPC, empleando diferentes mezclas de gases, comenzando por la adquisición de datos, el tratamiento de señales y la selección de eventos con detección de partículas y su uso en el estudio de la respuesta de un RPC, para el Experimento CMS (improved RPC), a nuevas mezclas de gases buscando reducir su impacto ecológico, estudiando el llamado índice GWP (Global Warming Potential). Este índice se refiere a la cantidad que puede atrapar un gas de efecto invernadero, comparado con un gas de referencia: CO₂.

M91300 **Análisis del Bosón de Higgs con Open Data CERN** A. Pedraza Pedraza* (*washburnuser@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; C. Uribe Estrada (*ceciuri@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El descubrimiento del bosón de Higgs en 2012 representa uno de los avances más importantes de la ciencia en los últimos años. Dicho descubrimiento fue anunciado conjuntamente por los dos experimentos principales dentro del Large Hadron Collider: CMS y ATLAS. La importancia del bosón de Higgs en el Modelo Estándar radica en que señala la existencia del campo de Higgs que da masa a las partículas al interactuar con ellas.

El portal "open data CERN" ha sido creado con la intención de compartir con el público la enorme cantidad de datos recopilados en experimentos del CERN, dando la oportunidad a un mayor número de personas de realizar investigación de frontera, así como la utilización de otras herramientas para la enseñanza de la ciencia en diferentes niveles educativos.

En este trabajo se presenta un análisis del bosón de Higgs utilizando datos del Open Data provenientes del experimento CMS de CERN.

M91309 **Análisis del bosón Z decayendo a leptones** *A. Y. Morales Guevara** (*any.yanel@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *C. Uribe Estrada* (*ceciuri@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; **Expositor*.

El bosón neutro Z y los bosones cargados W^\pm son los mediadores de la fuerza débil. Los bosones W son responsables por la radiactividad al transformar un protón a un neutrón y viceversa. El bosón Z al ser neutro permite la interacción entre los neutrinos. Debido a su gran masa estos bosones tienen un tiempo de vida media muy corto de alrededor de 3×10^{-25} s. Su descubrimiento experimental fue un triunfo para el Modelo Estándar de la física de partículas. En este trabajo se hace el análisis del decaimiento del bosón Z a dos y cuatro leptones con ayuda de una máquina virtual utilizando datos provenientes del experimento CMS, extraídos a través del portal Open Data CERN.

M91311 **Geant4 y sus aplicaciones en física de partículas y medicina** *F. Garza Landa** (*fegala.96@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *C. Uribe Estrada* (*ceciuri@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; **Expositor*.

La historia ha demostrado que la investigación de física de aceleradores no sólo ha ayudado en la comprensión de la naturaleza, sino que ha contribuido en gran medida al desarrollo de nuevas e importantes tecnologías que han tenido un impacto sustancial en la sociedad y han ayudado a mejorar nuestras vidas. Algunos ejemplos incluyen la web (desarrollada en el CERN), redes informáticas e incluso software originalmente diseñado para el análisis de partículas, que ha encontrado un nuevo hogar en el sector financiero. En medicina, estas contribuciones han revolucionado las técnicas médicas como la resonancia magnética (MRI), tomografía computarizada (TC), tomografía por emisión de positrones (PET), y varios métodos de tratamiento de radioterapia. Este trabajo presenta las aplicaciones de Geant4 (GEometry ANd Tracking) -paquete de software desarrollado por CERN para la simulación del paso de las partículas a través de la materia- dentro de la física de partículas y la medicina.

M91312 **Dimuon invariant mass distribution using Open Data CERN** *F. V. Valerio López** (*trainwerck1979@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *C. Uribe Estrada* (*ceciuri@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; **Expositor*.

En noviembre de 2014, el experimento CMS (Compact Muon Solenoid) del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) hizo público el primer lote de datos del 2010, proveniente de las colisiones protón-protón. Esto significó un hecho sin precedentes en el área de física de partículas ya que, hasta ese momento, el acceso a los datos del colisionador de hadrones estaba disponible solo a los miembros de las colaboraciones experimentales. En la actualidad la

plataforma Open Data CERN cuenta con más de 1 PB de información de colisiones de partículas provenientes de diferentes experimentos del LHC. En este trabajo se desarrolla el análisis de varias partículas decayendo a muón anti-muón para producir la distribución de masa invariante utilizando datos del Open Data CERN.

M91315 **Estudios de los Detectores RPC en el Experimento CMS** *J. C. Abarca Uribe** (*abarca.98.2@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *C. Uribe Estrada* (*ceciuri@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; **Expositor*.

El Compact Muon Solenoid (CMS) es un detector de partículas de propósito general que se encuentra en el Large Hadron Collider (LHC) de CERN. Dentro de sus objetivos se encuentran: la exploración de física de partículas a energías de TeV, descubrimientos más allá del Modelo Estándar (supersimetría, dimensiones extra, etc.) y estudiar aspectos de colisiones de iones pesados. El detector de muones de CMS está formado por una parte central o barril y dos tapas laterales, dichas secciones están formadas por sub-detectores, dentro de los cuales se encuentra el sistema de Resistive Plates Chambers (RPCs). Estos detectores funcionan como un trigger combinando una buena resolución espacial y temporal mejorando así la reconstrucción de los muones. En este trabajo se describe el diseño, construcción y funcionamiento de los RPCs dentro del experimento CMS y se explica su importancia en posibles descubrimientos de nueva física.

M91318 **Geant4 Application for Tomographic Emission** *L. Del Río Vargas** (*delriolrn24@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *C. Uribe Estrada* (*ceciuri@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; **Expositor*.

GATE, la aplicación de Geant4 para emisión tomográfica es un paquete de simulación versátil y gratuito que se adapta al campo de la medicina nuclear. Soporta simulaciones de PET (Positron Emission Tomography), SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography), CT (Computed Tomography), imágenes ópticas (bioluminiscencia y fluorescencia) y experimentos de Radioterapia. GATE juega un papel importante en el diseño de nuevos dispositivos de imágenes médicas, en la optimización de protocolos de adquisición y en algoritmos de reconstrucción de imágenes y técnicas de reconstrucción. Además puede utilizarse en cálculos de dosificación y experimentos de radioterapia. En este trabajo se describe de manera general la simulación de sistemas de imágenes para PET y SPECT a través de GATE así como las interacciones de física de partículas involucradas en estos procesos.

M91323 **Simulación de Monte Carlo de detección de neutrinos de un reactor nuclear** *Edgar Casimiro Linares** (*elinaires99@gmail.com*), *Instituto Tecnológico de Morelia*; *José Aarón Bárcenas Acho* (*aronacho97@gmail.com*), *Instituto Tecnológico de Morelia*; *Arturo Al-*

dahir Reyes Alvarez (areyes4914@hotmail.com), Instituto Tecnológico de Morelia; Jesus Jafet Salgado Herrera (jjafetsh@hotmail.com), Instituto Tecnológico de Morelia; Joao Dos Anjos (janjos@cbpf.br), Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas; *Expositor.

Como parte de un esfuerzo por comprender mejor el proceso de monitoreo de reactores nucleares por medio de detectores de neutrinos, en particular en el contexto del proyecto de Neutrinos Angra (Brasil), presentamos una simulación de Monte Carlo básica de algunas etapas del proceso de producción de neutrinos en reactores nucleares, así como una simulación de procesos relacionados con la detección de antineutrinos del electron, por un detector de masa pequeña localizado en las cercanías del núcleo del reactor nuclear.

M91324 CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA CÁMARA DE PLACAS RESISTIVAS DE 113 x 87 CM PARA LA DETECCIÓN DE MUONES Saúl Aníbal Rodríguez Ramírez* (saul_anibal92@hotmail.com), 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; Arturo Fernández Téllez (afernan@mail.cern.ch), 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; Mario Rodríguez Cahuantzi (mario.rodriguez.cahuantzi@cern.ch), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En el presente trabajo se llevó a cabo la construcción y caracterización de un detector de rayos cósmicos tipo RPC (cámara de placas resistivas) con un área activa de 113x87 cm. La RPC se construyó usando placas de vidrio paralelas colocadas en una caja de acrílico dentro de la cual se hace circular gas freón. El arreglo se construyó de forma que garantiza la circulación continua del gas a través de las cavidades entre las placas. Las caras externas de las placas se cubrieron con pintura resistiva y se conectaron a una diferencia de potencial del orden de kV. Para la lectura de las señales se colocaron sobre la caja de acrílico placas de cobre conectadas a un sistema electrónico que nos permite conocer los tiempos de incidencia de las partículas. Una vez ensamblado y funcionando, se obtuvo la eficiencia del detector en función del voltaje de operación. Posteriormente se obtuvo la resolución temporal mediante el análisis de la distribución de los tiempos de llegada de las partículas.

M91330 Measurement of the tt-bar production cross section in pp collisions at the LHC N. Vargas Cholula* (naomivac@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; C. Uribe Estrada ([\[gmail.com\]\(mailto:gmail.com\)\), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.](mailto:ceciuri@</p></div><div data-bbox=)

En el LHC (Large Hadron Collider) del CERN se busca recrear los primeros momentos del universo por medio de la aceleración y colisión de partículas con la finalidad de explorar las fronteras de la física de altas energías. Dentro de los experimentos del CERN se encuentra el CMS (Compact Muon Solenoid) que es un detector de partículas de propósito general con el cual se analiza la información obtenida de las colisiones protón-protón provenientes del LHC.

En este trabajo se presenta la medida de la sección transversal de la producción de pares del quark top, con datos obtenidos del portal Open Data del CERN, que incluyen información recolectada por el experimento CMS. Estudiar la producción de pares top anti-top en las colisiones del LHC es muy importante, ya que ésta puede ser considerada como un background para la nueva física.

M91333 Estudio del decaimiento $H \rightarrow q_i q_j$ Jorge Isidro Aranda Sánchez (jarandas@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Guillermo González Estrada* (guille.est@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Javier Montaña Domínguez (j.montano.d@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta (feramirez@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Eduardo Salvador Tututi Hernández (tututi@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

Se revisa el decaimiento raro del bosón de Higgs a dos quarks de distinto sabor a nivel de un lazo, en el contexto Modelo Estándar. Para tal fin se implementa un mecanismo tipo GIM realizando meticulosas expansiones en serie de Taylor en los factores de forma de la amplitud para eliminar términos espurios. Se hallan cotas sobre las fracciones de decaimiento de los procesos en cuestión, encontrándose que los decaimientos $H \rightarrow uc, ds$ son más suprimidos respecto a resultados de trabajos previos.

M91334 Análisis de Datos y Caracterización en Detectores de Muones: RPC y Plásticos Centelladores con foto multiplicadores José María Sánchez Zabella* (jmsz1996@gmail.com), Universidad Iberoamericana; Mateo Ramírez García (mramirez@fis.cinvestav.mx), Universidad Iberoamericana; Salvador Carrillo Moreno (salvador.carrillo@ibero.mx), Universidad Iberoamericana; *Expositor.

Dentro de los detectores de partículas destacan el uso de las RPC (Resistive Plate Chambers) y los detectores de centelleo, debido a su rápida respuesta; y por esta razón, son ampliamente empleados en sistemas de disparo o "trigger" en experimentos de altas energías, como es en el caso de los experimentos ATLAS y CMS del CERN.

En este trabajo se explica la metodología para realizar una correcta caracterización y calibración de detectores

RPC y detectores de placas centelladoras acopladas a tubos PMT.

M91343 **Medición de la resolución temporal de un detector RPC con Muones atmosféricos** *Marcos Cerezo Vargas** (alcarmaazul@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Mario Iván Martínez Hernández* (mim@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Arturo Fernández Téllez* (afernan@mail.cern.ch), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Guillermo Tejeda Muñoz* (gtejeda@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se construyó y caracterizó un detector de partículas gaseoso de placas resistivas, el cual tiene como finalidad detectar partículas cargadas como el Muon. Como primer paso en este trabajo se diseñó el detector RPC (Cámara de Placas Resistivas), el cual está construido en una caja metálica que le da protección y facilita su movilidad. Posteriormente se inició la construcción del detector, el cual está conformado por tres placas de vidrio separadas a la misma distancia una de otra, al cual se le pinta las caras superior e inferior con una mezcla de pintura resistiva y se le colocan unas extensiones de cobre, las cuales servirán para crear un campo eléctrico. Este conjunto de placas son colocadas en una caja de acrílico y esta a su vez es sellada completamente, dejando solo dos entradas, las cuales serán para la alimentación del detector y la conducción del gas. Una vez creado el detector se prosigue a la caracterización y medición de su resolución temporal.

M91347 **Measurement of the top quark mass at the LHC** *J. M. Osuna Zamarripa** (manuosuza@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *C. Uribe Estrada* (ceciuri@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El quark top es la partícula elemental más pesada que se conoce a la fecha y su masa es un parámetro fundamental del Modelo Estándar. Aunque la masa del top se conoce con una precisión mayor que cualquiera de las masas de los otros quarks, la búsqueda por una medida de mayor precisión continúa. El valor exacto de la masa del top impacta directamente predicciones clave del Modelo Estándar, como la magnitud de acoplamiento del top con el bosón de Higgs, el tamaño de correcciones cuánticas a los procesos electro débiles, las razones de producción de quarks top en el LHC, etc. La medida precisa de la masa del quark top es por tanto la piedra angular para la búsqueda de nueva física, que puede manifestarse en desviaciones pequeñas de las predicciones del Modelo Estándar.

En este trabajo presentamos una medida de la masa del quark top utilizando datos del Open Data CERN provenientes del experimento CMS.

M91350 **Neutrinos en modelo L-R simétrico con neutrinos estériles en la escala de eV** *Ricardo Gaitán Lozano* (rgaitan@unam.mx), Universidad Nacional

*Autónoma de México; José Manuel Rivera Rebolledo** (jrivera@esfm.ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

En el contexto de un modelo izquierdo-derecho simétrico, que postula fermiones especulares con grupo de simetría $SU(2)_L \times SU(2)_R \times U(1)_Y$ se estudian las masas y mezcla de neutrinos. En particular, se explora la viabilidad de que uno de los neutrinos espejo sea del orden de 1 eV y juegue el papel del neutrino estéril ligero para dar cuenta de las anomalías reportadas actualmente en los experimentos de reactores de oscilaciones de neutrinos.

M91373 **Estudios de simulación en el experimento CMS-CERN** *R. P. Hernández Martínez** (ricardopaulhernandezmartinez@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *J. M. Moto Flores* (motoflojm@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *C. Uribe Estrada* (ceciuri@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El Experimento CMS (Compact Muon Solenoid) analiza los productos de las colisiones pp provenientes del LHC (Large Hadron Collider). Como su nombre lo indica una de las tareas más importantes de CMS es la detección de muones, ya que se espera que los mismos estén contenidos en procesos de nueva física como en el caso del bosón de Higgs. Dentro del detector de muones se encuentra el sistema de RPCs (Resistive Plate Chambers) ubicado en las capas externas del espectrómetro. En las siguientes décadas el LHC entrará en su etapa de alta luminosidad (HL-LHC) con un incremento de cinco veces su valor nominal. Durante este periodo el sistema de RPCs estará sometido a niveles de radiación muy altos que pueden afectar su funcionalidad. Se presentan estudios de simulación de RPCs para determinar los efectos que la radiación puede tener sobre su desempeño. Estos estudios ayudan también en el diseño y construcción de detectores más robustos para soportar ambientes hostiles de radiación.

M91379 **Importancia del Experimento CMS en la búsqueda de nueva Física** *R. Regalado Cuéllar** (ricardo.regcu@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *C. Uribe Estrada* (ceciuri@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El Modelo Estándar es una teoría relativista de campos cuánticos que describe e identifica las partículas elementales y sus interacciones. En la física moderna, el área de física de partículas cobra cada vez más relevancia y sus aplicaciones nos han dejado nuevas herramientas y objetos para el estudio de nueva física.

El Experimento CMS (Compact Muon Solenoid) del CERN analiza las colisiones protón-protón a energías de 13 TeV provenientes del LHC (Large Hadron Collider) y fue uno de los dos experimentos que descubrió el bosón de Higgs en 2012, uno de los más grandes descubrimientos de la década. En este trabajo se describe el detector de CMS,

sus resultados más relevantes y las mejoras del mismo en su preparación para la etapa de alta luminosidad del LHC, que se espera produzca nuevos descubrimientos.

M91427 **El crecimiento poblacional y factores inherentes a éste, ¿cómo determinan el aumento en las concentraciones del CO2 atmosférico en el municipio de Puebla?** *Diana Flores Vera (diana.flores.vera@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; David De La Rosa Oropeza* (tierraverde34@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Efraín Atenco Rosas (atenco1992@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Estefany Marisol García García (fanysolg72@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jesús Andrés Arzola Flores (jesus_andres@comunidad.unam.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Fernando Rojas Rodríguez (frojas@cfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El aumento en las concentraciones del CO2 atmosférico contribuye al calentamiento global, siendo una de las problemáticas más importantes de los últimos tiempos. La pérdida de áreas verdes y el aumento del parque vehicular, entre otros factores coetáneos atribuibles al incesante crecimiento poblacional, están favoreciendo el incremento del CO2, siendo poco estudiado el comportamiento e interacción de estos fenómenos. En el presente trabajo se propone un modelo matemático que expresa el cambio en las concentraciones del CO2 en función del crecimiento poblacional, pérdida de áreas verdes, y aumento del parque vehicular en el municipio de Puebla. Se utilizaron datos del cambio de uso de suelo generados a partir de imágenes satelitales y datos del crecimiento poblacional y parque vehicular del municipio. El modelo matemático planteado simuló las concentraciones del CO2 en ton/año desde 2020 al 2100, revelando un incremento exponencial altamente dependiente de las variables evaluadas.

M91455 **B semileptonic decays in 2HDM-III** *Melina Gómez Bock (melina.gomez@udlap.mx), Universidad de las Américas Puebla; Jonathan Romero Cedillo (jrc563@york.ac.uk), University of York; Edgar Javier Pérez Bolaños (edgar.perezbs@udlap.mx), King's College London; Lao Tsé López Lozano (lao_lopez@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Octavio Emmanuel Hernández Álvarez* (octavio.hernandezaz@udlap.mx), Universidad de las Américas Puebla; *Expositor.*

In Hadrons, the conservation of discrete symmetry of quark flavours is a key issue for the model, only through charged EW interactions flavour changing is permitted. Nevertheless, the current data of experiments have shown some B semileptonic neutral decays difference for different lepton families. This difference cannot be accomplished by electroweak SM processes since they are exactly the same for the three families. Is natural to explore the possibilities of breaking the flavour symmetry through neutral currents

in the scalar sector. Extended models beyond SM to explore the actual consequences of flavour violation processes. We analyze these processes in order to establish the viability of the Type-III of the THDM to accomplish for this experimental differences.

M91516 **Análisis de distribuciones en paquetes de onda y su aplicación en problemas distintos al de partícula libre.** *Rafael Zamorano Ulloa (davoza@yahoo.com), Florida State University; Luis Alberto Jaramillo Benítez* (lualjabe@gmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Es frecuente, en libros de Mecánica Cuántica, la mención de los paquetes de onda, solución a la ecuación de Schrödinger. En algunos se analiza la naturaleza del paquete de onda, usando por defecto una distribución Gaussiana. Sin embargo, las razones de usar distribuciones en los paquetes de onda son poco exploradas. ¿Qué diferencia hay entre usar una distribución u otra? ¿Cuáles son las consecuencias al considerar paquetes de onda?. Descripciones detalladas y profundas del uso de los paquetes de onda y sus distribuciones son escasas. En este trabajo, se analiza a detalle el concepto de paquete de onda y se analizan las distribuciones Rectangular, Gaussiana y la de Lorentz; su viabilidad para usarse en problemas distintos al de partícula libre y las consecuencias de usar las distintas distribuciones. Se mencionan inconsistencias resultantes, al considerar los paquetes de onda y se proporciona un panorama de la metodología con paquetes de onda en resolución de problemas.

M91518 **B semileptonic decays in 2HDM-III** *Melina Gómez Bock (melina.gomez@udlap.mx), Universidad de las Américas Puebla; Lao Tsé López Lozano (lao_lopez@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Edgar Javier Pérez Bolaños* (edgar.perezbs@udlap.mx), Universidad de las Américas Puebla; Octavio Emmanuel Hernández Álvarez (octavio.hernandezaz@udlap.mx), Universidad de las Américas Puebla; Jonathan Romero Cedillo (jonathan.romeroco@udlap.mx), Universidad de las Américas Puebla; *Expositor.*

In Hadrons the conservation of discrete symmetry of quark flavors is a key issue for the model, only through charged EW interactions flavor changing is permitted. Nevertheless, the current data of experiments have showed some B semileptonic neutral decays difference for different lepton families. This difference can not be accomplished by electroweak SM processes, since they are exactly the same for the three families. Is natural to explore the possibilities of breaking the flavour symmetry through neutral currents in the scalar sector. Extended models beyond SM to explore the actual consequences of flavor violation processes. We analyze this processes in order to establish the viability of the Type-III of the THDM to accomplish for this experimental differences.

M91604 Evaluación numérica de la integral de camino para el oscilador armónico cuántico para los casos exactos, de acción discreta en LQCD, y en CLQG. Jossué Ariel Román Aguirre* (al140240@alumnos.uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Jesús Manuel Sáenz Villela (jessaenz@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Abdiel Ramírez Reyes (abdiel.ramirez@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; *Expositor.

Se evalúa la integral de camino para la acción de un oscilador armónico cuántico en tres casos: el exacto, para la acción discreta en el formalismo de la Cromodinámica Cuántica de Lazos (LQCD, por sus sigla en inglés) y para la acción discreta para un sistema covariante, que es una generalización en el formalismo de la Gravedad Cuántica Covariante de Lazos (CLQG, por sus siglas en inglés) en el que, a diferencia del formalismo de LQCD, la evaluación numérica no depende del parámetro de red. Se explora la evaluación numérica del propagador como una integral multidimensional, siguiendo el procedimiento Monte Carlo, y se comparan los resultados con la evaluación exacta en el estado base del oscilador armónico cuántico.

M91696 Estudios de MC del impacto de la radiación de fondo sobre el sistema de RPCs de CMS. C. Uribe Estrada (ceciuri@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; A. M. Castañeda Hernández (alfredo.martin.castaneda.hernandez@cern.ch), Universidad de Sonora; M. A. Del Rio Viera (alejandrodeldrioviera@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; S. Carpinteyro Bernardino* (severianocarpinteyro@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En la fase de alta luminosidad del Large Hadron Collider (HL-LHC) se espera que la luminosidad instantánea alcance un valor de $5 \times 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$, mientras que la luminosidad integrada esperada -sobre un periodo de 10 años de corrida- será de 3000fb^{-1} . El incremento en la razón de colisión de las partículas será un reto para los detectores de CMS y los altos niveles de radiación podrían degradarlos y afectar su funcionamiento. Resulta importante entender el ambiente de radiación y su impacto sobre los detectores. En este estudio utilizamos FLUKA para simular el ambiente de radiación de CMS, además usamos GEANT4 para simular los detectores RPCs (Resistive Plate Chambers) y estimar el impacto sobre los mismos. Los resultados son comparados con datos experimentales -obtenidos por el sistema de RPCs durante 2018- donde se observa un acuerdo razonable. Estos estudios sirven como punto de referencia para futuros análisis considerando la fase de alta luminosidad.

M91774 Constrained Dynamics of the model of a particle on a elliptical path expressed as a Like ladder operators Jaime Manuel Cabrera (Jaimemanuelcabrera@icloud.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; José Humberto Parrilla De

La O* (hyorinmaru.hp@gmail.com), Universidad Autónoma de Tabasco; Cinthya Guadalupe Puente Carretera (ninapunte1@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Viridiana Yasselin Vazquez Lozada (vy.vazquez@hotmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Rafael Díaz Mondragón (rafa_dm20@hotmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

The particle on a elliptical path written in terms of Like ladder operators is analyzing by using the Dirac's and Faddeev-Jackiw formalism. The analysis consists in finding the full structure of the constraints, the counting of freedom and generalized Faddeev-Jackiw (FJ) brackets. Further, we show that the FJ and Dirac's brackets coincide to each other.

M91776 Producción de bosones de Higgs neutros en colisiones ep Víctor Manuel López Guerrero* (viktormlg13@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Olga Guadalupe Félix Beltrán (olgafelixbeltran@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Alfonso Rosado Sánchez (rosado@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Lorenzo Justiniano Díaz Cruz (lorenzdx@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Estudiamos la producción de bosones de Higgs neutros h^0 en colisiones electrón-protón a energías muy altas utilizando el Modelo de Partones. Corroboramos que los diagramas que más contribuyen son aquellos donde dos bosones vectoriales se fusionan para originar un bosón de Higgs neutro. Además, mostramos que estos procesos no dependen de la forma en que se introduzca el parámetro de energía Q^2 de las PDFs. Calculamos las secciones eficaces de estos procesos utilizando los acoplamientos del Modelo Estándar. Finalmente se analizan los resultados obtenidos considerando las energías que podrían alcanzar los electrones y protones en el acelerador LHeC.

M91809 Análisis de eventos con dos leptones en los datos abiertos del CMS del LHC María Isabel Pedraza Morales (mpedraza@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Fernando Enrique Neri Huerta* (fer.neri.h@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El Compact Muon Solenoid (CMS) es uno de los 4 principales detectores del CERN, con él cual se detectan partículas del Large Hadron Collider (LHC) y se investiga sobre los componentes fundamentales de la materia y física más allá del Modelo Estándar.

A través de la distribución de los datos recolectados del CMS por medio de los datos abiertos (Open data), se puede aprender y analizar sobre física de partículas

De esta manera, con datos abiertos del CMS, se presenta un análisis de los eventos y las propiedades y características de las partículas que implican dos leptones.

M91817 Estudio de la expansión causal disipativa del fluido formado en colisiones de sistemas pequeños a energías del LHC por la percolación de fuentes de campos de color *Jesús Ricardo Alvarado García** (*jesus.alvaradoga@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Arturo Fernández Téllez* (*Arturo.Fernandez.Tellez@cern.ch*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Irais Bautista Guzmán* (*irais.bautista.guzman@cern.ch*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor. Usando el modelo de percolación de cuerdas de color estudiamos la viscosidad de corte y bulto sobre densidad de entropía en los eventos de alta multiplicidad de colisiones pp y pPb a las energías del LHC. Los resultados obtenidos coinciden con la formación de un medio denso y una transición de fase, con una importante contribución de fluctuaciones del estado inicial.

M91818 Entrelazamiento cuántico en colisiones pp a las energías del LHC *Duran González Amaury Misael** (*amidugo@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Irais Bautista Guzmán* (*irais.bautista.guzman@cern.ch*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Los resultados recientes de LHC y RHIC han confirmado la aparición de eventos de alta multiplicidad en colisiones de pp y por tanto las fluctuaciones del sector suave conducen a la presencia de cumulantes no poissonianos, la presencia de entrelazamiento cuántico en el sector de los gluones suaves dan lugar a la violación del escalamiento geométrico de KNO, en este trabajo se estudia dicha desviación para tratar de cuantificar el efecto del entrelazamiento cuántico.

M91819 Estudio de la formación del disco gris de colisiones hadrónicas a colisiones nucleares *Josue Martínez García** (*Martinezgarcia.josue54@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Irais Bautista Guzmán* (*irais.bautista.guzman@cern.ch*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Las mediciones recientes de la sección eficaz por los experimentos Auger y en LHC han mostrado la posibilidad de que el protón tienda asintóticamente a la formación de un disco negro, dicha formación no ha podido ser confirmada, pero de ser confirmada implicaría que el crecimiento de dicha sección eficaz mostraría un escalamiento geométrico en el límite de Froissart a altas energías. En este trabajo estudiamos la viabilidad de la presencia de dicho límite de escalamiento para colisiones de otras especies y su posible extensión con colisiones nucleares usando un modelo de disco gris.

M91820 Correlacion de las fluctuaciones de temperatura y las distribucion inicial en colisiones pp a las energías del LHC *Irais Bautista Guzmán* (*irais.bautista.guzman@cern.ch*), Benemérita Uni-

versidad Autónoma de Puebla; *Fernando Enrique Neri Huerta** (*Fern.n@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Las fluctuaciones de temperatura en las colisiones pp mantienen información sobre las fluctuaciones presentes en el estado inicial, y nos ayudan a entender el tipo de transición de QCD que se da en los sistemas creados. El alto número de partículas que se producen en los eventos de alta multiplicidad de las colisiones pp nos permite construir el espectro de momento para cada evento y obtener así también la temperatura promedio correspondiente a cada evento, una vez obtenida dicha temperatura se pueden también estudiar las fluctuaciones que se generan alrededor de la temperatura promedio medida y su correlación con las fluctuaciones de densidad del estado inicial.

M91821 Densidad de energía en sistemas pequeños *Irais Bautista Guzmán* (*irais.bautista.guzman@cern.ch*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Miguel Ángel Ortiz Peralta** (*micke.kael@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se presenta un estudio de la densidad de energía creada en los sistemas pequeños, donde la modificación en la energía de Bjorken a un modelo de interacción como un líquido perfecto tiene una modificación en el tipo de transición de fase que se alcanza.

M91822 Evolución de la saturación unitaria para la sección eficaz de colisiones pp y np en el límite asintótico *Irais Bautista Guzmán* (*irais.bautista.guzman@cern.ch*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Cristal Robles Jacobo** (*kristal1804@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Utilizamos un modelo de disco gris donde se parametriza el crecimiento de la densidad de materia gluónica en el límite de alta energía considerando saturación unitaria para describir la evolución de la sección eficaz en colisiones de pp y np en el límite asintótico del escalamiento geométrico.

M91823 Análisis de la interacción WIMP-nucleón a través del portal de Higgs *José Enrique Barradas Guevara* (*barradas@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Concepción Arellano Celiz* (*sir_neutrino@yahoo.com.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Aldair Bernal Orozco** (*aldairbernal@outlook.es*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Olga Guadalupe Félix-Beltrán* (*olga.felix@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo se estudia la interacción de materia oscura con el nucleón a través del portal de Higgs, $\chi_n \rightarrow \chi_n$, considerando esta como una partícula masiva que actúa débilmente (WIMP, por sus siglas en inglés). Para ello, se calcula la sección eficaz del proceso, $\sigma(\chi_n \rightarrow \chi_n)$, así como la abundancia residual asociada $(\omega h^2)_{\text{teor}}$. Se comparan

los resultados con los experimentos XENON1T y COSINE100, en particular considerando que $m_\chi \leq 10 \text{ GeV}$.

M9 Rayos C3smicos ***Explanada frente a Rectoría***

[M9161] **Uso de Deep Learning para el estudio de Rayos C3smicos** *Enrique Varela Carlos (enrique.varela@correo.buap.mx), Benem3rta Universidad Aut3noma de Puebla; Mario Alan Covarrubias Morales* (mariocanel@gmail.com), Benem3rta Universidad Aut3noma de Puebla; Humberto Salazar Ibarquen (humberto.salazar@correo.buap.mx), Benem3rta Universidad Aut3noma de Puebla; Irving Gabriel Ocampo (irving.gabriel@correo.buap.mx), Benem3rta Universidad Aut3noma de Puebla; *Expositor.*

Presentamos m3todos computacionales de aprendizaje profundo para la reconstrucci3n de la profundidad atmosf3rica del m3ximo desarrollo de cascadas de part3culas X_{max} (llamadas EAS Extended Air Showers EAS). Se realizan primero simulaciones Monte Carlo, con algunos modelos hadr3nicos, para llevar a cabo estas, se requiere una gran potencia de c3lculo, para esto se utiliza la superc3mputadora del LNS. Resulta que el X_{max} es un observable sensible a la composici3n del rayo c3smico primario. Con el fin de aprovechar las t3cnicas de redes neuronales, se entrena una red neuronal con informaci3n relevante de las simulaciones del EAS. De esta manera, algunas caracter3sticas como X_{max} , Energ3a, son procesadas por la red, lo que nos permite construir un modelo de aprendizaje autom3tico capaz de predecir el comportamiento del EAS en rangos de energ3a de m3s de 10^{17} eV.

[M9642] **Simulaci3n del Telescopio de muones de CU, CDMX.** *Jos3 Karl P3rez Villanueva* (jkarlp@ciencias.unam.mx), Instituto de Geof3sica, Universidad Nacional Aut3noma de M3xico.; Jos3 Francisco Vald3s Galicia (jfvales@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geof3sica, Universidad Nacional Aut3noma de M3xico.; Roc3o Garc3a G3nez (rociogginez@gmail.com), Instituto de Geof3sica, Universidad Nacional Aut3noma de M3xico.; Marcos Alfonso Anzorena M3ndez (anzorena@geofisica.unam.mx), Instituto de Geof3sica, Universidad Nacional Aut3noma de M3xico.; *Expositor.*

La radiaci3n c3smica est3 compuesta principalmente de part3culas altamente energ3ticas que arriban a la Tierra desde el espacio exterior, las cuales al colisionar con las mol3culas de aire de la atm3sfera terrestre provocan chubascos de part3culas con la capacidad de alcanzar la superficie terrestre. Para llevar a cabo el estudio de tales part3culas es necesario el desarrollo de instrumentos capaces de detectar su flujo y su intensidad. Tal es el caso de detectores como el Telescopio de muones (Tmu) instalado en el observatorio de rayos c3smicos de Ciudad Universitaria, CDMX; el cual est3 constituido de ocho pl3sticos centelladores distribuidos en dos capas superpuestas y gracias a su ubicaci3n geografica (2270 m snm, 19N) nos permi-

te registrar muones provenientes de la radiaci3n c3smica primaria con una energ3a media de 42GeV. En este trabajo presentamos la simulaci3n del funcionamiento del Tmu de Ciudad Universitaria, CDMX; la cual fue realizada a trav3s de software Geant4.

[M9650] **Prototipo de modulo muon trazador para investigar la distribuci3n interna de densidades del volc3n Popocatepetl** *Fernando Vel3zquez Carre3n* (fvelazqu@ciencias.unam.mx), Instituto de F3sica, Universidad Nacional Aut3noma de M3xico; Varlen Grabski (grabski@fisica.unam.mx), Instituto de F3sica, Universidad Nacional Aut3noma de M3xico; Sa3l Aguilar Salazar (saul.as@ciencias.unam.mx), Instituto de F3sica, Universidad Nacional Aut3noma de M3xico; Arturo Alejandro Menchaca Rocha (menchaca@fisica.unam.mx), Instituto de F3sica, Universidad Nacional Aut3noma de M3xico; Jaime Urrutia Fucugauchi (juf@geofisica.unam.mx), Instituto de Geof3sica, Universidad Nacional Aut3noma de M3xico; *Expositor.*

El estudio de la distribuci3n interna de densidades usando muones c3smicos es una t3cnica que determina la distribuci3n de densidades dentro de un volumen determinado midiendo la atenuaci3n del flujo de muones en dicho volumen. El objetivo es estudiar la distribuci3n de densidades de los domos volc3nicos as3 como de los conductos de lava. La primera aplicaci3n ser3 al volc3n Popocatepetl ya que su actividad reciente incluye la formaci3n de domos de lava con explosiones y emanaciones de ceniza. Nuestra propuesta de detector incluye 3 planos, cada uno con 16 m3dulos sensibles a la posici3n que consisten en un tubo de aluminio rectangular ($10 \times 20 \times 320 \text{ cm}^3$) lleno de liquido centellador. La colecci3n de luz dentro de cada modulo se lleva a cabo con fibras corredoras de frecuencia (WLS) a lo largo de la longitud del tubo. La lectura de la luz se lleva a cabo con Fotomultiplicadores de Silicio acoplados a los extremos de las fibras. Se presentar3n resultados de dos prototipos de un modulo.

[M91329] **Estudio de penetraci3n de rayos c3smicos sobre estructuras para prueba de concepto de Tomograf3a con Rayos C3smicos** *Santiago Jos3 Mir3 Trejo* (mirot.santiago@gmail.com), Universidad Iberoamericana CDMX; Mateo Ram3rez Garc3a (mateorgf@gmail.com), Universidad Iberoamericana CDMX; Salvador Carrillo Moreno (salvador.carrillo@ibero.mx), Universidad Iberoamericana CDMX; *Expositor.*

Los rayos c3smicos, part3culas altamente energ3ticas provenientes del espacio exterior, arriban a nuestra atm3sfera produciendo cascadas de part3culas que llegan a alcanzar la superficie terrestre. Debido a su altos niveles energ3ticos y a su alta capacidad de penetraci3n, se presenta la oportunidad de desarrollar un m3todo no invasivo y seguro para estudiar el interior de grandes estructuras, tales como pir3mides o volcanes.

En este trabajo se presentan algunos experimentos que comprueban la hip3tesis fundamental de que los mate-

riales y estructuras disminuyen el flujo de rayos cósmicos utilizando detectores foto-multiplicadores con plástico centellador. Esta hipótesis se demuestra a partir de las variaciones del conteo de eventos registrados dependiendo de la cantidad de material que atraviesan los rayos cósmicos antes de incidir en nuestro detector. Estas variaciones permitirán en un futuro realizar un mapeo de la geometría interna de dichas estructuras.

M91341 Simulación de chubascos atmosféricos extensos en gran altitud. *Indira Angie García Téllez** (angiegt3.14@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Eduardo Moreno Barbosa* (emoreno.emb@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; **Expositor.*

Los rayos cósmicos de alta energía al llegar a la atmósfera e interactuar con esta, generan partículas secundarias denominadas chubascos atmosféricos extensos. Dependiendo del punto de interacción y energía de la partícula primaria, estas partículas secundarias pueden llegar a la superficie de la tierra. Diversos experimentos utilizan la información del chubasco para estimar la energía y dirección de arribo de la partícula primaria. Se realizaron simulaciones de estos chubascos para estimar la cantidad de muones de una cascada generada por partículas de energías en el rango de TeV.

Se analiza la cantidad de muones con respecto a al punto de impacto (core) en dos diferentes altitudes (4100 y 4500 m.s.n.m.) para determinar el área mínima necesaria para su estudio en el rango de energías propuesto. Para esto se hace uso de un programa para la simulación detallada de chubascos atmosféricos extensos iniciadas por partículas de rayos cósmicos de alta energía, llamado CORSIKA.

M91352 Simulación en Montecarlo para un Detector Híbrido de Rayos Cósmicos. *Dario Gonzalez Herrera** (dario001295@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *E. Moreno-Barbosa* (emoreno@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Ibrahim Daniel Torres Aguilar* (ibrahim@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; **Expositor.*

Una manera de detectar Rayos Cósmicos es detectando la cascada de partículas provocada por el choque de los rayos primarios con la atmósfera terrestre. Para conocer la identidad del rayo primario se calcula la razón de electrones sobre los muones que llegan al arreglo de detectores pero individualmente ningún detector que utilice solamente el efecto Cherenkov es capaz de distinguir entre estas partículas. En esta poster se presenta el diseño de dos modelos para un detector de partículas que funciona con el efecto Cherenkov en el agua y el de Centelleo así como un análisis estadístico de las diferentes señales producidas (dependiendo solamente de la energía) por electrones y muones incidiendo verticalmente sobre el detector.

M91366 Mini detector UV de partículas cósmicas secundarias *Epifanio Lorenzo Ponce Lancho** (eponce@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Humberto Salazar Ibarquen* (humberto.salazar.i@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Oscar Mario Martínez Bravo* (moscar70@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *José Ruben Conde Sánchez* (rbcn.cnd.2014@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; **Expositor.* La atmósfera terrestre está constantemente siendo bombardeada por la radiación cósmica primaria, los cuales son núcleos atómicos, en su mayor parte por protones, durante su trayecto hacia la superficie, al interactuar con los núcleos atmosféricos, producen una gran variedad de partículas elementales, identificadas como rayos cósmicos secundarios. En el presente trabajo, compartimos las características y funciones principales de un detector tipo Cherenkov, con plástico centellador como medio de radiación y como detector de fotones, un tubo fotomultiplicador que opera en la región UV, mostramos su funcionamiento de forma práctica y perfectamente ejemplificada. A través de los datos registrados, obtenemos el número de partículas secundarias, en función de la altura de operación del mini detector de radiación UV, así como también, mostramos la energía de algunos eventos secundarios registrados.

M91452 SISTEMA DE DISPARO IMPLEMENTADO EN UNA CÁMARA DE CHISPAS. *Aylan Silva Hernández** (aylan.silva@yahoo.com.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Alejandra Daniela López Solís* (ada.lops@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Arturo Fernández Téllez* (afernand@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Mario Rodríguez Cahuantzi* (mario.rodriguez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Mario Iván Martínez Hernández* (mim@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Guillermo Tejeda Muñoz* (gtejeda@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; **Expositor.*

Con el fin de analizar las trayectorias de las partículas que atraviesan la cámara de chispa se llevó a cabo la construcción del circuito de disparo, el esquema básico del circuito general de la cámara de chispas incluye dicho sistema, formado por dos detectores de centelleo ubicados encima y debajo de las placas y su electrónica correspondiente. El paso de una partícula cargada a través de la cámara es detectado por este, produciendo una señal que da lugar a una diferencia de potencial transitoria entre cada par de placas adyacentes bastante alta como para que se pueda producir una descarga eléctrica en el gas, el tiempo máximo para generar este disparo es de 200us. Si la energía de la partícula es suficiente, habrá ido ionizando el gas a su paso lo que facilita la formación de la chispa justo por donde la partícula atraviesa la cámara. De este modo puede visualizarse la trayectoria de la partícula.

M91456 CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA DE CHISPAS PARA LA DETECCIÓN DE MUONES DE RAYOS CÓSMICOS. *Alejandra Danie-la López Solís** (ada.lops@hotmail.com), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Aylan Silva Hernández* (aylan.silva@yahoo.com.mx), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Arturo Fernández Téllez* (afernand@fcfm.buap.mx), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Guillermo Tejeda Muñoz* (gtejeda@fcfm.buap.mx), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Mario Rodríguez Cahuantzi* (mario.rodriguez@correo.buap.mx), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Mario Iván Martínez Hernández* (mim@fcfm.buap.mx), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; **Expositor.*

Los rayos cósmicos son partículas masivas de alta energía, en su mayoría extragalácticas, que bombardean la atmósfera terrestre produciendo gran cantidad de partículas secundarias que se pueden detectar, uno de los primeros instrumentos utilizados para demostrar la existencia de estas partículas fue la cámara de chispas. En este trabajo se llevó a cabo la construcción de esta cámara, con el fin de observar la traza de un muón a través de la misma. Un muón ($\mu \pm$) es una partícula que viaja a una velocidad cercana a la de la luz y tiene una vida útil de aproximadamente 2,2 microsegundos; el detector consta de una pila de 10 placas metálicas paralelas separadas por una mezcla de gases nobles como helio y argón sometidas a una elevada diferencia de potencial. El paso del muón ioniza el gas que hay entre las placas y el alto voltaje a lo largo de la trayectoria hace que se forme una chispa entre cada par de capas, de modo que las sucesivas chispas revelan el camino seguido por la partícula.

M91559 Solar wind disturbances observed by HAWC *Arun Babu Kollamparambil Paul** (arun@igeofisica.unam.mx), *Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Alejandro Lara* (alara.unam@gmail.com), *Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Tatiana Niembro* (tatiana@igeofisica.unam.mx), *Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Paulina Colín* (pau.c06@gmail.com), *Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor.*

The solar wind (SW) influences the galactic cosmic ray (GCR) flux in the inner Heliosphere as well as the shape of the Earth magnetosphere, which in turn, affects the entrance of the GCR to the atmosphere. Hence the GCR rate measured at ground level contains information of both systems. We investigate these effects using the GCR flux observed by the High Altitude Water Cherenkov (HAWC) detector. The HAWC scaler system is able to measure the GCR flux with an accuracy $< 0.01\%$ allowing us to detect and study small fluctuations of the GCR flux and determine its origins in the SW. We analyzed the GCR flux during a period of 2 months starting on September 10, 2016, when four high speed streamers and one interpla-

netary coronal mass ejection with a magnetic cloud (MC) configuration were observed. We found a clear difference of the HAWC scaler rates when the disturbance is a high speed streamer (kinetic pressure) and when MC (magnetic reconnection) hits the magnetosphere

M91576 Medición de la resolución espacial de una cámara de placas resistiva *Arturo Fernandez Tellez* (arturo.fernandez.tellez@cern.ch), *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*; *Julio Cesar Texca Garcia** (julio.texca@alumno.buap.mx), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; **Expositor.*

En este trabajo se construye y caracteriza un detector de placas resistivas (RPC). El detector tiene tres placas de vidrio de 89x114 cm, dos de estas son pintadas con una combinación de grafito con pintura acrílica, la cual provee resistividad. Las placas se ensamblan en una caja de acrílico sellada herméticamente, en donde las placas de vidrio son colocadas una encima de la otra, separadas por un hilo plástico de un grosor de 1 mm, esta RPC's cuenta con 2 gaps por donde se hace circular Freón. Se hace una configuración con los espaciadores que asegura que el gas pase por todo el detector. Se mide la resolución espacial de la RPC usando dos detectores de plástico centellador de 3.5x3.5 cm, los detectores son puestos paralelamente de tal manera que quede la RPC en medio de estos, cuando se detecta una partícula por los plásticos centelladores se espera que la RPC también la detecte en esta zona, este proceso se realiza en toda el área del detector para conocer su resolución espacial

M91731 Estimación de la distribución angular de neutrones incidentes en el Telescopio de Centelleo de Rayos Cósmicos *Rocío García Gínez** (rociogginez@gmail.com), *Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México*; *José Francisco Valdés-Galicia* (jfvaldes@igeofisica.unam.mx), *Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Marcos Alfonso Anzorena Méndez* (anzorena@igeofisica.unam.mx), *Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Ernesto Ortíz Fragoso* (eortiz@geofisica.unam.mx), *Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor.*

El propósito principal del Telescopio de Centelleo de Rayos Cósmicos —SciCRT— es la detección de neutrones solares. Los neutrones solares nos permiten estudiar los mecanismos de aceleración de partículas que ocurren durante fulguraciones solares y eyecciones de masa coronal; eventos que aceleran partículas de alta energía. Los neutrones al ser acelerados en la atmósfera solar viajan a través de la heliosfera hasta los detectores en la superficie

terrestre sin sufrir alguna modificación en su trayectoria por los campos magnéticos. Dicho lo anterior, los detectores de neutrones deben, en el mejor de los casos, ofrecernos información sobre la dirección, el tiempo de arribo y energía.

En el presente trabajo describo un algoritmo para estimar la Distribución angular de las partículas incidentes en el Telescopio de centelleo de Rayos Cósmicos y su aplicación al análisis de un posible evento de neutrones solares.

M91741 **Desarrollo de electrónica de alta velocidad para el Telescopio centellador de Rayos Cósmicos** *Marcos Alfonso Anzorena Méndez** (*anzorena@geofisica.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; Roció García Gínez* (*rociogginez@gmail.com*), *Instituto de geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Ernesto Ortiza Frago* (*eortiz@geofisica.unam.mx*),

*Centro de ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Para estudiar los mecanismos de aceleración de partículas asociados a eventos explosivos en el Sol detectamos neutrones solares. Éstos son producidos mediante la interacción de iones acelerados por el campo magnético del Sol y su atmósfera. Los neutrones al no tener carga eléctrica son útiles para nuestro estudio porque no son desviados en su viaje a la Tierra por el campo magnético interplanetario y terrestre. El telescopio centellador de rayos cósmicos instalado en Sierra Negra, Puebla, tiene como objetivo detectar neutrones solares. El telescopio está compuesto de 15000 barras de centello, organizadas en planos perpendiculares; las cuales sirven como medio para registrar la energía y dirección de la radiación incidente. Garantizar la operación del detector en un medio hostil, requiere el desarrollo de electrónica de alta velocidad y desempeño, a un bajo costo. En el presente trabajo nuestros avances en dicho desarrollo.

M10 Estado Sólido
Explanada frente a Rectoría

M1016 TUNELAJE CLÁSICO *Filiberto Ramirez Ramirez (mayor_filiberto@hotmail.com), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA; Rafael Alberto Méndez Sánchez (mendez@icf.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Alejandro Morales Mori (mori@fis.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Luis Gutiérrez (luisg@fis.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Jorge Flores Valdés (jfv@fisica.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; María Gabriela Báez Juárez* (gbaez@azc.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA; *Expositor.*

El efecto túnel es un fenómeno cuántico en el que una partícula atraviesa una barrera de potencial cuya energía es mayor que la de la partícula; la función de onda del sistema, dentro de la barrera, es evanescente. En este trabajo proponemos una heteroestructura mecánica, la cual permite emular el efecto túnel con ondas elásticas. El espectro de frecuencias de ondas torsionales de este sistema clásico, se caracteriza por dos frecuencias aisladas en el intervalo audible, cuyos patrones estacionarios del sistema completo están localizados y decaen evanescentemente de forma análoga a la función de onda cuántica correspondiente. La estructura propuesta consiste en una varilla estructurada estratégicamente, de sección transversal cuadrada, formada por dos celdas unitarias complejas. Este sistema fue diseñado numéricamente usando el método de la matriz de transferencia y posteriormente fabricado sobre una varilla de aluminio, la cual fue caracterizada por el método experimental de espectro

M1017 Oscilaciones de Bloch mecánicas y atrapamiento de arcoiris elástico. *José Sánchez Dehesa (gbaez69@gmail.com), UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, ESPAÑA; Rafael Alberto Méndez Sánchez (mendez@icf.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Alfonso Climente (gbaez69@gmail.com), UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, ESPAÑA; Francisco Cervera (gbaez69@gmail.com), UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, ESPAÑA; María Gabriela Báez Juárez* (gbaez@azc.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA; Arturo Arreola Lucas (arreolaarturo@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA; *Expositor.*

Las oscilaciones de Bloch se presentan en la Física del Estado Sólido cuando los electrones, débilmente ligados en un cristal, están sujetos a un campo eléctrico externo

constante. El Atrapamiento de Arcoiris, por su parte, se presenta cuando un paquete de ondas es ralentizado por una estructura sintética de un material con índice de refracción negativa. El paquete de ondas es separado en sus componentes en frecuencia, de manera que la penetración de la onda en la estructura depende de su frecuencia. En este trabajo presentamos tres estructuras mecánicas diseñadas para emular oscilaciones de Bloch Mecánicas de un paquete de ondas torsionales. Estas estructuras son caracterizadas en el laboratorio por el método de Interferometría Doppler, los resultados muestran evidencia experimental de una correlación entre el efecto de Atrapamiento de Arcoiris y las Oscilaciones de Bloch, como función del análogo mecánico de la intensidad del campo magnético.

M10105 Mecanosíntesis y caracterización magnética de hexaferrita de estroncio dopada con aluminio. *Felipe Nerhi Tenorio González (felipe_n_58@hotmail.com), Universidad Politécnica de Tecámac; Silvano Velázquez Roque* (sil_roque@hotmail.com), Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha; Ivan Ricardo Barrajas Rosales (felipe_tenorio@uptecamac.edu.mx), Universidad Politécnica de Tecámac; Ana María Bolarín Miró (felipe_tenorio@uptecamac.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Pedro Vera Serna (felipe_tenorio@uptecamac.edu.mx), Universidad Politécnica de Tecámac; Félix Sánchez De Jesús (felipe_tenorio@uptecamac.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*

Se realizó el proceso de mecano-síntesis en una relación bolas:polvo 10:1 durante 5 horas asistido por tratamiento térmico a 950°C durante 2 horas, los materiales precursores fueron el Óxido de Hierro III, Carbonato de Estroncio y Óxido de Aluminio III a fin de obtener la 12– 19 donde $0 < x < 2.5$. El polvo sintetizado fue caracterizado por Difracción de Rayos X e Infrarrojo por Transformada de Fourier a fin de confirmar la estructura de la hexaferrita de estroncio e identificar los enlaces que vibran a longitudes de onda superiores a 450. De igual manera el polvo fue caracterizado utilizando un Magnetómetro de Muestra Vibrante, donde se observó que la magnetización de saturación se reduce y el campo coercitivo aumenta cuando la cantidad de aluminio aumenta, mientras que el estudio por Microscopía Electrónica de Barrido y Analizador de Tamaño de Partícula indicaron que los tamaños de partícula se encuentran en el orden de los micrómetros.

M10109 Control de ondas elásticas fuera del plano en una placa estructurada. *Adolfo Fontes (fontesadolfo@gmail.com), Universidad Autonoma Metropolitana - Azcapotzalco; Sara Neftalí Martínez García* (sara.neftali@gmail.com), Universidad Autonoma*

ma Metropolitana - Azcapotzalco; Enrique Flores Olmedo (enrique22809@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco; Rafael Alberto Méndez Sánchez (mendez@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Física, UNAM; María Gabriela Báez Juárez (gbaez69@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco; *Expositor.

Se estudia el comportamiento de las vibraciones mecánicas, fuera del plano, en una placa elástica con estructura localmente periódica tanto experimental como numéricamente. La técnica experimental de Espectroscopía Acústica Resonante (ARS por sus siglas en inglés) se usa para medir el espectro de frecuencias asociado a las vibraciones de interés del sistema mencionado. Los resultados muestran la existencia de bandas prohibidas y bandas permitidas en el espectro, característico de sistemas periódicos. Los patrones estacionarios, asociados a las frecuencias propias del sistema se presentan en gráficos bidimensionales. Estos resultados experimentales son comparados con simulaciones numéricas del mismo sistema obtenidas con el software "COMSOL Multiphysics", mostrando excelente coincidencia. Análisis como estos son necesarios para el diseño de nuevos materiales estructurados en dos dimensiones, que permitan el control de la propagación de ondas elásticas en direcciones preferenciales.

M10115 Transmisión en un sistema PT -simétrico Quetzalsin Sac-Nicté Carrasco Rodríguez* (quetzalsin.carrasco@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; Moisés Martínez Mares (moixanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; *Expositor.

En este trabajo se estudian las propiedades de dispersión de un sistema unidimensional en presencia tanto de disipación como de ganancia, representados por potenciales delta complejos con amplitud negativa y positiva. Además, se busca explicar las propiedades de dicho sistema y verificar si cumple con las propiedades de un sistema con simetría PT ; esto es, si tiene simetría de paridad y de reversibilidad temporal.

M10125 PROPIEDADES ÓPTICAS DE ÓPALOS DE SiO_2 Erick Yibriel Méndez Hernández* (eyibriel20@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Miller Toledo Solano (miller.toledo@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Enrique Sánchez Mora (esanchez@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Martha Alicia Palomino Ovando (marthap@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Los Cristales Fotónicos (CF) se hacen comúnmente de materiales dieléctricos periódicos, a veces de nanoestructuras que alteran la propagación de fotones. Los modos fotónicos que pasan a través de los CF crean bandas conocidas como bandas fotónicas, mientras aquellos que no pueden atravesarlos crean bandas prohibidas que se conocen como bandgaps fotónicos. Estas bandas prohibidas dan lugar a

diferentes fenómenos ópticos, por ejemplo, los espejos omnidireccionales de alta reflexión. Los CF autoensamblados son generalmente estructuras tridimensionales, formados por capas de esferas uniformes apiladas y compactas que exhiben características de CF tridimensionales. Estos CF son conocidos como cristales coloidales u ópalos artificiales. En este trabajo, usando la teoría de la aproximación de onda escalares, estudiamos el espectro de la transmisión de la luz para ópalos con diferentes números de capas. Nuestros cálculos teóricos son comparados con datos experimentales para ópalos de SiO_2 .

M10126 PÉRDIDA DE FOTONES EN LA HETEROESTRUCTURA HÍBRIDA BASADA EN SILICIO POROSO Michael Roberto Chantes Daza* (00oquetzal@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; María Rayo Jiménez Vivanco (jimenezumr10@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Miller Toledo Solano (miller.toledo@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Martha Alicia Palomino Ovando (marthap@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Nosotros estudiamos teóricamente la pérdida de fotones en la heteroestructura híbrida periódica/cuasiperiódica basada en silicio poroso. La heteroestructura es formada por el apilamiento de la subestructura cuasiperiódica Fibonacci entre dos espejos de Bragg. Los efectos de la dispersión de Rayleigh y los de la absorción de la luz por la heteroestructura híbrida desordenada, son analizados en la supresión de la transmitancia resonante de un par de modos fuertemente localizados y sintonizables en algunas longitudes de onda dadas.

M10127 SERS DEBIDO A NANOPARTÍCULAS DE AU EN EL ARREGLO DE ESFERAS DE SiO_2 David Fernández Brito* (daviferbri@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Luis Antonio Romero Cruz (luis_larc2@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Miller Toledo Solano (miller.toledo@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Enrique Sánchez Mora (esanchez@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Martha Alicia Palomino Ovando (marthap@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Películas de esferas de SiO_2 en una matriz periódica infiltrada con nanopartículas de Au (NP) se obtuvieron mediante el método de autoensamble. Las muestras con concentraciones bajas (M1), medias (M2) y altas (M3) de Au NP se caracterizaron por espectroscopias SEM, TEM y UV-Vis y Raman. Las imágenes del microscopio muestran que las NP forman agrupaciones y residen en los sitios intersticiales de la matriz FCC sin modificar significativamente la distancia entre los centros de las esferas SiO_2 . Sin embargo, el intervalo de banda fotónica se desplaza a longitudes de onda más grandes en comparación con la

película desnuda SiO₂. Estas muestras se proponen como sustratos SERS. Para la molécula de azul de metileno se alcanza un Factor de Mejora de 10⁵ para la película M3.

M10135 **Transmission Properties of Golden Self-similar Multibarrier Structure in Graphene** Mohammed Miniya* (*m.miniya@uaem.edu.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Dan Sidney Díaz Guerrero (*diazd@uaem.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Luis Manuel Gaggero Sager (*lgaggero@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Outmane Oubram (*oubram@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

We investigated the transmission properties of a new self-similar multibarrier system by scaling the barrier height using the Golden ratio on a sheet of graphene. The transmission properties are determined by solving the Dirac equation and using the transfer matrix method. We found a self-similar behavior in transmission spectra between different generations and new scaling rules for the generation number, the height of main barriers, and the total length of the system. These scaling properties are established as a general analytic expression. Using the golden ratio as a scaling factor gives new scaling rules. Additionally, we demonstrated that the geometry of self-similar potential affects the transmission properties. Our results of self-similarity in the transmission can be useful to design new electronic devices based on graphene.

M10147 **Coeficiente de absorción y cambio de índice de refracción en un sistema delta-doble dopado para GaAs tipo p** Humberto Noverola Gamas* (*noverola86@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Luis Manuel Gaggero Sager (*lgaggero@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Outmane Oubram (*oubram@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

Presentamos un modelo físico que describe la estructura electrónica de un sistema delta doble dopado en GaAs tipo p. Realizamos los cálculos para los huecos pesados y huecos ligeros dentro del marco de la teoría de Thomas-Fermi. Las propiedades ópticas calculadas, para los huecos pesados, mostraron una fuerte dependencia de la distancia de separación entre las capas de impurezas ionizadas de la estructura. Particularmente, el coeficiente de absorción mostró un corrimiento hacia el rojo respecto al aumento de la distancia intercapas. Mientras que la magnitud del cambio en el índice de refracción disminuyó con éste parámetro, se dió un corrimiento hacia la región de bajas energías en el nodo de esta propiedad no lineal. Nuestros cálculos son muy importantes para la ingeniería de posibles dispositivos optoelectrónicos.

M10149 **Estudio estructural y óptico de películas semiconductoras de CdSe (Selenuro de Cadmio) obtenidas por CBD (deposición en baño químico)** Hugo Hernández-Contreras* (*hhernandezc@ipn.mx*),

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL- UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA HIDALGO; Jorge Ricardo Aguilar-Hernández (*jrah64@yahoo.com.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL- ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS; Angélica Evelin Delgadillo López (*adelgadillo@upmh.edu.mx*), UNIVERSIDAD POLITÉCNICA METROPOLITANA DE HIDALGO; Gerardo S Contreras-Puente (*gscp1953@yahoo.com*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL- ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS; *Expositor.

Se muestran los resultados de la caracterización estructural y óptica de películas de CdSe crecidas por CBD a diferentes temperaturas de depósito (Td). La parte estructural fue realizada con la técnica de microscopía electrónica de barrido (SEM), la cuál muestra tamaños de grano del orden de nanómetros. Los espectros de transmisión óptica en el rango visible a temperatura ambiente, presentan un canto de absorción por encima del valor mayor que el de la magnitud de la banda prohibida (E_g=1.77 eV), también se presenta la fotoluminiscencia en función de la temperatura en el rango de 10-300K.

M10163 **Conducción electrónica en una heteroestructura localmente periódicas: dispersión y mapeos no lineales.** Luis Arturo Juárez Villegas* (*ajvl@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; Moisés Martínez Mares (*moi@xanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; *Expositor.

Estudiamos el transporte de electrones en una superred usando un modelo de cadena lineal de potenciales localmente periódicos. Usamos el formalismo de la matriz de dispersión para obtener la conductancia a través de la fórmula de Landauer, con ayuda de los mapeos no lineales, caracterizamos la teoría de bandas, así como el comportamiento de la conductancia en dichas bandas, como función del número de celdas en la superred.

M10192 **Polarización de valles-espines y magnetorresistencia en siliceno con modulación magnética periódica** Mara Alondra Flores Carranza* (*mara.flores@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Isaac Rodríguez Vargas (*isaac@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física, Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; Sergio Molina Valdovinos (*sergiom@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física, Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; José Guadalupe Rojas Briseño (*jgrojas@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El siliceno es un material bidimensional semejante al grafeno, sin embargo su estructura atómica distorsionada y su interacción espín-orbital considerable lo hacen un ma-

terial idóneo para espintrónica, velletrónica y dispositivos magneto-resistivos. Se ha reportado la posibilidad de polarización de valles-espines y magnetoresistencia en siliceno modulando las propiedades de transporte por medio de un par de tiras ferromagnéticas [1]. En el presente trabajo exploramos la posibilidad de mejorar aún más la polarización de valles-espines y la magnetoresistencia del siliceno a través de la modulación magnética periódica de tiras ferromagnéticas en analogía a lo que se ha trabajado en el caso de aislantes topológicos [2].

D. Wang, Z. Huang, Y. Zhang, G. Jin, Phys. Rev. B 93, 195425 (2016). Y. Zhang, F. Zhai, Appl. Phys. Lett. 96, 172109 (2010).

M10200 **Estudio de la temperatura electrónica fuera de equilibrio en un semiconductor bipolar sujeto a un campo eléctrico y magnético externos.** Giovanni Alejandro Ramírez González* (alexrmzgonz2013@gmail.com), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Sergio Molina Valdovinos (sergiomv@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Cuando colocamos una muestra semiconductor a temperatura ambiente en la presencia de un campo eléctrico y un campo magnético externos. Los campos electromagnéticos crean procesos de generación de portadores fuera de equilibrio. En el presente trabajo se estudia la variación de la temperatura electrónica y concentración electrónica fuera de equilibrio como función de la coordenada z . Se observa que la redistribución de temperatura está ligada a una redistribución de portadores fuera de equilibrio en un sistema bidimensional. Adicionalmente, se estudia el flujo de calor como función de la coordenada z y si tiende a redistribuirse a lo largo del muestra. Finalmente, se estudia el efecto de disipación térmica de las superficies de la muestra. Si ésta es térmicamente aislada (sistema adiabático, $\eta=0$), una superficie se calienta y la otra se enfría. Si el material tiene buena conductividad térmica (η tiende a cero) las superficies se enfrían rápidamente.

M10202 **Determination of the TL Kinetic Parameters in Amethyst by the Glow Curve Shape Method** Ricardo Garcia Hernandez* (rgh040584@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA UNIDAD IZTAPALAPA; Juan Azorin Nieto (azorin@xanum.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA UNIDAD IZTAPALAPA; *Expositor.

The study of new thermoluminescent (TL) materials requires a deeper understanding of the kinetic parameters (activation energy or trap depth, order of the kinetics and frequency factor). This can be achieved by analyzing the glow curve obtained after exposing the material to ionizing radiation to excite electrons from the valence band to the

conduction band and to be trapped in metastable states in the band gap above the Fermi level. Then, by heating the material, the electrons can be liberated from their traps and recombine with trapped holes emitting photons in the visible region of the spectrum.

The glow curve can exhibit several peaks originating at different trapping levels in the band gap. There are many different methods for determining the kinetic parameters, however peak shape method is found to be suitable amongst all reported methods. This method provides the nearest possible values of the kinetic parameters.

Present paper reports the results of evaluating the ki

M10203 **Cambios estructurales del Cu a alta temperaturas in situ por difracción de rayos X** Daniel Esparza Barragán* (desparza24@alumnos.uaq.mx), Universidad Autónoma de Querétaro; Cynthia Yolotzin García Mosqueda (cgarcia47@alumnos.uaq.mx), Universidad Autónoma de Querétaro; Mariana Guadalupe Posadas Zamarripa (mposadas24@alumnos.uaq.mx), Universidad Autónoma de Querétaro; Georgina Torres Infante (gtorres21@alumnos.uaq.mx), Universidad Autónoma de Querétaro; José Luis Villegas Tapia (jvillegas17@alumnos.uaq.mx), Universidad Autónoma de Querétaro; *Expositor.

Se estudió el cambio en el parámetro de red del Cu, variando desde temperatura ambiente hasta 600°C a través de difracción de rayos X in situ, con la finalidad de medir el coeficiente de dilatación lineal y los posibles cambios de fase cristalina en ese intervalo de temperatura. Se observó la formación de óxidos de cobre debido a que el experimento se realizó a atmósfera de aire, además se observó óxido de silicio (SiO_2) debido a la cantidad de silicio que pudimos registrar por espectroscopia de fluorescencia. Al obtener los espectros del cobre a distintas temperaturas se pudo observar el "corrimiento" de los picos con el que calculamos el parámetro de red. Se logró medir el coeficiente de dilatación lineal del Cu y coincidió con el valor real referenciado en la literatura.

M10218 **Resonancias híbridas en bicapa de grafeno: Parametrización e impacto en propiedades termoeléctricas** Ana Elizabeth Flores Gonzalez* (anaelizabeth.flores@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; José Alberto Briones Torres (jabt0123@gmail.com), Centro de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Rolando Perez Alvarez (rpa@uaem.mx), Centro de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Isaac Rodriguez Vargas (isaac@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

La bicapa de grafeno debidamente nanoestructurada puede albergar lo que se conocen como resonancias Fano. Estas resonancias pueden acoplarse a estados resonantes o minibandas cuando la bicapa de grafeno es modulada pe-

riódicamente a través de voltaje aplicado, dando lugar a las llamadas resonancias híbridas [1]. En el presente trabajo parametrizamos las resonancias híbridas y estudiamos el impacto de las mismas sobre las propiedades termoeléctricas. En particular, analizamos como se ve afectada la parametrización, el coeficiente Seebeck y el factor de potencia por la presencia de una brecha prohibida en la relación de dispersión de la bicapa de grafeno.

1. José Alberto Briones Torres, I. Rodríguez-Vargas, *Scientific Reports* 7, 16708 (2017).

M10225 Efectos del Li en las propiedades electrónicas y mecánicas de nanoalambres de Si *Fernando Salazar Posadas** (fsalazar.posadas@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Culhuacán; *Alejandro Trejo Baños* (atrejoba@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Culhuacán; *Álvaro Miranda Durán* (amirandad.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Culhuacán; *Miguel Cruz Irisson* (irisson.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Culhuacán; *Luis Antonio Pérez López* (lperez@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En este trabajo, se presenta un estudio de las propiedades electrónicas y mecánicas de nanoalambres de Si con Li intersticial (Li-i) y superficial (Li-s) usando la teoría del funcional de la densidad. Los resultados muestran que el Li-s disminuye la brecha semiconductor del nanoalambre, como función de la concentración, mientras que el Li-i le da un carácter metálico. El análisis energético, indica que los nanoalambres con Li-s son más estables que los estudiados con Li-i. El análisis de la energía de enlace, revela la ruptura de enlaces Si-Si y la formación de enlaces Si-Li que modifican la estructura del nanoalambre y es función de la concentración de Li-i, en contraste, el Li-s no modifica la estructura del nanoalambre. La resistencia mecánica de los nanoalambres con Li-s es mayor en comparación con los estudiados con Li-i. Estos resultados ayudan a comprender como se modifican las propiedades de los nanoalambres como función de la dirección de crecimiento y concentración de Li.

M10226 Diferencia de potencial entre dos puntos de un alambre cuántico caótico *Felipe De Jesús Castañeda Ramírez** (felipe.castaneda.r@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD IZTAPALAPA; *Angel Marbel Martínez Argüello* (blitzkriegheinkel@gmail.com), INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Moisés Martínez Mares* (moi@xanum.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD IZTAPALAPA; *Expositor.

Proponemos un sistema de cuatro terminales para estudiar la diferencia de potencial entre dos puntos a lo largo de un alambre cuántico caótico. Examinamos esta diferencia de potencial para los sistemas con simetría de inversión temporal y en ausencia de ésta. Usamos la teoría de matrices aleatorias para realizar una simulación numérica del alambre caótico para las dos clases de simetría.

M10232 Preparación y caracterización de capa activa de poli-3-hexiltiofeno con nanocarbonos para celdas solares *María Concepción Arenas Arrocena* (mcaa05@gmail.com), Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León, UNAM; *David Armando Contreras Solorio* (dacs10@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas"; *Marlen Hernández Ortiz* (mar_h2o@hotmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas"; *Fátima Lizbeth González Gregorio** (narusefalix@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas"; *Expositor.

En este trabajo se llevó a cabo la preparación y caracterización de la capa activa de una celda solar compuesta de poli-3-hexiltiofeno (P3HT) modificada con nanocarbonos (nC), los cuales fueron mezclados mediante el uso de diclorobenceno y dimetilformamida en diferentes volúmenes para asegurar la disociación. El tratamiento superficial de los nC tiene un amplio campo de acción, debido a la generación de propiedades en el material que optimizan su uso. Específicamente, los nC funcionalizados depositados en materiales para celdas solares. Las nanoestructuras de carbono usadas son nanotubos de carbono y carbón vulcan, ambos funcionalizados y sin funcionalizar. Las medidas de caracterización que se realizaron fueron de resistencia eléctrica, topografía de la capa y absorción. Se observa mejor absorción con los nC funcionalizados.

M10236 Sobre la posibilidad de estados de borde en grafeno con regiones con contraste de masa *José Ángel Pérez Noriega** (josepereznoriega@hotmail.com), Unidad Académica de Física Universidad Autónoma de Zacatecas; *Isaac Rodríguez Vargas* (isaac@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Los materiales 2D han venido a cambiar el contexto del estado sólido ya que a través de voltaje aplicado (gating) es posible cambiar las propiedades fundamentales de los mismos. En particular, se puede manipular la magnitud y el signo de la masa de los portadores. Bajo este contexto electrones viajando de una región de masa positiva a otra con masa negativa tiene que pasar por una región intermedia con masa cero. Esta región intermedia no tendría brecha y por ende sería metálica. Los modos metálicos en las fronteras de regiones semiconductoras con masas opuestas son una huella digital de una fase topológica. En el presente trabajo exploramos esta posibilidad en grafeno. Determinamos la estructura de bandas, las propiedades

de transmisión y transporte de pozos cuánticos en grafeno con contraste de masa. Se analizan las condiciones bajo las cuales se pueden presentar los modos metálicos.

M10250 **Termoelectricidad de baja dimensión: Factor de potencia de superredes basadas en doble capa de grafeno** Edgar Alejandro Briones Torres (*eddy.alejandro91@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; José Alberto Briones Torres* (*jabt0123@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Rolando Pérez Álvarez (*rpa@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Isaac Rodríguez Vargas (*isaac@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En la actualidad para mejorar el rendimiento termoeléctrico se hace uso de estructuras de baja dimensión entre las que se encuentran superredes de puntos cuánticos, de alambres y de pozos. Lo anterior se conoce como termoelectricidad de baja dimensión. Entre los materiales que han sido muy usados y útiles en sistemas de baja dimensión se encuentran la monocapa y la bicapa de grafeno. Éste último cuenta con un efecto exótico que podría incrementar el factor de potencia, las resonancias Fano. En el presente trabajo mostramos cómo es que las resonancias Fano dan lugar a un alto factor de potencia en superredes basadas en doble capa de grafeno.

M10273 **Modos normales transversales en un medio material utilizando un principio variacional.** Sergio Molina Valdovinos (*sergiom@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Antonio Pérez Cortés* (*apcmaximum@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Antonio P. Cortés, S. Molina-Valdovinos

El estudio de modos normales transversales en semiconductores ha sido sujeto de estudio durante muchos años. Debido a la importancia que tienen en analizar la dinámica de los láseres semiconductores. Una forma de abordar el estudio consiste en resolver las ecuaciones de onda del electromagnetismo y obtener los modos. En el presente trabajo, utilizando el principio variacional obtenemos soluciones para los modos transversales en un medio semiconductor. Se determinan las amplitudes de los frentes de onda y se analiza la dependencia de la amplitud de las coordenadas espaciales y su dependencia temporal. Finalmente se

M10276 **Energías de electrón y hueco pesado en puntos cuánticos cilíndricos** Ricardo León Restrepo Arango (*ricardo.restrepo@eia.edu.co*), Universidad EIA; Walter Antonio Ospina Muñoz (*wospina@gmail.com*), Universidad EIA; Juan Carlos Martínez Orozco* (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de México; Juan Alejandro Vinasco Suarez (*juan.vinascos@udea.edu.co*), Universidad de Antioquia; Álvaro Luis Morales Aramburo (*alvaro.morales@udea.edu.co*), Universidad de Antioquia; Carlos Alberto Du-

que Echeverri (*cduque_echeverri@yahoo.es*), Universidad de Antioquia; *Expositor.

Se calculan los estados de un electrón y hueco pesado confinados en puntos cuánticos acoplados de forma cilíndrica de GaAs embebidos en una matriz de AlGaAs, utilizando una solución numérica a través del método de elementos finitos. Los resultados se obtienen para diferentes tamaños de puntos cuánticos: altura, radio y la separación entre los puntos cuánticos. Analizamos las energías de transición permitidas entre estados confinados como funciones de estos parámetros geométricos. Además, aplicamos un campo eléctrico externo perpendicular a las caras circulares de los puntos cuánticos, con el objetivo de romper la simetría del sistema y distinguir los niveles de energía degenerados. Para las propiedades ópticas no lineales de los electrones, encontramos que un campo eléctrico en la dirección del eje vertical de los puntos cuánticos, controla la amplitud y la posición de los picos de las respuestas ópticas.

M10301 **Insensibilidad del zero-k gap al desorden estructural en superredes con gap en grafeno** Marco Aurelio Acosta Esparza* (*macostae4@outlook.com*), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Isaac Rodríguez Vargas (*isaac@fisica.uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física, Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas.; Outmane Oubram (*Oubram@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

Recientemente se ha demostrado la refracción negativa en grafeno [1]. Para ello es necesario lograr regiones tipo n y p en el material. Si se alternan las regiones mencionadas de manera periódica pueden dar origen a lo que se conoce como zero-k gap [2]. Dicho gap es insensible al tamaño de la celda unitaria y al desorden estructural. En el presente trabajo mostramos que el zero-k gap también puede presentarse en superredes de grafeno que cuenten con una brecha intrínseca. La condición necesaria para el zero-k gap es el contraste entre regiones tipo n y p. En particular, mostramos que el zero-k gap en este tipo de superredes es insensible a los efectos de desorden estructural.

1. S. Chen et al, Science 353, 1522 (2016). 2. L.-G. Wang, S.-Y. Zhu, Phys. Rev. B 81, 205444 (2010).

M10339 **Perovskita 2D $(PEA)_2PbI_4$: Un estudio DFT** Diego Armando Juárez Rosales* (*diegojuarezrosales@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Raul 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; *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 la molécula orgánica Feniletilamonio (PEA), al igual que la RPP, $(PEA)_2PbI_4$. Este estudio se realizó utilizando la Teoría del Funcional de la Densidad, con ayuda del Código Wien2K.

M10343 Cálculos Ab-initio en materiales bidimensionales del grupo II-VI *Citlalli Gabriela Vidales Hernández** (*gabriela_vh@hotmail.com*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; *Raul 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*; **Expositor*.

Con el descubrimiento del grafeno, los investigadores han centrado su atención en el estudio de otros materiales bidimensionales (2D) por sus notables propiedades. Recientemente se encontraron materiales 2D del grupo IV, como el Siliceno, Germaneno, etc. En este sentido, la existencia de materiales 2D del grupo II-VI, ha mostrado tener un carácter semiconductor al igual que sus análogos en tres dimensiones con propiedades más interesantes. El estudio de estos materiales tiene un gran potencial en el ámbito biomédico. Esto en biointerfases para tejidos musculares, prótesis optoelectrónicas de retina, conectores en neuroestimulación, entre otros. Sin embargo, poco se ha estudiado acerca de este grupo de materiales 2D en particular. Nuestro trabajo se centra en la determinación de las propiedades estructurales y electrónicas de los semiconductores CdS , $CdSe$, $CdTe$ en su forma 2D a través de la teoría funcional de la densidad haciendo uso del código Wien2k.

M10346 Distribución estadística del tensor de conductancia en puntos cuánticos caóticos con simetría de reflexión. *Javier Ruiz Rubio** (*al2112008181@hotmail.com*), *Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa*; *Ángel Marbel Argüello* (*blitzkriegheinkel@gmail.com*), *Universidad Nacional Autónoma México*; *Moisés Martínez Mares* (*moi@xanum.uam.mx*), *Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa*; **Expositor*.

En este trabajo estudiamos las transmisiones de modo a modo a través de una cavidad caótica conectada a dos guías de onda cada una con dos modos de propagación. La cavidad presenta simetría de reflexión e invariancia ante reversibilidad temporal. Encontramos diferencias notables en la distribución estadística de las transmisiones cuando la cavidad está en presencia o ausencia de la simetría de reflexión.

M10356 Transporte en Superredes biperiódicas y estados transparentes en grafeno *Jose De Jesus Alvarado Goytia** (*jesus.alvarado@fisica.uaz.edu.mx*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; *Isaac Rodríguez Vargas* (*isaac@fisica.uaz.edu.mx*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; **Expositor*.

En este trabajo se estudia la conductancia a través de superredes biperiódicas en grafeno. Estas superredes cuenta con dos periodos por celda unitaria. Las barreras de potencial se consiguen a través de electrodos metálicos alternados a lo largo de la superred. Se ha empleado una descripción cuántico-relativista para los electrones y el método de matriz para obtener la probabilidad de transmisión y de esta conocer la conductancia. Se analizan las principales características de la conductancia en estas superredes. Asimismo se analiza los estados transparentes en este sistema.

M10396 Cálculos DFT en el estudio de 2D y 3D $Mo(S,Se)_2$ *Fernando Luna Alvarez** (*fereber19@gmail.com*), *Universidad Autónoma de Zacatecas*; *Raul 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*; **Expositor*.

Entre los recientes avances en el estudio de materiales, encontramos los dicalcogenuros de metales de transición (TMDs), ellos han captado gran interés debido a sus posibles aplicaciones en transistores, capacitores, celdas solares, etc. Este trabajo se enfoca en el cálculo de las propiedades estructurales y electrónicas de los TMDs $Mo(S,Se)_2$ en monocapa y volumen. El estudio de estas monocapas es de gran interés debido a sus propiedades mecánicas y electrónicas y su amplias posibilidades de empleo en el mejoramiento de celdas solares de silicio. Nuestros cálculos utilizarán la teoría funcional de la densidad con ayuda del código Wien2K.

M10424 Estudio perturbativo del campo en el interior de guías de onda desordenadas *Dante Ivan Urbietta Maldonado** (*yambo_dium@hotmail.com*), *Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.*; *Miztli Yolotzin Yépez Martínez* (*miztli.yopez@gmail.com*), *Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.*; *Juan José Sáenz Gutierrez* (*juanjo.saenz@dipec.org*), *Donostia International Physics Center*; **Expositor*.

En el presente trabajo se estudia, teórica y numéricamente, la propagación de ondas en guías de onda desordenadas. El estudio se enfoca en el cálculo perturbativo del promedio del campo en el interior de la región desordenada. El resultado teórico muestra que el campo promedio depende de la longitud L del sistema, de la posición x en el interior de éste y de algunas propiedades del desorden microscópico relacionadas con longitudes características

como el camino libre medio ℓ . El presente análisis perturbativo es válido en el régimen balístico $L/\ell \ll 1$, donde estudios previos no describen satisfactoriamente los resultados de simulaciones numéricas. Nuestros resultados teóricos muestran un acuerdo excelente con las simulaciones numéricas realizadas para guías de onda que admiten un modo propagante $N = 1$.

M10438 **Estudio de propiedades estructurales y electrónicas de materiales 2D del grupo III-V** Daniel Rodríguez López* (*sag_da_10@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Raul 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; *Expositor. Debido a las fascinantes y amplias propiedades del grafeno, los científicos comenzaron a estudiar el resto de los materiales bidimensionales (2D) del grupo IV (Si, Ge, Sn, y Pb) y se dieron cuenta que es físicamente posible obtener estructuras con propiedades semejantes, ocasionando que los investigadores presten gran interés a este grupo en particular. Sin embargo, existen pocos estudios en estructuras 2D en semiconductores de otros grupos. En este trabajo nos enfocamos en el estudio de materiales 2D del grupo III-V (AlP, GaAs y InP), para determinar sus estructuras y propiedades electrónicas haciendo uso de la teoría del funcional de la densidad con ayuda del código Wien2k. Por la naturaleza y propiedades de este tipo de materiales, como su flexibilidad y transparencia, son grandes candidatos para la fabricación de transistores, microchips, memorias, etc. En general para el mejoramiento de la electrónica a base del silicio.

M10441 **Transporte a través de un grafo de microondas de tres terminales: analogía de un dispositivo cuántico** Angel Marbel Martínez Argüello (*blitzkriegheinkel@gmail.com*), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; Abdu Rehemanzhang (*rehemanzhang@physik.uni-marburg.de*), Philipps University of Marburg; Moisés Martínez Mares* (*moi@xanum.uam.mx*), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana; José Antonio Méndez Bermúdez (*jmendezb@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Hans-Jürgen Stöckmann (*stoeckmann@physik.uni-marburg.de*), Philipps University of Marburg; Ulrich Kuhl (*ulrich.kuhl@unice.fr*), Université de Nice-Sophia Antipolis; *Expositor.

Guiados por la equivalencia entre conducción eléctrica y transporte de ondas, a través de la formulación de Landauer-Büttiker, un sistema de grafos con tres puertos se usa como equivalente de un dispositivo cuántico de tres terminales. La configuración imita la caída de voltaje a lo largo de un alambre caótico, donde una de las terminales se toma como entrada, otra como salida y una tercera

como sonda de medición. Las mediciones concuerdan con las predicciones teóricas analíticas para las simetrías ortogonal, unitaria y simpléctica, una vez que la disipación y el acoplamiento imperfecto con el sistema se toman en cuenta.

M10449 **Distribución de las fases de la matriz de dispersión en guías de onda desordenadas: influencia de los modos evanescentes** Aurea Nictcha Sánchez Espín* (*aureaespin@gmail.com*), Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.; Esther Sarai García González (*sarape239@gmail.com*), Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.; Miztli Yolotzin Yépez Martínez (*miztli.yopez@gmail.com*), Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.; Moisés Martínez Mares (*moi@xanum.uam.mx*), Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.; *Expositor.

La dispersión que ocurre cuando una onda se propaga a través de un medio desordenado es tan compleja que, observables de realizaciones diferentes del desorden microscópico, difieren drásticamente. Diversos estudios abordan el problema con el formalismo de la matriz de dispersión S , expresada en términos de sus parámetros independientes (representación polar): fases μ , ν y el parámetro radial τ relacionado con el coeficiente de transmisión T . Estudios previos asumen que las fases se distribuyen uniformemente, reduciendo el problema a la obtención de la distribución del parámetro radial τ . El presente trabajo obtiene, numéricamente, la distribución de las fases de la matriz de dispersión de guías de onda desordenadas, las cuales admiten un modo de propagación $N = 1$; los cálculos se realizan considerando un número diferente de modos evanescentes $N' = 0, 1, 2, 3$. En el caso $N = 1$, $N' = 0$ se obtiene que la distribución de las fases no es uniforme.

M10481 **Propiedades de estructura y absorción óptica de $InTaO_4$ y de $InTaO_{4-x}N_x$ dopados con Er e Yb para usarse como fotocatalizadores con luz visible** Pablo De La Mora Y Palomar Askinasy* (*delamora@unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Rafael Puga Lechuga (*jorge.puga.lec@live.com*), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Cruz Puerto (*john_the-rock@hotmail.com*), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México; Gustavo Tavizón Alvarado (*gtavizon@unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Cristina Ramírez Carrillo (*cris0207.juliet@gmail.com*), Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Muestras policristalinas de $In_{1-x}TR_xTaO_4$ ($TR=Er$ e Yb) en el rango $0 < x < 0.20$ fueron preparadas con el método de reacción de estado sólido. Todas las muestras se caracterizaron por difracción de rayos X y los parámetros estructurales se obtuvieron por refinamiento Rietveld. Las

respuestas ópticas de estos compuestos se obtuvieron con espectroscopías de reflectancia difusa en el rango UV-vis para determinar el efecto de los cationes Er e Yb y el anión N en el valor de la brecha prohibida del $InTaO_4$. La estructura electrónica de los compuestos dopados con TR^{3+} y N se calculó con un paquete basado en Funcionales de la Densidad. Con base de los resultados experimentales y teóricos se discute el efecto de estos dopantes en $InTaO_4$

M10494 Síntesis y caracterización de CdSe utilizando el método de depositación por baño químico e intercambio iónico *Jesús Daniel Minjares Borbón (danielminjares11@hotmail.com), Universidad de Sonora; José Gerardo Jurado Larios* (g.jurado.larios@gmail.com), Universidad de Sonora; Ramón Ochoa Landín (rochoal@correo.fisica.uson.mx), Universidad de Sonora; Santos Jesús Castillo (semiconductoress@gmail.com), Universidad de Sonora; Kassim José Mendoza Peña (maestro.kassim.mendoza@gmail.com), Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A. C.; *Expositor.*

El Seleniuro de Cadmio (CdSe) es un semiconductor, que tiene diversas aplicaciones tecnológicas, principalmente, en dispositivos optoelectrónicos. En este trabajo se elaboraron películas delgadas de este material con el objetivo de incorporarlas a una celda solar del tipo CdS/CdSe. Para sintetizar el CdSe, primero se sintetizaron películas delgadas de Carbonato de Cadmio ($CdCO_3$) mediante el método de deposición por baño químico, posteriormente, se introdujeron en una solución de iones selenio (Se^{2-}) para llevar a cabo una reacción de intercambio iónico. El proceso de intercambio iónico se llevó a cabo a temperatura ambiente y a $70^\circ C$ para evaluar el efecto de la temperatura en la formación del CdSe. Para comprobar la obtención de películas de CdSe, se realizaron las caracterizaciones: Absorción UV-Vis, espectroscopia Raman y microscopía electrónica de barrido, con las cuales se comprobó la producción de CdSe y que el aumento de la temperatura favorece el intercambio iónico.

M10512 Comparación de propiedades magnéticas y cristalográficas del superconductor 123 Ytrio Bario Cobre sintetizado por el método de estado sólido y por el método de combustión. *Juan Pedro Del Castillo Valencia* (juanpedrodelcastillo18@hotmail.com), Universidad de Sonora; José Aarón Esquivel Ovilla (joseaaronesq@hotmail.com), Universidad de Sonora; Kassim José Mendoza Peña (maestro.kassim.mendoza@gmail.com), Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A. C.; Eduardo Verdín López (evlopeza@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.*

En la búsqueda de superconductores de alta temperatura crítica se han investigado diversos materiales cerámicos como el superconductor $YBa_2Cu_3O_{6.5}$. En este trabajo se sintetizó este superconductor por el método de estado sólido y por el método de combustión con el objetivo de

comparar sus propiedades magnéticas y cristalográficas en ambos métodos, para así evaluar las ventajas y desventajas de cada uno de estos procedimientos. Las propiedades magnéticas se analizarán por medio de la magnetización en función de la temperatura, mientras que las propiedades cristalográficas se analizarán por medio de difracción de rayos X. Los principales parámetros de comparación serán la temperatura de transición al estado superconductor y la evolución de los parámetros de la celda unitaria.

M10513 Análisis teórico y experimental de la cinética de crecimiento de películas delgadas de CdCO₃ producidas por el método de baño químico *Santos Jesús Castillo (semiconductoress@gmail.com), UNIVERSIDAD DE SONORA; Jesús Mario Limón Fuentes (jesusmaritolimon@outlook.com), UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MÉXICO; Kassim José Mendoza Peña (maestro.kassim.mendoza@gmail.com), Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A. C.; Ramón Ochoa Landín (rochoal@correo.fisica.uson.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; Juan Pablo Olivas Durán* (juanpablo.olivasduran@gmail.com), UNIVERSIDAD DE SONORA; *Expositor.*

El Carbonato de Cadmio ($CdCO_3$) es un material altamente reactivo que puede ser transformado por diferentes métodos para producir dispositivos optoelectrónicos. Para poder utilizarlo en la elaboración de celdas solares es necesario tener control del grosor de las películas producidas lo cual requiere amplio conocimiento de su cinética de crecimiento. En esta investigación se varió el tiempo de reacción de las muestras producidas por el método de baño químico con el objetivo de obtener películas de diferentes grosores. El grosor se obtuvo por microscopía electrónica de barrido mientras que la evolución de la reacción y las propiedades estructurales se determinaron por espectroscopia Raman y Absorción UV-Vis, mostrando la obtención de $CdCO_3$. Con la información obtenida se pretende generar la curva de crecimiento de las películas de $CdCO_3$ para así relacionar su grosor con el tiempo de reacción y además determinar el modelo teórico que mejor describa su cinética de crecimiento

M10538 Solución analítica para electrones y huecos en la red $\alpha-T_3$ bajo radiación electromagnética *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; Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez (piglesias@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; *Expositor.*

En el presente trabajo hemos estudiado el comportamiento de los electrones en la red $\alpha-T_3$ (la cual se interpola entre la red de grafeno y la red de dados) en presencia de una intensa onda electromagnética plana. Se estudiaron los casos de radiación con incidencia normal y en el plano. Escribimos la ecuación de Dirac generalizada para este sistema usando la sustitución $p \rightarrow p - (e/c)A$. En el caso de

incidencia normal encontramos que las funciones de onda satisfacen la ecuación diferencial de Mathieu y consecuentemente mostramos la aparición de un gap en las bandas de energía. En el caso de radiación electromagnética en el plano, usando la teoría de Floquet, calculamos el espectro de energías y mostramos la aparición de un gap. Además, encontramos una expresión para la corriente. De esta manera demostramos que la conductividad en esta red puede ser controlada introduciendo ondas electromagnéticas, induciendo una transición metal-aislante.

M10567 **Aproximación de medio efectivo en el transporte de ondas en sistemas desordenados: un enfoque perturbativo** Juan Francisco Galicia López* (*juangalicia17@gmail.com*), Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.; Esther Sarai García González (*sarape239@gmail.com*), Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.; Miztli Yolotzin Yépez Martínez (*miztli.yepez@gmail.com*), Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.; Juan José Sáenz Gutierrez (*juanjo.saenz@dipc.org*), Donostia International Physics Center; *Expositor.

En el presente trabajo se estudia, teórica y numéricamente, los promedios estadísticos de las amplitudes de dispersión de guías de onda desordenadas, constituidas por dispersores débiles. Mediante un tratamiento perturbativo, se muestra que las amplitudes promedio dependen de la longitud L del sistema desordenado y de algunos detalles microscópicos del desorden relacionados con el teorema óptico y la dispersión recurrente. Se encuentra que, el promedio de la amplitud de transmisión puede describirse mediante la respuesta efectiva de un medio uniforme; sin embargo, el promedio de la amplitud de reflexión sólo puede describirse por una respuesta efectiva, cuando los procesos de dispersión recurrente son despreciables. Para una guía que admite un modo de propagación $N = 1$, las expresiones perturbativas muestran un excelente acuerdo con las simulaciones numéricas.

M10570 **Sistemas multicapa en materiales de gap estrecho. Modelo de Kane** María De La Luz Silba Vélez* (*madelaluzsilbavelez@outlook.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; David Armando Contreras Solorio (*dacs10@yahoo.com.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Rolando Pérez Álvarez (*rpa@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

El refinamiento y mejora en la construcción de sistemas multicapas con diferentes configuraciones motiva el interés en entender su fenomenología, de manera que se puedan proponer sistemas con utilidad potencial. Usualmente, cuando el gap de materiales semiconductores es relativamente ancho el uso del modelo de masa efectiva o de funciones envolventes a una sola banda da buenos resultados. Cuando el gap es estrecho esa clase de modelos ya no es aplicable debido a la interacción entre bandas. Un mo-

delo más adecuado para el estudio de estos sistemas es el modelo de Kane simplificado, el cual considera la interacción entre dos bandas separadas por un gap relativamente estrecho (banda de conducción y banda de valencia). En este trabajo se muestran cálculos del coeficiente de transmisión y determinación de resonancias correspondientes. Para los cálculos realizados recurrimos al formalismo de matrices de transferencia.

M10583 **Propiedades ópticas y eléctricas en nanopartículas de ZnO (Eu +3 , In +3)** Berenice Villaneda Saldivar* (*berenice.villaneda@fisica.uaz.edu.ms*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Verónica Libertad Medina Llamas (*medina.vl23@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Fatima Paloma Reyes Ixta (*fati_4m@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; María Leticia Pérez Arrieta (*lperez@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Felipe Román Puch Ceballos (*frpuch@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Alejandro Puga Candelas (*apuga@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; José Juan Ortega Sigala (*jjosila@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En este trabajo se analiza los cambios en características ópticas y eléctricas en nanopartículas de ZnO dopadas con Eu +3 y In +3 . La síntesis se realizó por el método de Póliol. Las muestras se caracterizaron mediante DRX, MEB, EDS, UV-vis y FL. La estructura cristalina presente todas las muestras fue tipo Wurtzita (hexagonal). Se corroboró la incorporación del dopante Eu +3 . Se observaron morfologías en forma de esferas y barras para ZnO, barras para ZnO:Eu +3 y esferas para ZnO:In +3 . La variación del tamaño de las partículas van de 13 nm - 50 nm. Los anchos de banda obtenidos para ZnO, ZnO:Eu +3 , ZnO:In +3 fueron, $E_g = 3.27$ eV, $E_g = 3.31$ eV y $E_g = 3.29$ eV, respectivamente. En los espectros de FL para ZnO y el ZnO:In +3 se encontró un desplazamiento para la banda de absorción respecto a ZnO, generado por el confinamiento cuántico y el tamaño de partícula.

M10603 **Transporte de ondas en guías de onda desordenadas: anisotropía de las fases de la matriz de dispersión** Miztli Yolotzin Yépez Martínez* (*miztli.yepez@gmail.com*), Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.; Aurea Nictcha Sánchez Espín (*aureaespin@gmail.com*), Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa; Esther Sarai García González (*sarape239@gmail.com*), Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa; Juan Francisco Galicia López (*juan17m@hotmail.com*), Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa; Dante Ivan Urbieta Maldonado (*yamboym_dium@hotmail.com*), Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa; Moisés Martínez Mares (*moixanum.uam.mx*), De-

partamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa; *Expositor.

El estudio del transporte de ondas a través de guías de onda desordenadas, se suele enfocar en el formalismo de la representación polar de la matriz de dispersión $S(\tau, \mu, \nu)$. Las fases μ, ν y el parámetro radial τ (relacionado con el coeficiente de transmisión T), son los parámetros independientes de la matriz S , cuyas distribuciones de probabilidad determinan las propiedades estadísticas del transporte en guías desordenadas. Estudios previos, hacen uso de la hipótesis de isotroía, donde las fases μ, ν se distribuyen uniformemente. En el presente trabajo, se obtienen, numéricamente, las distribuciones de las fases μ, ν para guías de onda desordenadas que admiten un modo de propagación $N = 1$. Los resultados muestran que las distribuciones de las fases evolucionan, con el largo del sistema L , de una bimodal, para sistemas pequeños, a una distribución límite, simétrica pero no uniforme, para sistemas grandes.

MI0614 SURFACE TAMM MODES IN GRAPHENE-BASED PHOTONIC CRYSTALS

Brian Gregorio Lozada* (brianlozada@gmail.com), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Iván Fuentes Cárcomo (ivan.fuentecilla@unison.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; Alejandro Hernández López (alejandrohernandez058@gmail.com), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Jorge A. Gaspar Armenta (jorge.gaspar@unison.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; Martha Alicia Palomino Ovando (marthap@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.

In this work, we report the existence of transverse electric surface modes existing at the interface of semi-infinite graphene-based photonic crystal and homogeneous media. We have considered a photonic crystal where Fermi level periodicity is over imposed along the multilayer. Using the supercell method, we have found that Tamm modes appear in band gaps defined by Fermi level periodicity. We proved that Tamm modes have long propagation length and that they are defined close to an allowed band. Our calculations show that Tamm modes can be switched off/on when Fermi level periodicity is modified, making possible the design of externally tunable waveguides in the THz regime. Calculations have been carried out considering graphene optical conductivity with doping level lying in the range of $0.2 \text{ eV} < \mu < 1.0 \text{ eV}$.

MI0619 TRANSVERSE MAGNETIC PLASMONIC MODES IN GRAPHENE-BASED LAYERED MEDIA

Brian Gregorio Lozada* (brianlozada@gmail.com), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Martha Alicia Palomino Ovando (marthap@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Yesmín Panecatí Bernal (yesminpanecatí_bernal@hormail.com), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA;

Jorge A. Gaspar Armenta (jorge.gaspar@unison.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; Iván Fuentes Cárcomo (ivan.fuentecilla@unison.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; *Expositor.

We analyze the plasmonic modes existing in graphene-dielectric configurations at THz frequencies. We focus in two concrete systems where two and three doped graphene monolayers are set parallel to each other and immersed in homogeneous dielectric; we have found the corresponding dispersion relations and, through numerical computations. We show that the corresponding mode characteristics are tunable as Fermi level is modulated. We depict graphs showing the tunable propagation and decaying length as Fermi level is modulated. Additionally, for the three-layer structure, we explored the supercell method to find the corresponding dispersion relation and analyze its reliability for the three-layer structure. Our work could lead to the design of tunable plasmonic waveguides with working frequencies in the THz regime for optoelectronic technology. We have considered graphene optical conductivity at low temperature and doping level lying in the range of $0.2 \text{ eV} < \mu < 1.0 \text{ eV}$.

MI0621 Estudio de las propiedades ópticas del superconductor $Y_{3x}Sm_{3(1-x)}Ba_5Cu_8O_{18}(0 \times 1)$

Tomás Santillán Gómez* (tomas.santillan@fisica.uaz.edu.mx), universidad autónoma de zacatecas; Felipe Román Puch Ceballos (frpuch@fisica.uaz.edu.mx), universidad autónoma de zacatecas; Hugo Tototzintle Huitle (tototzintle@fisica.uaz.edu.mx), universidad autónoma de zacatecas; María Leticia Pérez Arrieta (lperez@fisica.uaz.edu.mx), universidad autónoma de zacatecas; *Expositor.

Las propiedades ópticas de la familia de superconductores $Y_{3x}Sm_{3(1-x)}Ba_5Cu_8O_{18}(0 \times 1)$ fueron calculadas a partir de la densidad de estados (DEE) de dichas familias de superconductores. El cálculo de las propiedades ópticas se llevaron a cabo con las teorías de Abt et de 1994 y Ambrosch-Draxl y Sofo de 2006, Se requiere una malla densa de valores propios y de los vectores propios correspondientes para construir la matriz de momentos, por lo que se requiere una integración en la zona Brillouin (integración BZ) por lo que el número de puntos k fue de 200. Con esto se calcula la parte imaginaria del tensor dieléctrico. Para la parte real del tensor dieléctrico se utilizaron las relaciones Kramers-Kronig. El método completo se encuentra programado en el paquete WIEN2k el cual fue utilizado.

MI0623 Interfaz de sistemas nanoestructurados electrodo/electrolito para baterías de Li

José Miguel Cervantes Cervantes* (josemiguel.cervantes.gin2013@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional-ESIME Culhuacán; Raúl Oviedo-Roa (oviedor@imp.mx), Instituto Mexicano del Petróleo; Eliel Carvajal Quiroz (ecarvajalq@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional-ESIME Culhuacán; Miguel Cruz Irissón (irisson.ipn@

gmail.com), Instituto Politécnico Nacional- ESIME Culhuacan; *Expositor.

Los ánodos de Si o Ge soportan la fatiga y tienen densidad energética 300 Wh/kg. Pero en la superficie electrodo-electrolito hay reacciones químicas que reducen la energía almacenada. Los electrolitos sólidos resuelven el problema: permiten la movilidad del Li⁺ y son compatibles químicamente con diferentes electrodos. Se estudió, en el marco de la DFT, la compatibilidad estructural, la estabilidad energética y las propiedades electrónicas y magnéticas de los sistemas: SiNWs o GeNWs sobre Li_xLa_{1-x}TiO₃. Los octaedros TiO₆ se distorsionaron dependiendo del electrodo y la concentración de Li. Se enlazaron iónicamente Si-O (Ge-O) y covalentemente Si-Ti (Ge-Ti) en la interfaz. Alrededor del nivel de Fermi, los estados provienen del Si (Ge) y del LaTiO₃; en los sistemas Si (Ge)/Li_xLa_{1-x}TiO₃ esos estados son del Si (Ge) y del canal de espín hacia abajo del Li_xLa_{1-x}TiO₃. Finalmente, todos los sistemas son ferrimagnéticos. Agradecimientos: Proyecto IPN-SIP-2019-6659. J. M. C. agradece a CONACYT

M10636 Propiedades estructurales y electrónicas del fosforeno Alejandro Piñon Reyes* (*alejandropinon@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Raul 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 M. Hernández García (*luismanzh@gmail.com*), Universidad de la Habana; *Expositor.

El fósforo (P) se encuentra en varias formas alotrópicas, una de ellas es el fósforo negro que tiene una estructura por capas en la que cada átomo por capa se encuentra enlazado con tres vecinos. Este material tiene un gran potencial para aplicaciones optoelectrónicas debido a que su gap varía desde 0.3 eV a 1.75 eV dependiendo del número de capas. Los materiales 2D han captado gran interés desde el descubrimiento del grafeno y han sido foco de un gran esfuerzo de investigación. En especial el fosforeno que es una monocapa de fósforo negro, ha logrado despertar gran interés debido a que resultados recientes revelaron que posee propiedades interesantes como alta movilidad de carga y alta absorción óptica y ultravioleta. Nuestro trabajo se enfoca en el estudio de las propiedades estructurales y electrónicas del fósforo negro en volumen y en monocapa con ayuda de la teoría del funcional de la densidad y del código Wien2k.

M10664 Superredes con potenciales de norma no conmutativos Alfonso Moisés Anzaldo Meneses* (*answald@ymail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

Se estudia el transporte electrónico en superredes en campos magnéticos estáticos con componentes no nulas en las tres direcciones y en presencia de acoplamiento spin-órbita tipo Rashba y Dresselhaus lineal. Se muestra que el término cinético del Hamiltoniano se puede re-escribir me-

dante un potencial vectorial no-Abeliano, como el de un sistema con acoplamiento mínimo, pero no conmutativo. Se hacen cálculos analíticos explícitos, mostrando mediante ejemplos la fácil implementación del método.

M10665 Doble perovskita $Sr_{2-x}Nd_xFeMoO_6$, Temperatura de Curie y caracterización magnética. Aranza Valdespino Weber* (*aranzaavalweber@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Estudios Superiores Morelia; Daisy Yvette Torres Martínez (*dytorresmtz@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Oracio Navarro Chávez (*navarro@unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales; *Expositor.

El compuesto Sr_2FeMoO_6 es una doble perovskita medio-metálica; se caracteriza por presentar magnetorresistencia colosal, alta polarización de espín y una temperatura de Curie relativamente alta (450 K); dichas propiedades hacen que este compuesto tenga varias aplicaciones en espintrónica. Con el objetivo de aumentar los electrones itinerantes en el sistema Sr_2FeMoO_6 , y por consiguiente aumentar la temperatura de Curie (T_C), el Sr se ha dopado con Nd. Debido a que el dopaje induce desorden antisitio entre el Fe y el Mo, se introducen pequeñas cantidades de Nd, $x = 0.05, 0.1, 0.15$ y 0.2 . Las muestras obtenidas se caracterizaron por difracción de rayos X, obteniendo una estructura cristalina tetragonal. La morfología observada mediante Microscopía electrónica de barrido (MEB), es homogénea y conformada por agregados de partículas de aproximadamente 100 nm. Por último, se presentan las variaciones en la (T_C), así como en la Magnetización de saturación.

M10666 Transporte electrónico en grafeno con potenciales tipo Yang Mills Alfonso Moisés Anzaldo Meneses* (*answald@ymail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

Se analiza el transporte electrónico en estructuras localmente periódicas de dos o más capas de grafeno superpuestas. El acoplamiento entre las capas es descrito mediante un potencial de norma tipo Yang-Mills y lleva a patrones de energía de tipo Moiré. Se dan ejemplos de cálculos explícitos, que confirman el transporte intercapas e inter-subbandas modulado por el potencial no-Abeliano.

M10694 Películas delgadas de sulfuro de cadmio mediante CBD con citrato de sodio como acomplejante. Roberto Benard Orci* (*benardorci@gmail.com*), Universidad de Sonora; Carlos Alberto Marquez Ibarra (*beto131097@gmail.com*), Universidad de Sonora; Horacio Antolín Pineda León (*horanpile@hotmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

En este trabajo se presentan películas delgadas de CdS (Sulfuro de Cadmio), el cual es un material semiconductor relevante en dispositivos como celdas solares y tran-

sistores. La característica principal de la investigación es determinar su band gap con la técnica UV visible. Para realizar esto, se exploraron investigaciones científicas reportadas dirigidas a obtener películas delgadas de CdS, para reproducirlas y proponer modificaciones a las condiciones iniciales. Las películas se obtuvieron por medio de baño químico, el cual no requiere de herramientas sofisticadas y resulta ser muy económico, con lo que se obtienen películas de buena calidad. También se hicieron caracterizaciones donde pudimos encontrar, mediante las técnicas TEM y XRD, la morfología estructural. Su composición química fue analizada mediante la técnica EDS-TEM. Los resultados fueron compatibles con los reportados en la literatura.

M10695 Películas delgadas de sulfuro de plomo mediante baño químico Carlos Alberto Marquez Ibarra* (*beto131097@gmail.com*), Universidad de Sonora; Roberto Benard Orci (*benardorci@gmail.com*), Universidad de Sonora; Horacio Antolín Pineda León (*horanpile@hotmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

El objetivo de este trabajo es presentar películas delgadas semiconductoras de Pbs, y sus aplicaciones en detectores infrarrojos y transistores, así como en otros dispositivos opto-electrónicos. Uno de los enfoques principales es el determinar su “band gap” a partir de distintas técnicas. para su realización se consultaron investigaciones científicas reportadas para obtener películas de sulfuro de Plomo, Las películas se realizarán por medio de baño químico, el cual es un método fácil de replicar con equipo básico de laboratorio y que resulta económico comparado con otros métodos y como resultado tenemos películas de gran calidad. Se realizaron caracterizaciones donde pudimos encontrar mediante el uso de las técnicas TEM y SEM la morfología estructural y superficial de este material, La cual resultado que coincidía con lo que reportaban otras investigaciones científicas.

M10741 Estudio del acoplamiento magnético presente entre las fases M y X de la ferrita de estroncio altamente porosa Azdrubal Lobo Guerrero Serrano* (*azdlobo@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Fabiola Jacqueline Santos López (*fabiolaajsanlop@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Manuel Mirabal García (*mirabal@mail.ifisica.uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Javier Gustavo Cabal Velarde (*javier.cabal.velarde@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; *Expositor.

Es este trabajo se estudió el comportamiento magnético que exhiben las fases tipo M y X de la Sr-ferrita al ser obtenida con una estructura porosa. Resultados indican un fuerte acoplamiento magnético entre ambas fases y una competencia con los efectos magnetostáticos generados por la alta porosidad. Las muestras se obtuvieron mediante el método de reción en estado sólido, sinterizando a alta temperatura. La caracterización se llevó a cabo

usando las técnicas de difracción de rayos X y refinamiento Rietveld, microscopía de barrido electrónico así como magnetometría de muestra vibrante. Las curvas de distribución de campos de conmutación indicaran la presencia de una fase magnética de baja coercividad, sin embargo, los resultados de difracción de rayos X muestran la presencia de las fases M y X en proporciones similares. Con base en dichos resultados, se determinó que se presenta un acoplamiento de tipo ferrimagnético entre las partículas de las fases M y X en la ferrita de estroncio.

M10758 Temperatura de transición superconductor de una bicapa de borofeno contaminada con magnesio, sometida a presión uniaxial Gerardo Jorge Vázquez Fonseca* (*jorge@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; Yamil Alcarréca Pavón (*yamrreca@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

El llamado surprising superconductor MgB2 es sometido a presión uniaxial en un cálculo de basado en DFT y se observa el cambio en su propiedad superconductor. El modelo teórico consta de dos hojas de borofeno contaminada con átomos de Magnesio (Mg) situados en el centro de hexágonos de grafeno. Tomamos una cobertura M de Mg como la razón de número de átomos de Mg entre el número de hexágonos de borofeno por celda, tomaremos el caso de $M = 2/3$, correspondiente a B6Mg1. Empleamos teoría de funcional de la densidad para obtener nuestros resultados usando para ello el programa Quantum-Espresso. Se optimizó primero la estructura a su configuración de energía mínima. Luego se calcularon los fonones usando respuesta lineal. La temperatura de transición superconductor fue obtenida empleando la fórmula de AllenDynes con $\mu^* = 0.1 - 0.15$. Agradecimientos: Agradecemos el apoyo otorgado por el Miztli, Departamento de Supercomputo, UNAM.

M10768 Conductividad óptica y bandas de energía de una bicapa de Disulfuro de Molibdeno MoS2 Eric Raymundo Garcés García* (*raygarces85@hotmail.com*), TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE IXTAPALUCA; Osiris Salas Torres (*kaled_o7@yahoo.com.mx*), ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA -IPN; Luis Fernando Magaña Solís (*fernando@fisica.unam.mx*), INSTITUTO DE FISICA - UNAM; Fray De Landa Castillo Alvarado (*fray@esfm.ipn.mx*), ESCUELA SUPERIOR DE FISICA Y MATEMATICAS -IPN; *Expositor.

En este trabajo se hace un estudio de primeros principios para calcular las bandas de energía y la conductividad óptica de una bicapa de Disulfuro de Molibdeno MoS2 utilizando la teoría funcional de densidad y la dinámica molecular a 300K y presión atmosférica. Primeramente se obtiene la estructura de mínima energía para la bicapa de MoS2. Posteriormente, se calculan las bandas de energía, las funciones dieléctricas y la conductividad óptica de la bicapa de MoS2. Se encuentra una brecha de energía indi-

recta de 1.27 eV. Para la conductividad óptica se observa que existen tres picos bien definidos, encontramos que la conductividad máxima se observa a 5.5 eV, ubicado en la región de la luz ultravioleta, con un valor de $9.6 \times 10^{15}/s$. Hemos realizado nuestros cálculos utilizando el código de Quantum Espresso, con la aproximación GGA y GGA modificado para interacciones Van der Waals.

M10777 Cinética de Crecimiento de Películas Delgadas de Sm-Fe-O Depositadas por Vapores Químicos de Fuentes Metal-Orgánicas (MOCVD) Uriel Ulises Mérida Toledo* (*umerida@fis.cinvestav.mx*), CINVESTAV-IPN; Nancy Castillo (*nancy@fis.cinvestav.mx*), CINVESTAV-IPN; Agustín Conde-Gallardo (*aconde@fis.cinvestav.mx*), CINVESTAV-IPN; *Expositor.

Se reportó la fabricación de películas superconductoras de $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ mediante procesos de difusión en películas precursoras de Sm-Fe-O crecidas por MOCVD. Pero la cinética de crecimiento de las precursoras no se describe. Dado que la técnica involucra fenómenos que determinan las características de las películas, se debe estudiar la influencia de los parámetros de crecimiento, para establecer que fenómeno domina la cinética. Aquí se reporta la dependencia de la concentración de Fe y Sm en películas depositadas sobre LaAlO_3 y CaF_2 con el flujo de arrastre, la temperatura de evaporación de los precursores y del sustrato. Los resultados indican si la cinética de crecimiento se debe a reacciones en fase vapor, en superficie o a la difusión de los metales hacia el sustrato. El estudio se realiza en una cámara de pared fría horizontal y para precursores de Pentanedionato de Fe y Tetrametilheptanedionato de Sm. La concentración se evalúa por EDS y la topografía por SEM.

M10779 Li containing Endohedral Single Walled carbon nanotubes: DFT study of the structural and electronic properties. Fernando Arcenio Zubietta López* (*fernando_arcenio@hotmail.com*), universidad juarez autonoma de tabasco; Juan Andrés Díaz Celaya (*andresdi988@gmail.com*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Manuel Acosta Alejandro (*Maa690502@gmail.com*), universidad juarez autonoma de tabasco; Filiberto Ortíz Chi (*fortiz666@hotmail.com*), universidad juarez autonoma de tabasco; Srinivas Godavarthi (*godavarthi.srinivas@gmail.com*), universidad juarez autonoma de tabasco; *Expositor.

The doped nanotubes with Li both internally and externally can substantially improve the capacity of Li-ion batteries. We have systematically investigated the geometrical structures, relative stabilities and electronic properties of lithium-doped endohedral single-walled carbon nanotubes (5,0), (6,0), (7,0), (8,0), (7,7), and (8,8) using density functional method. The optimized geometries reveal that Li insertion modifies dramatically affects the structures of the SWCNT. The averaged binding energies, fragmenta-

tion energies, second-order difference of energies, and Mulliken population analysis are investigated as a function of Li concentration. The results show that the charges transfer from the Li atoms to the SWCNT host decreases as the amount of Li increases. In the Zig-Zag nanotubes, a maximum charge transferred from the Li atoms to the orbitals π^* of the SWCNT is observed in the nanotubes armchair there are two maxima produced by the multiple shells of Li.

M10780 Ingeniería de Valles a través de Deformaciones en Grafeno con Distorsión Kekulé Elias Andrade Amezcua* (*elias.andrade@uabc.edu.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Ramón Carrillo Bastos (*ramoncarrillo@uabc.edu.mx*), Universidad Autónoma de Baja California; Gerardo García Naumis (*naumis@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En grafeno una textura de enlaces tipo Kekulé modifica la estructura electrónica de bandas al doblar la zona de Brillouin sobre si misma, trayendo ambos puntos de Dirac a su centro, que dependiendo del tipo de textura puede tener distintos efectos, como la aparición de un gap (Kek-O), o que el grado de libertad del valle se alinee con la dirección de movimiento (Kek-Y). Analizamos los efectos de deformaciones uniaxiales sobre grafeno con distorsión Kekulé. Utilizando la aproximación de amarre fuerte, introducimos las deformaciones por medio de la renormalización de los enlaces y las modificaciones geométricas correspondientes de la zona de Brillouin. Evaluamos numéricamente las relaciones de dispersión y presentamos resultados analíticos en la aproximación de bajas energías. Debido a que la distorsión Kekulé trae ambos valles al centro y las deformaciones los desplazan en direcciones opuestas, proponemos estas deformaciones como un mecanismo para controlar la dispersión intervalle.

M10784 Efecto del recubrimiento de cobre por sputtering en una SrFe12O19 J. H. García-Gallegos* (*j_hazael@hotmail.com*), División de Química y Energías Renovables, Universidad Tecnológica de San Juan del Río; Manuel Mirabal García (*mirabal@mail.ifisica.uaslp.mx*), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; S. Aranda-Espinoza (*aranda@mail.ifisica.uaslp.mx*), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Javier Gustavo Cabal Velarde (*javier.cabal.velarde@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; J. M. Olivares Ramirez (*jmolivaresr@utsjr.edu.mx*), División de Química y Energías Renovables, Universidad Tecnológica de San Juan del Río; A. Lobo-Guerrero (*azdrubal.guerrero@cimav.edu.mx*), Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.

Las ferritas hexagonales no pueden cerrar la brecha con los imanes de tierras raras; sin embargo, cualquier mejora en el rendimiento magnético puede ser tecnológicamente ren-

table si los costos de fabricación se mantienen bajos. Para la modificación de las propiedades magnéticas de las hexaferritas de estroncio (SrFe₂O₁₉) se depositó cobre mediante dos técnicas, la primera fue por electrodeposición obteniendo como resultado una película poco homogénea, la segunda técnica fue mediante un sputtering de pulverización catódica, donde se observó que la película era muy homogénea y regular, mostrando una fuerte interacción y la capacidad para modificar el campo magnético. Esta interacción depende de las características específicas de la deposición del cobre, como la homogeneidad, el espesor y morfología de los granos, mostrando un incremento del campo magnético de aproximadamente el 40% con respecto a la hexaferrita pura.

M10811 Estructura electrónica de puntos cuánticos piramidales de GaAs/AlGaAs *Jesús Hernández Medina** (jesus.hernandez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *José Guadalupe Rojas Briseño* (jgrojas@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Juan Carlos Martínez Orozco* (jcmartinez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Recientemente se ha incrementado el estudio teórico y experimental de los puntos cuánticos, debido a sus propiedades de uniformidad, alta pureza espectral y gran versatilidad de diseño. Uno de los enfoques que ha adquirido mayor relevancia es la investigación de los mismos como complemento en la recolección de energía solar, así como dispositivos optoelectrónicos. En este trabajo se presenta el marco teórico sobre el que resuelve numéricamente la ecuación de Schrödinger 3D, diagonalizando una matriz hamiltoniana (H_{ij}) que modela una estructura de punto cuántico piramidal, de base b y altura $b/3$, y una pirámide truncada permitiendo estimar el comportamiento de la estructura electrónica y niveles de energía del punto cuántico de interés en función de la base de la pirámide. Encontramos que conforme la base de la pirámide aumenta de 10 a 50 nm, los niveles de energía disminuyen y reportamos densidades de probabilidad en diferentes planos en relación a la simetría piramidal.

M10822 Propiedades Electrónicas de ZnO:N *Juan Salas Blanco** (juan.salas@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *María Leticia Pérez Arrieta* (lperez@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Juan Ortiz Saavedra* (jortiz@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *José Juan Ortega Sigala* (jjosila@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Hugo Tototzintle Huitle* (tototzintle@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Ciro Falcony Guajardo* (cfalcony@fis.cinvestav.mx), Departamento de Física, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Institu-

to Politécnico Nacional; *Javier Alejandro Berumen Torres* (jberumentorres@hotmail.com), Coordinación de Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica de Zacatecas; *Fernando Avelar Muñoz* (fernando.avelar@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *José De Jesús Araiza Ibarra* (araiza@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El ZnO es un material semiconductor muy atractivo por sus propiedades ópticas y estructurales. El dopaje con impurezas como nitrógeno, arsénico, plata, entre otras, proporciona características semiconductoras tipo p a dicho material. En este trabajo, se analiza el efecto de la incorporación de impurezas de nitrógeno a diferentes porcentajes de dopado, y el estudio se realiza por análisis AB Initio. Se encuentra que la incorporación del nitrógeno afecta en la región cercana a la banda de valencia, generando una gran cantidad de estados que determina la condición tipo p del semiconductor, lo cual se observa también de forma directa en la estructura de bandas. Asimismo, se hace un estudio de la modificación de la estructura cristalina y se observan en difracción de Rayos X, una predicción de los efectos de la incorporación sustitucional del oxígeno.

M10823 Propiedades electrónicas de ZnO:Ag *Carlos Gerardo Macías Aguilar** (carlos.macias@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *María Leticia Pérez Arrieta* (lperez@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Juan Ortiz Saavedra* (jortiz@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Ciro Falcony Guajardo* (cfalcony@fis.cinvestav.mx), Departamento de Física, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; *Javier Alejandro Berumen Torres* (jberumentorres@hotmail.com), Coordinación de Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica de Zacatecas; *José Juan Ortega Sigala* (jjosila@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *José De Jesús Araiza Ibarra* (araiza@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El dopaje de ZnO con impurezas como plata, litio, arsénico, nitrógeno entre otras, proporciona características semiconductoras tipo p a dicho compuesto, lo cual es de gran interés por sus propiedades eléctricas. En este trabajo, se analiza el efecto de la incorporación de impurezas de plata a diferentes porcentajes de dopado, el estudio se realiza por análisis AB Initio. La incorporación de la plata afecta en la región cercana a la banda de valencia, donde se observa la generación estados accesibles que predice la condición tipo p del semiconductor, aún cuando también genera estados cercanos a la banda de conducción, todo lo cual se observa también de forma directa en la estructura de bandas. Asimismo, se estudia el efecto de la incorporación del Ag en la estructura cristalina y se observan en

difracción de Rayos X, una predicción de los efectos de la incorporación sustitucional del zinc por la plata.

M10842 **Análisis de heteroestructuras cuánticas rectangulares dobles y triples en arseniuros III-V** Rafael De Lira Mauricio* (*rdelira25@gmail.com*), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Angel Del Rio De Santiago (*adelrio22@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

En este trabajo se estudia el comportamiento de pozos cuánticos rectangulares dobles y triples con una heteroestructura de GaAs/AlGaAs expuestos a un determinado campo magnético aplicado perpendicularmente a la dirección de crecimiento, así como un campo eléctrico paralelo a esta, con el fin de discutir posible innovación a la tecnología de dispositivos, ya que este tipo de sistemas tienen aplicaciones en optoelectrónica. En todos los casos, el comportamiento de los niveles de energía permitidos y las funciones de onda son fundamentales para el entender el comportamiento de los dispositivos y/o para proponer posible innovación en los existentes. En este caso se resuelve la ecuación de Schrödinger para la heteroestructura propuesta y se discuten algunas de las aplicaciones de estas como por ejemplo como elementos base para láser de cascada cuántica.

M10843 **Generación de segundo armónico en pozos cuánticos asimétricos de GaAs/AlGaAs GaAs/Al_xGa_{1-x}As bajo el efecto de radiación de láser intenso y campo magnético.** Jimena Pérez González* (*jimena.perez@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Antonio Del Rio De Santiago (*adelrio22@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Las propiedades ópticas de sistemas nanoestructurados son de gran interés para posibles dispositivos optoelectrónicos, en específica la aplicación de campos externos resulta una herramienta útil en la búsqueda de factores que posibiliten la modificación de las propiedades de interés. En este caso reportamos el estudio de la generación de segundo armónico para pozos cuánticos semiconductores de GaAs/AlGaAs bajo los efectos de la aplicación de campo magnético y radiación de láser intensa no-resonante que actúa de manera perpendicular a la interfase. Trabajamos en la aproximación de masa efectiva para el cálculo de la estructura electrónica, y reportamos la generación del segundo armónico como función tanto del campo magnético, así como también del efecto del parámetro de revestimiento α_0 que caracteriza al láser intenso y encontramos que esta propiedad óptica se puede modificar más fácilmente debido a efectos láser intenso que la aplicación del campo magnético.

M10854 **SÍNTESIS Y PROPIEDADES ÓPTICAS DE MATRICES DE ÓXIDO DE GADOLINIO CON INCORPORACIÓN DE TERBIO** Mariacruz Conti Del Castillo* (*mcdc9717@gmail.com*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Martín Rodolfo Palomino Merino (*palomino@fcfm.buap.mx*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; José Eduardo Espinosa Rosales (*pepeespinosa58@gmail.com*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Pablo Marco Trejo García (*pablo.trejogarcia@alumno.buap.mx*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.

A partir de Acetilacetato de Gadolinio se planteó la síntesis de Óxido de Gadolinio con incorporaciones de iones lantánidos de Tb³⁺ para depositarlo en forma de polvos. Posteriormente se caracterizaron ópticamente mediante espectroscopía UV-VIS y fotoluminiscencia. La caracterización estructural se hizo a través de difracción de rayos X. Del espectro de absorbancia se calculó el ancho de banda prohibido para cada una de las muestras, de los espectros de emisión se identificaron las transiciones electrónicas del ion y finalmente se encontró la relación del tamaño de grano con la concentración molar de iones. El presente trabajo es el inicio de la búsqueda del fenómeno "up-conversion" debido a la interacción de la matriz (Óxido de Gadolinio) con las transiciones electrónicas de iones Lantánidos.

M10869 **Estados de excitón en pozo doble asimétrico zinc blenda AlGaIn/GaN** José Guadalupe Rojas Briseño* (*jgrojasbri@gmail.com*), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad esquina Paseo a La Bufa S/N. C.P. 98060, Zacatecas, Zacatecas, México.; Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad esquina Paseo a La Bufa S/N. C.P. 98060, Zacatecas, Zacatecas, México.; 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, Av. Universidad 1001, C.P. 62209, Cuernavaca, Morelos, México.; *Expositor.

En el presente trabajo se reportan las energías de excitón, la energía de enlace y la posición del pico de fotoluminiscencia como función del ancho de uno de los pozos y la concentración de la barrera central en un pozo doble c-AlGaIn/GaN. El trabajo está basado en reportes experimentales con los cuales comparamos nuestros resultados. Las transiciones que tomamos en cuenta son las relacionadas con electrón-hueco pesado (e-hh) y electrón-hueco ligero (e-lh). Encontramos que debido a que los estados de hueco ligero son menos ligados en el sistema como referencia al fondo del pozo, las energías de excitón y de fotoluminiscencia son mayores. Encontramos rangos de excitón directos e indirectos los cuales son más notorios en el caso

de transiciones de huecos pesados. La posición del pico de fotoluminiscencia para diferentes anchos de pozos y distintas concentraciones de aluminio son comparados con resultados experimentales en donde encontramos valores muy cercanos.

M10871 Síntesis y caracterización de matrices de Oxido de Gadolinio con incorporación del ion Erbio 3+ *Ingrid Pérez López** (*ingridperezlea@gmail.com*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Martín Rodolfo Palomino Merino* (*palomino@fcfm.buap.mx*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *José Eduardo Espinosa Rosales* (*pepeespinosa58@gmail.com*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Pablo Marco Trejo García* (*pablo.trejogarcia@alumno.buap.mx*), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.

En este trabajo se sintetizaron muestras en polvo de óxido de Gadolinio a partir de acetilacetonato de Gadolinio con incorporación de lantánidos de Er³⁺. Dichas muestras se sometieron a un tratamiento térmico a 1000°C para posteriormente ser analizadas y comparadas con las muestras sin tratamiento. La caracterización de las muestras se hizo mediante absorbancia, fotoluminiscencia y difracción de rayos X. De ellas se determinó el ancho de banda prohibida, se identificaron las transiciones electrónicas del ion y se determinó el tamaño de grano de cada muestra. Asimismo, se compararon los resultados para obtener una dependencia de la respuesta respecto a la cantidad de dopante.

M10875 “Cálculos de primeros principios del sistema superconductor Nb₂SnC_x a presión atmosférica” *Karla Lorena Sánchez Sánchez** (*karlitasanchezsanchez@hotmail.com*), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO; *Martín Romero Martínez* (*nejopp@gmail.com*), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO; *Raúl Escamilla Guerrero* (*rauleg@unam.mx*), INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO; *María Luisa Marquina Fábrega* (*marquina@unam.mx*), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO; *Raúl Wayne Gómez Y González* (*rgomez@unam.mx*), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO; *Rebeca Sosa Fonseca* (*rebe@xanum.uam.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA. IZTAPALAPA; *Adriana Benítez Rico* (*adriana.benitez@lasalle.mx*), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO; *José Luis Rosas Huerta* (*ralkmy@hotmail.com*), INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO; *Expositor.

En 1970 Nowotny comenzó a estudiar compuestos isomorfos alCr₂AlC; intercambiando el metal de transición; utilizó el (Vanadio), Ti (Titanio), Nb (Niobio), Ta (Tántalo) Zr (Zirconio). Juntos conforman los compuestos denominados M_n+1AX_n donde n=1, 2, 3. Existen más de sesenta fases, dentro de ellas se han encontrado que solamente siete presentan un comportamiento superconductor; las cuales son: Mo₂GaC (T_c = 4 K), Nb₂SC (T_c=5 K), Nb₂AsC (T_c = 2 K), Ti₂InC (T_c = 3 K), y Nb₂InC (T_c = 7.5 K) Ti₂InN(T_c=7.3 K) y Nb₂SnC (T_c = 7.8 K). K. En este trabajo se realizarán los cálculos de primeros principios a través de la teoría de la densidad funcional (DFT) utilizando el código CASTEP; se calculará la densidad de estados electrónicos y constantes elásticas del sistema superconductor Nb₂SnC_x a presión atmosférica. Palabras clave: Superconductividad, MAX, DFT. Agradecimientos: Este trabajo fue apoyado por UNAM-DGAPA-PAPIIT IN115219

M10884 Analisis de la estructura fonónica y electrónica de una monocapa de siliceno *Ivan Felipe Bedoya Trujillo** (*ivan.bedoya@correounivalle.edu.co*), Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo; *Abdul Mauricio Reyes Usuga* (*reyesabdul@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo; *Javier Antonio Montoya Martínez* (*jmontoyam@unicartagena.edu.co*), Universidad de Cartagena; *Oracio Navarro Chávez* (*navarro@unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El silicio ha sido usado como un material industrial desde el último siglo, es la base de diversos dispositivos, cubriendo un amplio rango de aplicaciones tecnológicas. El siliceno, una estructura hexagonal (tipo grafeno) de átomos de silicio, es uno de los materiales bidimensionales más prometedores. La estructura de la monocapa de siliceno es un semimetal no magnético con bandas que se cruzan linealmente, adicionalmente presenta características especiales como el efecto Hall cuántico de espín, un gap modificable mecánicamente y una interacción espín-orbita considerable. En este trabajo se estudia una monocapa de siliceno, especialmente sus propiedades electrónicas y fonónicas, con el fin de validar algunos métodos computacionales basados en la teoría del funcional de densidad, mediante la aproximación de densidad local. Se encuentra el gap electrónico (1.48 meV), las estructuras de bandas y densidades de estado electrónica y fonónica.

M10906 Novedosa propuesta de celda solar de CdS/CdTe basada en múltiples pozos cuánticos de CdHgTe/CdTe *Freyd Ulises Hernández Sánchez** (*freyd.hernandez@fisica.uaz.edu.mx*), UNIDAD ACADÉMICA DE FÍSICA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS; *Carlos Iván Cabrera Perdomo* (*civan0709@gmail.com*), UNIDAD ACADÉMICA DE FÍSICA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS; *Luis M. Hernández García* (*luismanhz@yahoo.com*), Facultad de Física Universidad de La Habana; Da-

vid Armando Contreras Solorio (dacs10@yahoo.com.mx), UNIDAD ACADÉMICA DE FÍSICA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS; *Expositor.

Una vía para disminuir los costos de la energía fotovoltaica es aumentar la eficiencia de las celdas solares. En este aspecto la nanotecnología juega un papel fundamental. Las celdas basadas en pozos, superredes y puntos cuánticos permiten la absorción de fotones adicionales del espectro solar. Estos dispositivos están en pleno desarrollo, desde el punto de vista tecnológico y científico. En este trabajo se presenta una novedosa propuesta de celda solar consistente en una estructura p-i-n de CdS/CdTe donde se inserta en la región intrínseca un sistema de múltiples pozos cuánticos de CdHgTe/CdTe. Se presenta un modelo que permite calcular la fotocorriente en la región intrínseca. Se evalúan las transiciones ópticas en los múltiples pozos cuánticos para luego computar el coeficiente de absorción y la eficiencia cuántica de la región intrínseca. Finalmente se modela y optimiza la fotocorriente en la región de pozos en función de la concentración de Hg, el número de pozos y su ancho.

M10908 Estructura electrónica y coeficiente de absorción óptica para pozos cuánticos dobles asimétricos en GaAs/AlGaAs Brenda Verónica Padilla Teniente* (brenda.padilla@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Juan Carlos Matínez Orozco (jcmartinez@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Entre las características de las heteroestructuras semiconductoras, muy interesantes y diversas tanto por el entendimiento de sus propiedades básicas como por sus posibles aplicaciones, están las propiedades optoelectrónicas. En este trabajo reportamos el coeficiente de absorción intersubbanda para un pozo cuántico rectangular doble asimétrico en las barreras de GaAs/AlGaAs, donde la altura de las barreras están determinadas por la concentración de Al en el rango de concentración de gap directo ($x < 0.4$), para lo cual usamos una expresión de band-offset reportado en la literatura y resolvemos el problema en la aproximación de banda efectiva. Reportamos el comportamiento del coeficiente de absorción como función de los parámetros del sistema y discutimos su posible aplicación en el mecanismo de banda intermedia para celdas solares.

M10911 Síntesis por sales fundidas, caracterización estructural y del campo hiperfino de la doble perovskita (Sr_{1-x}, Y_x)₂FeMoO₆. Raúl Escamilla Guerrero (raulleg@unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM; Raúl Wayne Gómez González (rgomez@unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; María Luisa Marquina Fábrega (marquina@unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; José Luis Pérez Mazariego (mazariego@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Roberto Hinojosa Nava (hinro36@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Karla Lore-

na Sánchez Sánchez* (karlitasanchezsanchez@gmail.com), Facultad de Ciencias, UNAM; Lazaro Huerta Arcos (lazaro@im.unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM; Adriana Benitez Rico (adriana.benitez@lasalle.mx), Universidad La Salle; Rebeca Sosa Fonseca (rebe@xanum.uam.mx), UAM-I; *Expositor.

Las muestras policristalinas de (Sr_{1-x}, Y_x)₂FeMoO₆ con $x = 0.00, 0.10, 0.20$, fueron sintetizadas por el método de sales fundidas [1]. La estructura cristalina se determinó mediante difracción de rayos X y análisis por el método de Rietveld [2]. La espectroscopia Mössbauer se usó para determinar el estado iónico de los iones Fe y los campos magnéticos hiperfinos internos.

[1] M. Romero, R. W. Gómez, V. Marquina, J.L. Pérez-Mazariego, and R. Escamilla, *Physica B*, 443, 90-94 (2014). [2] A. Altomare, M. C. Burla, C. Giacovazzo, A. Guagliardi, A. G. G. Moliterni, G. Polidori, R. J. Rizzi, *Appl. Crystallogr.* 34 (2001) 392.

M10912 Cálculos ab initio de las propiedades estructurales, elásticas y electrónicas del superconductor Nb₃Sn a presión. Raúl Escamilla Guerrero (raulleg@unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM; Raúl Wayne Gómez González (rgomez@unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; María Luisa Marquina Fábrega (marquina@unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Roberto Hinojosa Nava (hinro36@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Karla Lorena Sánchez Sánchez* (karlitasanchezsanchez@gmail.com), Facultad de Ciencias, UNAM; Adriana Benitez Rico (adriana.benitez@lasalle.mx), Universidad La Salle; Rebeca Sosa Fonseca (rebe@xanum.uam.mx), UAM-I; *Expositor.

En este trabajo se presentan cálculos ab initio del compuesto superconductor Nb₃Sn a presión, se hace una optimización geométrica del sistema para obtener sus constantes elásticas usando el código CASTEP [1, 2, 3]. La interacción entre los electrones de valencia y electrones del núcleo se trataron con la aproximación de pseudopotencial y el enfoque de onda plana (PP-PW), bajo la aproximación del gradiente generalizado (GGA) [4]. Se calcularon los parámetros elásticos tales como: el módulo de Young, módulo de corte, razón de Poisson, anisotropías elásticas y la temperatura de Debye para el compuesto estudiados, además de la Densidad de estados electrónicos (DOS) todo a altas presiones. [1] S.J. Clark, M.D. Segall, C.J. Pickard, P.J. Hasnip, M.J. Probert, K. Refson, M.C. Payne, *Z. Kristallogr.* 220 (2005) 220. [2] 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. [3] W. Kohn, L.J. Sham, *Phys. Rev. A* 140

M10927 Cálculo del espectro de bandas de energía para operadores de Schrödinger unidimensionales con interacciones puntuales periódicas tipo δ' . Leticia Olivera Ramírez* (loliverar100@alumno.ipn.mx), Unidad Profesional Interdisciplinaria en Inge-

nería y Tecnologías Avanzadas; Víctor Barrera Figueroa (vbarreraf@ipn.mx), Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas; Vladimir Rabinovich Likhman (vladimir.rabinovich@gmail.com), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica; *Expositor.

El modelo de Kronig-Penney permite describir la estructura de bandas de energía de un sistema unidimensional constituido por un arreglo periódico de iones fijo con los cuales interactúa un electrón. Sin considerar las unidades, este modelo es descrito por el Hamiltoniano

$$\mathcal{H}_\delta = -\frac{d^2}{dx^2} + \sum_{\gamma \in \mathbb{Z}} \alpha \delta(x - \gamma), \quad \alpha \in \mathbb{R}$$

donde los términos singulares $\alpha \delta(x - \gamma)$ representan interacciones que modelan los iones fijos de un cristal unidimensional. El espectro de energías del cristal, tiene una estructura de bandas. Una interacción que no ha sido abordada de forma tan exhaustiva es la interacción δ' . En esta charla abordaremos el cálculo del espectro del Hamiltoniano

$$\mathcal{H}_{\delta'} = -\frac{d^2}{dx^2} + \sum_{\gamma \in \mathbb{Z}} \beta \delta'(x - \gamma), \quad \beta \in \mathbb{R}.$$

y se determinará su estructura de bandas asociada.

[M10928] Caracterización estructural y estudio de las propiedades eléctricas del compuesto $YFeO_3$ dopado con Zn Maurry Solórzano Valencia* (m.solorzano.ujat@gmail.com), UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO; Alejandro Durán Hernández (adural@cnyn.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Richart Falconi Calderón (richart.falconi@ujat.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.

Las ortoferritas de ytrio con tierras raras son compuestos cerámicos muy interesantes desde el punto de vista básico ya que ellos presentan una gran variedad de fenómenos físicos novedosos. Entre estos se pueden citar la coexistencia entre ferromagnetismo y ferroelectricidad, magnetización negativa, reorientación de espín, entre otros. Muchos de estos fenómenos pueden ser sintonizados, debilitados o potencializados mediante la sustitución de cationes en los diferentes sitios cristalográficos de la estructura cristalina. En este trabajo, se sintetizó el sistema $YFeO_3$ dopado con Zn, por reacción al estado sólido, para formar la solución sólida $YFe_{1-x}Zn_xO_3$ ($0 < x < 0.1$). La estructura fue caracterizada por DRX y analizada utilizando el Método de Rietveld. Finalmente se discute y analiza el espectro dieléctrico mediante las medidas de capacitancias y pérdidas dieléctricas en función de la temperatura.

[M10935] ESTUDIO DE HOLLIN DE CARBÓN, M-T, R-T, DRX. Eduardo Verdín López* (eduardo.verdin@fisica.uson.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.

El hollín producido por la quema del gas doméstico en condiciones de poco oxígeno, fue recolectado y analizado por magnetización AC, en modo ZFC, FCC y FCW en un intervalo de temperatura de 280 a 17 K, a partir de una pastilla se midió $R(T)$, del mismo polvo se realizó difracción de RX y se analizó el tamaño del polvo por microscopía electrónica. Los resultados y un análisis preliminar de ellos se muestran en el presente trabajo.

[M10939] Oscilaciones de Rabi en cavidades acústicas acopladas fabricadas a base de silicio poroso Diosdado Villegas (diosdado@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Zorayda Lazcano* (zlazcano@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Luis Octavio Meza (omeza@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jesús Arriaga (arriaga@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo, se diseña una estructura formada por dos cavidades acústicas acopladas fabricadas a base de silicio poroso. El sistema estudiado tanto teórica y como experimentalmente, muestra el análogo acústico del fenómeno conocido como oscilaciones de Rabi. La estructura se fabrica por anodización electroquímica de sustratos de silicio cristalino y la transmisión a través de las muestras se mide utilizando un par de transductores piezoeléctricos y un analizador de redes vectorial. La excitación del sistema de cavidades acopladas con un par de pulsos gaussianos desplazados temporalmente nos proporciona información directa del cambio de signo del campo transmitido después de transcurrido un período completo de una oscilación tipo Rabi. Las simulaciones numéricas se realizaron utilizando el método de la matriz de transferencia. El período de las oscilaciones de Rabi (R) cumple con la condición $R = (t_0 - t_1) = 4$, en analogía con este fenómeno en mecánica cuántica.

[M10940] Condiciones de convergencia introducidas por las ecuaciones de movimiento en un modelo de Stefan de masa constante. Raúl Martínez Rosado* (rrosado@tec.mx), ITESM CEM; Francisco Castillo Aranguren (francast@tec.mx), ITESM CEM; Rubén Darío Santiago Acosta (ruben.dario@tec.mx), ITESM CEM; Ernesto Manuel Hernández Cooper (emcooper@tec.mx), ITESM CEM; José Antonio Otero Hernández (j.a.otero@tec.mx), ITESM CEM; *Expositor.

En este trabajo se estudia una condición de convergencia para la solución del problema de Stefan unidimensional de dos fases, usando un esquema explícito en diferencias finitas. Se ha encontrado que la ecuación de balance térmico en la interfaz introduce una condición extra para la convergencia de la solución, cuando se utiliza un esquema implícito de cuarto orden. En este trabajo se considera un modelo con una ecuación de movimiento adicional a la ecuación de Stefan, que es consecuencia de la conservación

de la masa total del sistema. A través de la conservación de la masa, es posible considerar el efecto de incluir densidades distintas en ambas fases. Al introducir una ecuación de movimiento adicional, se investiga la posibilidad de la existencia de otra condición adicional para la convergencia y estabilidad del método de solución

M10943 **Problema de transición de fase líquido-sólido de un PCM con conservación de masa** *Suset Graciella Rodríguez Alemán** (a01378300@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.*

Se estudia el movimiento de la interfaz líquido-sólido en una muestra unidimensional para grandes intervalos de tiempo con condiciones de frontera homogéneas de Neumann. Se obtienen soluciones numéricas utilizando un Método Híbrido que consiste en aplicar Elementos Finitos (FEM) para la discretización del espacio y un esquema Implícito en Diferencias Finitas para la discretización del tiempo. Se presentan dos implementaciones de FEM: una con funciones de forma de Lagrange cúbicas (FEM-Lagrange) y otra con funciones de forma BSpline cúbicas (FEM-BSpline). Se muestran los saltos que presenta el flujo térmico en las soluciones obtenidas usando FEM-Lagrange y la ausencia de dichos saltos cuando se emplea FEM-BSpline. Se muestran gráficos del movimiento de la interfaz, longitud de barra, masa líquida y sólida y conservación de masa total para ambas implementaciones de FEM.

M10962 **Interacción de partículas cargadas con el campo de plasmones de superficie.** *Merlyn Jaqueline Juárez Gutiérrez** (merlyn.j@icf.unam.mx), *Universidad Autónoma del Estado de Morelos*; *Wolf Luis Mochán Backal* (mochan@icf.unam.mx), *Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor.*

Las tecnologías usuales para aceleración de partículas cargadas requieren dispositivos de gran tamaño y costo. Esto ha motivado investigaciones recientes que exploran tecnologías alternativas para aceleradores que provean haces de electrones de alta calidad, energía y corriente a bajos costos y empleando instalaciones de tamaños reducidos. Por ejemplo, empleando el campo que acompaña a las ondas de plasma que forman la 'estela' que deja un pulso luminoso intenso ultracorto, se ha logrado acelerar electrones hasta energías de GeV sobre una mesa óptica. En este trabajo exploramos el acoplamiento e intercambio de energía entre un electrón y el campo evanescente amplificado de plasmones de superficie en la interface de un buen conductor. Para ello estudiamos procesos para la excitación de dichos plasmones, la amplificación resonante del campo asociado en distintas configuraciones y los procesos para la transmisión de su energía a un haz de partículas

M10964 **Análisis de propiedades ópticas de películas delgadas semiconductoras de CdS y ZnTe crecidas por ablación láser** *David Omar Flores Tavira** (o.f.tavira@gmail.com), *Instituto politécnico nacional*; *Jorge Ricardo Aguilar Hernández* (jrah64@yahoo.com.mx), *Instituto politécnico nacional*; *Rogelio Mendoza Pérez* (rogelio.mendoza@uacm.edu.mx), *Universidad autónoma de la ciudad de México*; *María De Los Ángeles Hernández Pérez* (angeleshp@yahoo.com), *Instituto politécnico nacional*; *Jorge Sastré Hernández* (sastrehj@hotmail.com), *Instituto tecnológico y de estudios superiores de monterrey*; *Patricia Maldonado Altamirano* (pma8410@gmail.com), *Centro de investigación y estudios avanzados*; *Fray De Landa Castillo Alvarado* (fray.castillo@gmail.com), *Instituto politécnico nacional*; *Luis Arturo Martínez Ara* (arturito5552@hotmail.com), *Instituto tecnológico y de estudios superiores de monterrey*; *María Fernanda García Mejía* (fermari_game@hotmail.com), *Instituto politécnico nacional*; *Daniel Carlos Palacios Hernández* (palacios.dan714@gmail.com), *Instituto politécnico nacional*; **Expositor.*

Los semiconductores son conocidos por su aplicación en dispositivos electrónicos, particularmente el sulfuro de cadmio (CdS) y el telurio de zinc (ZnTe) tienen un valor para el ancho de brecha prohibida de 2.44 eV y 2.22 eV respectivamente, esto los hace candidatos para su aplicación en procesos ópticos (cuya radiación esta entre 400 nm y 700 nm). En este trabajo se exponen las propiedades de películas delgadas de CdS y ZnTe. El ancho de brecha prohibida fue calculado utilizando un ajuste en la región lineal del canto de absorción. El análisis por rayos x permitió asociar fases de crecimiento en los semiconductores y observar la naturaleza policristalina del crecimiento. Así mismo se obtuvieron propiedades estructurales de las muestras por medio de los difractogramas obtenidos.

M10975 **Efectos sobre el momento magnético total con la variación del desorden en las dobles perovskitas $Sr_{2-y}La_yFeMoO_6$** *Abdul Mauricio Reyes Usuga** (reyesabdul@iim.unam.mx), *Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo*; *Abdul Mauricio Reyes Usuga* (reyesabdul@iim.unam.mx), *Unidad Morelia, Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM*; *Oracio Navarro Chávez* (navarro@unam.mx), *Unidad Morelia, Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM*; **Expositor.*

Los sistemas ferromagnéticos Sr_2FeMoO_6 se consideran fundamentales para entender los efectos, cuando se dopa, sobre el carácter medio metálico, la disminución del momento magnético total y la temperatura de Curie en compuestos con estructura doble perovskita. En este trabajo presentamos los efectos del dopaje y la formación de antisitios, sobre las densidades de estados electrónica y el momento magnético total del compuesto $Sr_{2-y}La_yFeMoO_6$ cuando $y = 0.25, 0.5, 0.75$ y 1.0 . Encontramos que el efecto de sustituir iones de Sr por La incrementa los portadores de carga en los sitios de Mo introduciendo desorden de antisitio entre los Fe y Mo, cuando el desorden de an-

tisito es muy alto (25%) se pierde el carácter de medio metálico en todas las composiciones.

M10979 Estudios de las propiedades estructurales y electrónicas del nitruro de aluminio usando primeros principios. *Joselyn Ruiz González** (*yosyo1800@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Gregorio Hernández Cocoltzi* (*cocoltzi@ifuap.buap.mx*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Expositor.

Se realizan cálculos de primeros principios para estudiar propiedades estructurales y electrónicas del Nitruro de Aluminio en sus fases zinc-blenda, cloruro de sodio y wurtzita. Empleando el método de ondas planas aumentadas y linealizadas con potencial total (FP-LAPW) dentro de la teoría del funcional de densidad (DFT) tal como está de en el código WIEN2k. Los efectos de correlación e intercambio se tratan usando aproximaciones de densidad local (LDA) y gradiente generalizado (GGA). Se presenta un análisis estructural usando las energías de cohesión en función del volumen, con un ajuste a la ecuación de estado de Birch-Murnaghan. Los resultados muestran una buena correlación con los valores experimentales y cálculos reportados en la literatura. Encontramos que la fase estructural en el estado es la que se predice con otros estudios. Determinamos los parámetros de red. De la estructura de bandas obtenemos el valor de la brecha energética prohibida y reportamos las densidades de estado.

M10988 Estudio de la estabilidad química de la perovskita híbrida $CH_3NH_3PbI_3$ *Daisy Yvette Torres Martínez** (*dytorresmtz@gmail.com*), *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones en Materiales Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México.*; *Aranza Valdespino Weber* (*aranzaavalweber@gmail.com*), *Escuela Nacional de Estudios Superiores, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Bertha Oliva Aguilar Reyes* (*baguilar@im.unam.mx*), *Instituto de Investigaciones en Materiales Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Oracio Navarro Chávez* (*navarro@unam.mx*), *Instituto de Investigaciones en Materiales Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Expositor.

Las perovskitas híbridas representan una nueva y prometedora forma de fabricar celdas solares de alta eficiencia, con las cuales recientemente se ha producido electricidad a partir de la luz solar. Uno de los inconvenientes que presentan estos materiales son la inestabilidad química en las condiciones del medio ambiente. Con el fin de estudiar esta inestabilidad, se ha sintetizado una perovskita híbrida orgánico-inorgánica $CH_3NH_3PbI_3$ (yoduro de plomo y metilamonio); dicho compuesto se obtuvo a partir de una solución 1:1 molar de yoduro de metilamonio y yoduro de plomo (II) en N-N-Dimetilformamida. La solución se depositó en un solo paso en un sustrato de vidrio, utilizando un spin coater. Las películas delgadas de $CH_3NH_3PbI_3$ se

sinterizaron a 140°C durante 2 minutos en condiciones ambientales. Los cambios estructurales de la perovskita que indican degradación se estudiaron mediante difracción de rayos X.

M101014 Efectos de la tensión mecánica sobre la interacción de intercambio entre impurezas magnéticas de vanadio en una nanocinta de grafeno *José Pablo Sosa Lizama** (*jpablo.sosa13@gmail.com*), *Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán*; *Miguel Eduardo Cifuentes Quintal* (*cifuentes.quintal@gmail.com*), *Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional*; *Romeo De Coss Gómez* (*romeo.decoss@cinvestav.mx*), *Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional*; *Expositor.

Las propiedades magnéticas de nanoestructuras basadas en grafeno son de gran interés debido a las potenciales aplicaciones en espintrónica y computación cuántica. Esto ha motivado estudios teóricos, computacionales y experimentales del posible magnetismo en nanocintas, empleando vacancias, impurezas o tensión mecánica. En este trabajo presentamos un estudio de primeros principios sobre los efectos de la tensión mecánica en la interacción de intercambio de impurezas sustitucionales de vanadio en una nanocinta de grafeno con bordes tipo armchair. Encontramos un momento magnético inducido de $1.0 \mu_B$ por átomo de vanadio. La interacción de intercambio se determinó a partir de la diferencia de energía de las configuraciones simétrica (triplete) y asimétrica (singlete) de los momentos magnéticos de los átomos de vanadio. Los resultados son analizados con un modelo tipo RKKY para impurezas magnéticas en grafeno. Este trabajo fue apoyado por el CONACyT a través del Proyecto No. 288344.

M101015 Estructura electrónica y magnetismo de cadenas de oxalato de hierro dihidratado: un estudio de primeros principios *Luis Fernando García Uc** (*lgarcia_hotmail.es*), *Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida*; *Juan Hernández Tecorralco* (*jhdztecorralco@gmail.com*), *Instituto de Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Miguel Eduardo Cifuentes Quintal* (*cifuentes.quintal@gmail.com*), *Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida*; *Romeo De Coss Gómez* (*romeo.decoss@cinvestav.mx*), *Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida*; *Expositor.

La humboltiana es un mineral compuesto por cadenas de oxalato de hierro dihidratado (FeOx) interactuando entre sí mediante enlaces de hidrógeno. La fuerte interacción intracadena y débil interacción entre cadenas, hace posible aislar una cadena del sistema en bulto. Presentamos un estudio de primeros principios de las propiedades mecánicas, electrónicas y magnéticas para las cadenas de FeOx. Estudiamos los estados paramagnético, ferromagnético y

antiferromagnético. Encontramos que la cadena de FeOx es un antiferromagneto semiconductor, en acuerdo con la evidencia experimental para la fase de bulto. Analizamos la estructura electrónica, la distribución de la densidad de espín, los estados de oxidación y el parámetro de intercambio J para el estado base. Los autores L.F.G.U., J.H.T. y M.E.C.Q. agradecen el apoyo otorgado por el Conacyt a través de una beca para estudios de posgrado. Este trabajo fue apoyado por el Conacyt a través del Proyecto No. 288344.

M101023 **Variación del ancho del pozo cuántico de AlGaAs/GaAs para el filtrado de electrones fríos** Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Karen Arely Rodríguez Magdaleno (*karelyrod@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Física; Bernardo Rogelio García Ramírez* (*bernardo.garcia@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Física; *Expositor.

Una propuesta reciente (P. Bhadrachalam et al. Nat. Commun. 10.1038/ncomms5745) para el filtrado del transporte de electrones fríos (del orden de una quinta parte del valor de KBT a temperatura ambiente) usa como elementos básicos un pozo cuántico rectangular formado por dos barreras adyacentes entre la fuente y el drenaje asistido por otro pozo cuántico cuyo fondo tiene una pendiente dada. Aunque nosotros no analizamos el transporte del sistema, podemos estudiar el acople entre los pozos, como función del ancho de las barreras de potencial que permitirían el filtrado de electrones con energías del algunos pocos meV (que equivaldría a temperaturas de 45 K), que es a los que se refiere la referencia citada. Reportamos los niveles de energía de los pozos como función del ancho de las barreras y de la pendiente del pozo cuántico involucrado para entender el mecanismo de filtrado propuesto por los autores, en este caso en heteroestructuras de GaAs/AlGaAs.

M101040 **Electronic optical and transport properties of rare earth atoms co-doped TiO_2 for solar cells application** Abdel Ghafour El Hachimi* (*ag.elhachimi@gmail.com*), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. Electronic structure optical and transport properties of TiO_2 semiconductor doped and co-doped with rare earth (RE=La and Ho) atoms were studied using density functional theory based on full-potential linear augmented plane wave (FP-LAPW) method and implemented in Wien2k code. In this approach the modified Becke Johnson (mBJ) was used for exchange-correlation potential V_{xc} . Results showed that substitution of RE ions into TiO_2 induce band states in the band gap. Moreover, effects of co-doping in Ti or O atoms on the crystal structure affects also not only their electronic structure but also optical properties such as absorption coefficient, reflection refraction index and transmittance, the results indicate

that rare earth co-doping atoms enhance optical properties of TiO_2 pristine. Also we checked the transport properties in order to enhance also the conductivity of the material. Finally, our calculations may provide a basis for future applications for solar cells domain.

M101048 **Estudio de la Teoría Funcional de la densidad al cálculo de propiedades electrónicas aplicado a materiales** Ana Dibert* (*ana.dibert@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Gerardo Martínez Guajardo (*germtz36@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Leo Alvarado Perea (*leoap@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Juan Manuel Rivera Juárez (*jmriviera@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

Los fundamentos teóricos de la teoría de la funcional de la densidad (DFT, por sus siglas en inglés) fueron dados por Kohn y Hohenberg que demostraron que la energía es un funcional de la densidad. También demostraron que a partir de la teoría del funcional de la densidad es posible escribir una ecuación para orbitales de una partícula, de los cuales se obtiene la densidad. Esta teoría ofrece un procedimiento variacional alternativo a la solución de la ecuación de Schrödinger, ya que resuelve el problema para un sistema de muchos cuerpos. Debido a que calcula las propiedades electrónicas a partir de la densidad tridimensional de las nubes electrónicas del sistema. La teoría de la funcional de la densidad se basa en los teoremas de Kohn y Hohenberg y las ecuaciones de Kohn-Sham. Usando esta teoría se estudiarán las propiedades electrónicas de materiales cristalinos mesoporosos.

M101062 **Absorción Óptica Básica del Nd en Monolitos de SiO_2 , Preparados por la Técnica sol-Gel** Marisol Gómez Miranda* (*marisol.gomez.miranda@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; Ana María Soto Estrada (*marisol.gomez.miranda@gmail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; Rebeca Sosa Fonseca (*rebe@zanum.uam.mx*), Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.

En el presente trabajo se presenta y se analiza los espectros de absorción básicos de iones de neodimio trivalente incorporado en monolitos de óxido de silicio (SiO_2), por la técnica sol-gel. Se identificaron ocho transiciones desde el estado base $^4I_{9/2}$, a los distintos estados excitados. Las observaciones espectroscópicas coinciden muy bien con los resultados reportados en la literatura.

M101072 **Sistema Magnético vs sistema de partículas en red unidimensional** José Guillermo Martínez Herrera* (*martinezguillermo@estudiantes.fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; Miguel Ángel Solís Atala (*masolis@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.

Usando el ansatz de Bethe se resolvió el sistema ferromagnético de M espines descrito por el Hamiltoniano de Heisenberg anisotrópico (modelo XXZ) en una dimensión con condiciones de frontera periódicas. Considerando las excitaciones del sistema como suedopartículas (magnones), se obtuvieron las expresiones correspondientes para la energía y la magnetización del sistema magnético en el límite termodinámico. Usando el hecho de que los Hamiltonianos de los sistemas magnéticos y los sistemas de partículas en red son isomorfos, como fue descrito por primera vez por Matsubara y Matsuda [1], los resultados obtenidos para el sistema de espines en una dimensión se utilizaron para describir el sistema de partículas bosónicas interactuantes depositadas en una red unidimensional.

[1] T. Matsubara y H. Matsuda, *Progress of Theoretical Physics* **16**, 6 (1956).

Agradecemos el apoyo a través de la beca de doctorado de CONACyT y del proyecto PAPIIT-IN110319

MI101083 **Predicción de las propiedades estructurales y electrónicas de una fase cristalina del $ZrTiO_4$: un estudio DFT** Lenin Badal Torres* (*lennyn.badal@gmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología Aplicada de Tabasco; Claudia Guadalupe Espinosa González (*cgespinosa@conacyt.mx*), CONACyT-Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología Aplicada de Tabasco; Srinivas Godavarthi (*godavarthi.srinivas@gmail.com*), CONACyT-Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología Aplicada de Tabasco; José Gilberto Torres Torres (*gilberto.torres@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología Aplicada de Tabasco; Edgar Martínez Guerra (*edgar.martinezgrr@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Miguel Eduardo Cifuentes Quintal (*miguel.cifuentes@cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Filiberto Ortiz Chi (*fortiz@conacyt.mx*), CONACyT-Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología Aplicada de Tabasco; *Expositor.

La búsqueda de sistemas catalíticos superiores ha motivado la investigación y desarrollo de nuevos soportes. En esta línea, el titanato de zirconio ha sido propuesto como una alternativa a los óxidos simples basados en titanio y zirconio. Por otro lado, es conocido que la estructura cristalina juega un papel determinante en las propiedades catalíticas de los óxidos. Así, en este trabajo presentamos una nueva fase cristalina del titanato de zirconio determinada con el método de predicción de estructura cristalina evolutiva USPEX. Los cálculos estructurales están basados en la teoría del funcional de la densidad y el método proyector de ondas aumentadas. Encontramos una fase monoclinica centrada en la base de composición estequiométrica $TiZrO_4$, cuya estabilidad dinámica fue comprobada

mediante el cálculo de su dispersión fonónica. Nuestros resultados son de potencial interés para futuros estudios enfocados a la mejora de soportes catalíticos basados en óxidos mixtos.

MI101105 **Transiciones infrarrojo en pozos cuánticos dobles semiconductores con potencial de Kratzer** Ricardo León Restrepo Arango (*ricardo.restrepo@eia.edu.co*), Universidad EIA; Walter Antonio Ospina Muñoz (*wospina@gmail.com*), Universidad EIA; Fatih Ungan (*fungan@cumhuriyet.edu.tr*), Sivas Cumhuriyet Üniversitesi; Juan Carlos Martínez Orozco* (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de México; Miguel Eduardo Mora Ramos (*memora@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Álvaro Luis Morales Aramburo (*alvaro.morales@udea.edu.co*), Universidad de Antioquia; Carlos Alberto Duque Echeverri (*cduque_echeverri@yahoo.es*), Universidad de Antioquia; *Expositor.

Se presentan los cálculos teóricos de las transiciones inter-sub-banda para un electrón en un pozo cuántico doble de AlGaAs/GaAs con potencial de Kratzer en el centro de la heteroestructura. Seguimos las reglas de selección para garantizar que las transiciones sean las permitidas de acuerdo con los elementos de matriz de dipolo para una polarización de luz en la dirección de crecimiento del pozo cuántico doble. Los resultados se dan como dependientes del ancho de las barreras y del ancho de los pozos dobles acoplados, respectivamente. Se discuten los efectos de la variación de la concentración de Aluminio en las barreras de sobre las transiciones y en los coeficientes de la absorción óptica. Las transiciones corresponden a frecuencias del infrarrojo.

MI101125 **Generación de luz blanca modulable en el sistema vítreo fosfato de zinc activado con Ag y Sm** Rosario Libertad Cruz Flores* (*rosario.cruz@alumno.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Abraham Nehemías Meza Rocha (*abraham.meza@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Omar Soriano Romero (*lancelot201006330@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Rosendo Leovigildo Lozada Morales (*rlozada@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Se realizó un estudio sistemático de las propiedades luminiscentes del sistema vítreo $ZnO - P_2O_5$ impurificado con 3 mol% de Ag^+ y Sm^{3+} con el fin de obtener luz blanca modulable. Los patrones de difracción para el sistema no presentan picos de difracción de alta intensidad, estableciendo la naturaleza amorfa de los vidrios. A partir de los espectros de FTIR sugieren una simetría atómica local de tipo tetraédrica. De forma similar a partir de la espectroscopia Raman se obtienen las bandas fotónicas asociadas a $P - O - P$ y PO_2 . Los espectros de absorción óptica despliegan bandas asociadas a Ag^+ y Sm^{3+} , observando un crecimiento sistemático en las bandas asociadas al sama-

rio a medida que incrementa la concentración, de forma contraria para la banda asociada a la plata se observa una atención a partir de una concentración de samario de 0.4 mol%. Los espectros de emisión presentan bandas asociadas a Ag^+ y al Sm^{3+} , evidencia la transferencia de energía de Ag a Sm.

M101148 Efectos de la expansión térmica y de los cambios en la densidad inducidos por presión en la energía absorbida por un material de cambio de fase confinado José Antonio Otero Hernández* (*j.a.otero@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México; Ernesto Manuel Hernández Cooper (*emcooper@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México; *Expositor.

En este trabajo, se muestra que para incluir los efectos de la expansión térmica durante la fundición de la fase sólida en el régimen isocórico para un material de cambio de fase, el balance de masa y energía térmica en la interfaz depende de los cambios de densidad inducidos por los gradientes de presión y temperatura. Acoplando una ecuación propuesta de balance de masa y energía en la interfaz, con la conservación de la masa total del sistema, es posible incorporar los efectos de la expansión térmica en la energía absorbida por el material de cambio de fase, cuando este se encuentra confinado. El modelo propuesto, se resuelve mediante un método semi-analítico, cuyas soluciones presentan diferencias significativas al compararse con las soluciones de modelos recientemente propuestos en la literatura. Finalmente, se presentan resultados donde se analiza la energía térmica absorbida por el material de cambio de fase, desde el régimen isobárico hasta el régimen isocórico.

M101150 Rendimiento térmico de un material de cambio de fase debido a la formación de varios frentes ocasionados por las oscilaciones de la temperatura diaria Ernesto Manuel Hernández Cooper* (*emcooper@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México; Rubén Darío Santiago Acosta (*ruben.dario@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México; José Antonio Otero Hernández (*j.a.otero@tec.mx*), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México; *Expositor.

La dinámica de la interfaz líquido-sólido o frente, así como el flujo térmico neto a través de un material de cambio de fase (MCF) se obtiene al considerar temperaturas ambientales que oscilan alrededor del punto de fusión del material. En este trabajo se estudian los efectos de las condiciones periódicas de la temperatura ambiente, en el rendimiento térmico del MCF. Estos efectos tienen un impacto significativo cuando la temperatura ambiental oscila alrededor de la temperatura de fusión del MCF. Dependiendo del promedio diario de la temperatura ambiente y

de la amplitud de las oscilaciones, se muestra que pueden observarse dos o más frentes de manera simultánea, y esto afecta el flujo neto de calor a través del MCF. Finalmente, se determinan algunos criterios de diseño en aplicaciones de aislamiento térmico, para optimizar el rendimiento del MCF.

M101216 Estructura electrónica y magnetismo en cintas de Fe-porfirina fusionadas: un estudio de primeros principios. Ana Mariel Hoyos García* (*ana.hoyosg@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Yucatán; Miguel Eduardo Cifuentes Quintal (*cifuentes.quintal@gmail.com*), Departamento de Física Aplicada, Cinvestav-Mérida; Romeo De Coss Gómez (*romeo.decoss@cinvestav.mx*), Departamento de Física Aplicada, Cinvestav-Mérida; *Expositor.

Los materiales basados en metaloporfirinas son de interés en el campo de la electrónica molecular. En este trabajo, presentamos un estudio basado en la Teoría del Funcional de la Densidad de las propiedades estructurales, electrónicas y el magnéticas de cintas de hierro-porfirinas (CFeP) fusionadas. Los cálculos se realizaron con la aproximación del gradiente generalizado para el funcional de intercambio-correlación. La energética muestra que los estados ferromagnético y antiferromagnético están casi-degenerados, mientras que el estado no-magnético tiene mayor energía. Analizamos la estructura electrónica y la distribución de densidad de espín para determinar el tipo de interacción magnética de los átomos de Fe. Este trabajo fue apoyado por el Conacyt-México a través del Proyecto No. 288344. Los autores agradecen los recursos de cómputo proporcionados por ABACUS: Laboratorio de Matemática Aplicada y Cómputo de Alto Rendimiento del Cinvestav, Proyecto CONACYT-EDOMEX-2011-C01-165873.

M101233 Fotocorriente en heteroestructuras de grafeno/h-BN Carlos Iván Cabrera Perdomo* (*civan0709@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; David Armando Contreras Solorio (*dacs10@yahoo.com.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Agustín Enciso Muñoz (*aenciso@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Rolando Pérez Álvarez (*rpa@uaem.mx*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Luis M. Hernández García (*luisman@fisica.uh.cu*), Universidad de La Habana; *Expositor.

En este trabajo se estudian heteroestructuras de grafeno/h-BN para convertir eficientemente la energía de la luz en excitaciones electrónicas. Simulamos la probabilidad de ocupación de portadores bajo régimen estacionario en grafeno dopado. Se resuelve la ecuación de transporte de Boltzmann (BTE) bajo radiación solar. En nuestros cálculos se consideran los mecanismos de dispersión electrón-electrón y dispersión electrón-fonones acústicos y ópticos. Usando la solución numérica de la BTE, estudiamos la influencia del nivel de dopaje en las propiedades

del grafeno excitado ópticamente. La fotocorriente se calcula en heteroestructuras de grafeno/h-BN. Se muestra que la densidad de portadores generados y la fotocorriente dependen fuertemente del dopaje. La contribución de cada capa de grafeno a la densidad de fotocorriente total se examina a través del elemento matricial de transición. Se discute el efecto del conjunto de capas de grafeno y su alineación rotacional en la fotocorriente.

MI101264 Efecto de la forma del agujero central de un anillo nanoscópico sobre sus propiedades espectrales *J. C. Martínez-Orozco* (jcmartinez@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; J. F. Torres (willigun@gmail.com), Escuela de Física, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.; W. Gutierrez (willigun@gmail.com), Escuela de Física, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.; *Expositor.*

Se analizó el efecto de la forma del agujero central de un anillo cuántico semiconductor bidimensional nanoscópico sobre el espectro de energía de un electrón en presencia de un campo magnético externo perpendicular al plano de la estructura. El sistema se modeló utilizando la ecuación de Schrödinger en el marco de la aproximación de la masa efectiva, y se resolvió mediante el método de elementos finitos. Se consideraron tres morfologías diferentes para el agujero del anillo generadas mediante la ecuación de una superelipse: una perfectamente circular, una cuadrada y un astroide. Estas geometrías permitieron observar el importante papel que tiene la concavidad del contorno del agujero central sobre la localización electrónica y por lo tanto sobre las oscilaciones Aharonov-Bohm. Los resultados demuestran, con claridad, que la localización electrónica se incrementa para agujeros que presentan algún grado de concavidad, dando lugar a la formación de un espectro con estructura molecular.

MI101266 Diseño de experimentos de síntesis de grafeno sobre Pd mediante depósito químico de vapor *Francisco Miguel Ascencio Aguirre (fascencio@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Carlos Borja-Hernández (carlos95espacial@hotmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Laura Natalia Serkovic Loli (serkovic@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Tania Zanatta-Martínez* (taniazm@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Andrés Rafael Botello Méndez (botello@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Andrés Gutiérrez-Valdés (agutierrez_v1976@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Bianca Saraim Zavalza Arellano (bianca7classical@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Irene Guadalupe Quiterio Pérez (irene_0497@ciencias.unam.mx), Facultad de*

*Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Gracias a sus propiedades y múltiples aplicaciones, el grafeno se ha convertido en un importante objeto de estudio. El depósito químico de vapor (CVD) es una técnica usada para la producción de grafeno de grandes áreas. Aunque este método ha impulsado los estudios de grafeno en sustratos específicos como Cu y Ni, la síntesis de grafeno en otros sustratos como el paladio, aún no está completamente estudiada. En este trabajo, se presenta un diseño de experimentos para desarrollar un protocolo de síntesis de grafeno vía CVD sobre láminas de Pd. Para determinar la calidad y el área de las capas de grafeno se realiza un estudio de microscopía electrónica de barrido en combinación con espectroscopía Raman y, analizando estos resultados, se pretende optimizar las condiciones de crecimiento para el grafeno sintetizado. Se agradece el apoyo económico de los proyectos PAPIIT IA102217, PIIF 2017, 2019 y el apoyo técnico de Cristina Zorrilla en los espectros Raman.

MI101299 Efectos de presión hidrostática y campo eléctrico en el coeficiente de absorción óptico lineal en pozos cuánticos dobles asimétricos en GaAs/AlGaAs *Belen Eugenia Maldonado Villa* (belen.maldonado@fisica.uaz.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE ZACATECAS; Karla Arely Rodríguez Magdaleno (karelyrod@uaz.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE ZACATECAS; Juan Carlos Martínez Orozco (jcmartinez@uaz.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE ZACATECAS; *Expositor.*

En este trabajo, se estudia el efecto que tiene la presión hidrostática y el campo eléctrico aplicado en la dirección de crecimiento sobre la estructura electrónica y en el coeficiente de absorción intersubbanda. El cálculo de las propiedades de interés se realiza dentro de la teoría de masa efectiva considerando las dependencias con la presión hidrostática en la masa efectiva, la constante dieléctrica relativa, así como en los anchos del sistema y en las alturas de las barreras de potencial, el término del campo eléctrico se considera directamente en el Hamiltoniano del sistema. Se encuentra que el efecto general de la presión hidrostática presenta una disminución en las alturas de las barreras, así como en los anchos de los pozos, lo cual produce un ligero corrimiento al rojo en el coeficiente de absorción; en cambio, el efecto del campo eléctrico permite sintonizar en diferentes regiones la posición del pico resonante.

MI101314 ESTUDIO TEÓRICO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES Y ELECTRÓNICAS DE ZrO₂ TETRAGONAL Y LA APLICACIÓN EN CATALISIS *Karina Gabriela Madrigal Carrillo* (karina.madrigal79@gmail.com), IPN Escuelas Superior de Física y Matemáticas; Juan Ignacio Rodríguez Hernández (jirodriguez@ipn.mx), IPN Escuelas Superior de Física y Matemáticas; *Expositor.*

El uso de zirconia sulfatada (SZ) y zirconia tungstata (WZ) ha atraído interés debido a su alta actividad para la isomerización de n-alcenos. En este trabajo, realizamos un estudio DFT de la superficie con dirección [101] de la zirconia tetragonal, analizando la estructura y las propiedades electrónicas de estos materiales cristalinos. La superficie se modela cortando un cristal perfecto de ZrO₂ tetragonal en la dirección [101], considerando esta dirección la más estable, la superficie exhibe una terminación compuesta por átomos de oxígeno. La adición de un átomo de H a la superficie, permite analizar la energía de protonación de la estructura y su aplicación en las propiedades catalíticas de ZrO₂. La actividad, la selectividad y la estabilidad dependen del tamaño, la composición, la forma y el entorno del ZrO₂ para la inclusión de grupos de WO₃ en WZ. Los resultados muestran que las propiedades estructurales y electrónicas de ZrO₂ están influenciadas por el acabado de la superficie

M101317 Propiedades estructurales y electrónicas de la monocapa de disulfuro de molibdeno pura y dopada Omar Alejandro Alvarez Gonzaga* (*agonzagalex@gmail.com*), Escuela Superior de Física y Matemáticas - Instituto Politécnico Nacional; Juan Ignacio Rodríguez Hernández (*jirodriguezh@ipn.mx*), Escuela Superior de Física y Matemáticas - Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

El hidrógeno como combustible es una de las grandes opciones a considerar como una fuente alterna de energía. Su obtención es uno de los principales problemas, ya que se necesita mucha energía para sustrarla del agua por electrólisis. El disulfuro de molibdeno se ha utilizado y caracterizado como catalizador para la reacción de evolución del hidrógeno (HER). En este trabajo, aplicamos métodos de primeros principios basados en la teoría de la densidad funcional (DFT) para obtener las propiedades estructurales y electrónicas de una monocapa de disulfuro de molibdeno pura (1H-MoS₂) y dopada de manera sustitucional con zinc (relación 15: 1). Calculamos las propiedades estructurales, electrónicas y de absorción de hidrógeno de estos sistemas. Entre otros resultados, encontramos que la brecha de banda del sistema dopado (0.08 eV) se reduce en un 95% con respecto al sistema puro (1.75 eV).

M101319 Fabricación de un equipo de Spray pirolisis para el depósito de SnO₂ Antonio Del Río De Santiago (*adelrio22@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Rosario Rocío García Rocha (*yo_fr7@hotmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Luis Octavio Solís Sánchez (*lsolis@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma De Zacatecas; Gerardo Jafet González Loera* (*jafetstart4@gmail.com*), Universidad Autónoma De Zacatecas; Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma De Zacatecas; Flavio Manuel Nava Maldonado (*flavionava@uaz.edu.mx*), 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 utilizará el método de spray pirolisis para la obtención de películas delgadas de Óxido de Estaño, con el fin de estudiar sus propiedades y analizar las ventajas que se tiene trabajar con este material, principalmente como película conductora transparente. 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 rocío 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 150cm².

M101321 Modelado teórico-numérico de la respuesta óptica de películas delgadas rugosas y comparación con resultados experimentales. Adrián González Quiterio* (*adriangonzalez977@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Alberto Polito Lucas (*jpolito@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Valentín García Vázquez (*lema@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; Ana Lilia González Ronquillo (*anagr@ifuap.buap.mx*), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En el presente trabajo, mediante el uso de la aproximación de dipolo discreto y con ayuda de imágenes por microscopía de fuerza atómica, se logró explorar el efecto de la rugosidad y grosor de películas sólidas delgadas sobre su respuesta óptica. Mostramos resultados teórico-numéricos de la reflectancia, transmitancia y absorbancia de películas delgadas de Al y Nb con grosores menores a 1 micra. Los resultados son comparados con datos experimentales de películas delgadas depositadas por la técnica de magnetron sputtering. La reflectancia de las películas es confirmada y determinada cuantitativamente por el modelo teórico-numérico. Las muestras estudiadas fueron obtenidas variando diversos parámetros de crecimiento y presentan diferentes espesores y topografías. También, se presentan los espectros experimentales de reflectividad en el rango UV-Vis-IR para luz incidente polarizada s y p obtenidos a 30, 45 y 60 grados.

M101363 ESTUDIO TEÓRICO SOBRE MATERIALES PARA LA ADSORCIÓN DE HIDRÓGENO Hector Daniel Morales Rodríguez* (*hdan.acdc@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Juan Ignacio Rodríguez Hernández (*jirh73@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

En este trabajo presentamos un estudio teórico sobre las propiedades estructurales, electrónicas y catalíticas de los materiales para la adsorción de hidrógeno. Se estudian materiales basados en monocapas de sulfuro de molibdeno para mejorar la reacción de evolución del hidrógeno. Realizamos cálculos basados en DFT (Teoría de la funcionales de la densidad) para encontrar la estructura del estado base de las monocapas de sulfuro de molibdeno y las monocapas de sulfuro de molibdeno dopadas con cobalto y manganeso. El enlace átomo-átomo de sulfuro de molibdeno puro y dopado se analiza utilizando QTAIM, se encontró que en el Sistema dopado de sulfuro de molibdeno podemos crear enlaces no covalentes entre los átomos de hidrógeno y la monocapa. Realizamos cálculos de estructuras de bandas de los sistemas puros y dopados y mostramos que al dopar el sistema podemos disminuir el GAP. Mostramos que dopar la monocapa de sulfuro de molibdeno aumenta las propiedades catalíticas.

MI01368 **Depósito por adsorción y reacción sucesiva de capa iónica de SnO, para aplicaciones fotovoltaicas** Antonio Del Río De Santiago* (*adelrio22@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Karla María Méndez Martínez (*mendez.karlaa@outlook.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Flavio Manuel Nava Maldonado (*flavionava@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma De Zacatecas; Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmartinez@uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma De Zacatecas; Marlen Hernández Ortiz (*mar_h2o@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; David Armando Contreras Solorio (*dacs1015@gmail.com*), Universidad Autónoma De Zacatecas; *Expositor.

El estudio y depósito de películas conductoras transparentes es un campo activo de la física y la química, para su uso en dispositivos electrónicos, como televisores de pantalla plana, celdas solares y recubrimientos de parabrisas. 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. En este trabajo implementamos la técnica adsorción y reacción sucesiva de capa iónica (SILAR) 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 SnO depositadas sobre el vidrio, con el objetivo de utilizar este material para los propósitos antes mencionados, logrando una conductividad promedio de 0.392 cm^{-1} .

MI01395 **ESTUDIO TEÓRICO DE PROPIEDADES ESTRUCTURALES Y ELECTRÓNICAS DE SUPERFICIE Y CLUSTERS DE TRIÓXIDO DE TUNGSTENO** Emiliano Dorantes Hernández* (*emilianodornandez@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Juan Ignacio Rodríguez Hernández (*jiroh73@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

El proceso hidrorización de hidrocarburos es ampliamente utilizado en la producción de gasolinas y petroquímicos. Ácidos sólidos tales como catalizadores de circonia sulfatada (SZ) y circonia tungstenada (WZ) han atraído un gran interés debido a su alta actividad y selectividad para los procesos de isomerización de n-alquenos. En este trabajo se realizará un estudio teórico acerca de la hidrorización del n-hexano al 2,2-dimetil-butano usando platino soportado en catalizadores de circonia tungstenada (Pt/WZ) dopado con átomos de hierro, el objetivo principal será el estudio de las propiedades catalíticas de superficie y cluster del trióxido de tungsteno. La estructura en bulto, superficie y clusters del WO₃ se realizarán utilizando el software comercial Amsterdam Density Functional (ADF) y su paquetería BAND, todos los cálculos en este trabajo fueron realizados bajo la teoría de los funcionales de la densidad (DFT).

MI01432 **Propiedades mecánicas de nanotubos de dicalcogenuros de metales de transición** Luis Mario Zepeda Guzmán (*luis.zepedagu@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Guillermo Sánchez Almanza (*guillesan96@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Sergio Javier Mejía Rosales* (*sergio.mejiars@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Se presentan resultados basados en simulaciones de dinámica molecular, de sistemas de nanotubos de dicalcogenuros de metales de transición, del tipo MX₂ (M = Mo, W, Nb, Ta, Ti, Re, y X para Se, S, o Te). Las interacciones atómicas son modeladas a través del potencial Stillinger-Weber, con una parametrización debida a Jiang. Los nanotubos son sometidos a tensión a una temperatura cercana a cero, y a 300 K. Se calculan las curvas stress-strain y módulos elásticos, y se investiga el efecto de defectos en el arreglo atómico. Se compara el comportamiento de nanotubos tipo silla contra tipo zigzag, y los politipos 1T y 2H, en particular para el caso de MoS₂.

MI01442 **Transiciones de fase en diversos compuestos** Hugo Sanchez Lozada* (*der-meister@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; María Del Pilar Carreón Castro (*pilar@nucleares.unam.mx*), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Víctor Manuel Velázquez Aguilar (*vicvela@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Enrique López Moreno (*elmliz@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La transición de fase se pueden dividir en transiciones abruptas, continuas, con histéresis y sin histéresis. El tipo de transición que presenta un compuesto dependerá si es un líquido, sólido, polvo o cristal y de los procesos

detrás de la transición y de la interacción de la molécula con la red cristalina y el ambiente en el cual el compuesto está inmerso. En este trabajo presentamos el análisis y comparación de la transición de diversos compuestos termocrómicos como son tintes leuco, cristales líquidos y un polvo $[\text{Fe}^{II}(\text{hptrz})_3]\text{OTs}_2$ que presenta transición de espín. La transición se provocó térmicamente usando un dispositivo de bajo costo realizado en el taller de Láseres de la Facultad de Ciencias.

M101449 Entendiendo una banda prohibida Víctor Domínguez Rocha* (*vidomr@gmail.com*), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa; Moisés Martínez Mares (*moi@xanum.uam.mx*), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa; Alberto Robledo (*robledo@fisica.unam.mx*), Instituto de Física y Centro de Ciencias de la Complejidad, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Los cristales, en teoría, se definen como la repetición infinita de algún elemento del cual se constituyen, llamado base. Los cristales unidimensionales han sido estudiados por muchos autores desde el modelo original de Bloch. La teoría de bandas describe como los niveles de energía del cristal permiten el transporte de ondas en las bandas permitidas, y lo impiden en las bandas prohibidas. La matriz de transferencia, M , relaciona las ondas del lado derecho de la base con las del lado izquierdo. Esta propiedad nos permite aumentar fácilmente el número de elementos base en un sistema localmente periódico hasta alcanzar el límite cristalino. Para todo valor de la energía, la matriz M presenta dos soluciones. En las bandas permitidas, la amplitud de las soluciones permanece constante. Mientras que en las bandas restantes se tienen dos soluciones, una de las cuales no es físicamente aceptable y es la que da lugar a las bandas prohibidas de energía. Aquí mostraremos dichas soluciones.

M101471 Interacción de radicales libres con muestras de uso acuícola. Aarón Gómez Díaz (*agomezd@uaemex.mx*), Universidad Autónoma del Estado de México; María José Rodríguez Albarrán* (*majordz1394@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; Josefina Vergara Sánchez (*vergarasj@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Pedro Guillermo Reyes Romero (*pgrr@uaemex.mx*), Universidad Autónoma del Estado de México; César Torres Segundo (*cetose@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Fernando Méndez Sánchez (*fms@uaemex.mx*), Universidad Autónoma del Estado de México; Horacio Martínez Valencia (*hm@fis.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

El uso del pigmento verde malaquita representa un peligro potencial para la salud humana, por su alta toxicidad resulta ser mutagénico y carcinogénico. Tiene aplicaciones en la tinción de diferentes materiales y también para fines en acuicultura (tratamiento de infecciones). Existen

diferentes métodos para el tratamiento de degradación de colorantes orgánicos, la mayoría de estos presentan desventajas por el alto tiempo de exposición y requerimiento de otro método para la remoción total del contaminante. En el presente trabajo se analiza la degradación del colorante verde malaquita bajo la interacción con un plasma tipo corona, teniendo como condiciones experimentales un sistema a flujo tratando un volumen de 10 litros de agua con colorante, generando la descarga con parámetros de voltaje y corriente a 1500 V y 300 mA, respectivamente. El análisis por espectroscopia de absorción muestra una disminución de 94% a un tiempo de 80 min. Proyecto UAEM 4307/2017/CI. Beca CONACYT. PROMEP.

M101476 Superenfriamiento Peltier en un Micro-enfriador Termoelectrico Pablo Eduardo Ruiz Ortega (*eduardo29491@gmail.com*), Insituto Politecnico Nacional ESIME-Culhuacan; Miguel Angel Olivares Robles (*molivares67@gmail.com*), Insituto Politecnico Nacional ESIME-Culhuacan; Olao Yair Enciso Montes De Oca* (*olaoyairenciso1991@gmail.com*), Insituto Politecnico Nacional ESIME-Culhuacan; *Expositor.

Los Micro-enfriadores termoelectricos (TEMC) pueden alcanzar temperaturas inferiores, a las obtenidas en el caso de estado estacionario, mediante la aplicacion de un pulso de corriente electrica en estado transitorio. Esto se conoce como super-enfriamiento Peltier, que es una alternativa para incrementar la diferencia de temperaturas máxima en un dispositivo termoelectrico. Este trabajo estudia las características geométricas de un TEMC operado bajo pulsos de corriente eléctrica para alcanzar una temperatura mínima de enfriamiento en estado transitorio utilizando el material Bi_2Te_3 en los cálculos. Mediante la solución de las ecuaciones en estado transitorio unidimensional, utilizando el método del elemento finito (MEF), se desarrolla un nuevo código de programación para el modelo propuesto. Con esto obtenemos las curvas de temperatura mínima de enfriamiento en función del tiempo utilizando un pulso de corriente, para diferentes geometrías de los elementos semiconductores. Nuestr

M101486 Análisis del comportamiento estructural y termodinámico de nanopartículas bimetalicas a partir de la dinámica molecular Romina Sinahi Moreno De León* (*moreno11romina@hotmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Diana Elie-nay Moreno Hernández (*dm7638621@gmail.com*), universidad Autónoma de San Luis Potosí; José Manuel Cabrera Trujillo (*cabrera@fc.uaslp.mx*), universidad Autónoma de San Luis Potosí; César Gabriel Galván Peña (*cesar.galvan@uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

En la actualidad las nanopartículas de metales puros y aleaciones han despertado gran interés por el amplio rango de aplicaciones y usos a los que se les atribuye. En este trabajo estudiamos el comportamiento de nanopartículas bimetalicas de oro y cobre (AunCum) con $n+m = 38$ y 55

a través de la dinámica molecular utilizando el potencial de Gupta. Se analizaron las propiedades termodinámicas y estructurales dentro del ensamble canónico (NVT) del simulador masivo paralelo atómico-molecular a gran escala (LAMMPS). Con el fin de determinar la estructura de cada nanopartícula calculamos el parámetro atomístico de centrosimetría y fue evidente que dicho parámetro cambia conforme aumenta la temperatura. Además, obtuvimos las respectivas curvas calóricas, las cuales muestran discontinuidades que podrían estar relacionadas con los puntos de fusión. Finalmente, a partir de la energía de exceso encontramos las configuraciones más favorables para cada temperatura.

M101499 Método de Druyvesteyn para el cálculo de la temperatura electrónica de un plasma de etanol y metanol. Aaron Gomez (*aaron_kfg@hotmail.com*), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO; Horacio Martinez Valencia (*hm@icf.unam.mx*), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Jose Carlos Palomares Amado* (*cosmosx@yahoo.com*), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO; Pedro Guillermo Reyes Romero (*pgrr.uaemex@gmail.com*), UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO; Josefina Vergara (*vergarasj@gmail.com*), Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.

Este trabajo muestra datos experimentales de una descarga luminiscente a bajas presiones en una atmosfera de etanol y metanol, así como su caracterización mediante el método de Druyvesteyn el cual consiste en evaluar la función de probabilidad de energía de los electrones (EETF) empleando una sonda simple de Langmuir para ello se asume que la velocidad de los electrones satisface una distribución de Maxwell-Boltzmann y que la densidad electrónica es igual a la densidad iónica. Agradecimientos: UAEM [4307/2017/CI]. Beca de estudios de Maestría 732790.

M101525 Efecto de la tensión mecánica sobre las propiedades electrónicas y vibracionales de nanocintas de Zn-porfirina fusionadas: un estudio de primeros principios Miguel Eduardo Cifuentes Quintal* (*miguel.cifuentes@cinvesta.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Maryel Contreras Padilla (*blackinkeverywhere@gmail.com*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Romeo De Coss Gómez(*romeo.decoss@cinvestav.mx*), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

Recientemente se ha reportado la síntesis de materiales de baja dimensionalidad basados en Zn-porfirinas fusionadas. Por otro lado, la ingeniería de tensión es una vía para modular las propiedades electrónicas de los materiales de baja dimensionalidad. En este trabajo presentamos un estudio de primeros principios del efecto de la tensión mecáni-

ca sobre las propiedades electrónicas y vibracionales de la monocapa y nanocintas de Zn-porfirinas. Encontramos que la monocapa es vibracionalmente estable. La tensión mecánica induce una brecha de energía en la estructura de bandas electrónicas para la nanocinta más angosta. Finalmente, los efectos de la tensión sobre las propiedades vibracionales son analizados. Este trabajo fue apoyado por el Conacyt-México a través del Proyecto No. 288344. Los autores agradecen los recursos de cómputo proporcionados por ABACUS: Laboratorio de Matemática Aplicada y Cómputo de Alto Rendimiento del Cinvestav, Proyecto CONACYT-EDOMEX-2011-C01-165873.

M101530 Adsorción de H₂ en silicio poroso decorado con átomos metálicos: un estudio con DFT Israel González Cortés* (*israel.ipn.esime@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica unidad Culhuacan; Francisco De Santiago Varela (*fdesantiago0900@alumno.ipn.mx*), Instituto Politécnico Nacional - Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica unidad Culhuacan; Lucía Guadalupe Arellano Sartorius (*lucia.arellano.gin2017@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica unidad Culhuacan; Alejandro Trejo Baños (*alejandtb13@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica unidad Culhuacan; Álvaro Miranda Durán (*amirandad.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica unidad Culhuacan; Miguel Cruz Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional - Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica unidad Culhuacan; *Expositor.

El silicio poroso (pSi) es una opción atractiva en aplicaciones que involucren la adsorción de especies moleculares, dada su gran superficie por unidad de volumen y gran variedad de métodos de síntesis. En este trabajo se propone un estudio, dentro del marco de la Teoría del Funcional de la Densidad, sobre la capacidad de adsorción de moléculas de hidrógeno en silicio poroso decorado con átomos metálicos (Li, Be y Pd) actuando como sitios adsorbentes. Los resultados muestran que el Be es el único de los metales que no se enlaza a la superficie del poro mientras que tanto Li como Pd pueden adsorber hasta 5 moléculas de H por supercelda, con energías de adsorción altas, pero dentro del intervalo de fisiorción. Estos resultados podrían ser significativos para la comprensión del comportamiento de moléculas de hidrógeno en Si nanoestructurado, con posibles aplicaciones en sensores químicos y almacenamiento de energía.

M101533 Películas antirreflejantes a base de ZnO Sandra Fabiola Ramos Gómez* (*sandrafrgomez@gmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; Joel Vázquez Bañuelos (*joel15_raka@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Zacatecas; María Leticia Pérez Arrieta (*lperez@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma

de Zacatecas; José Juan Ortega Sigala (*jjosila@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; José De Jesús Araiza Ibarra (*araiza@fisica.uaz.edu.mx*), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

El trabajo consistió en la preparación de una estructura de ZnO que cumpla con los requerimientos para ser usada como película antirreflejante y su posible aplicación en celdas solares. Las películas delgadas de ZnO se depositaron por la técnica de rocío pirolítico ultrasónico sobre sustratos de vidrio. El proceso consistió de cuatro etapas, tres depósitos de capas de ZnO a partir de dos reactivos diferentes y diferentes concentraciones, y un proceso final de tratamiento texturizado superficial. Se utilizó un temperatura de 450 oC bajo diferentes flujos de atomización. El análisis estructural y morfológico indica una estructura Wurtzita y rugosidad uniforme que corresponde a lo planteado. Se observa transmitancia del 90% en la región del visible, y una disminución de la reflectancia a valores cercanos al 15 %, como efecto directo del cambio en la morfología superficial.

M101553 **Crecimiento y caracterización de películas delgadas de óxido de zinc ZnO dopadas con aluminio (Al) por el método de spray pirolisis.** Gerardo Rodríguez Rodríguez* (*grodrigr@gmail.com*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Luis Mariano Hernández Ramirez (*luismh01@yahoo.com.mx*), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor. En este proyecto de investigación se crecieron películas delgadas de óxido de zinc (ZnO) dopadas con aluminio (Al) por la técnica de spray pirolisis, específicamente usamos como soluciones precursoras acetato de zinc deshidratado $[Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O]$ disuelto en ácido acético y metanol como solventes, después le agregamos pentanodionato de aluminio $(C_{15}H_{21}AlO_6)$ disuelto en agua desionizada, los depósitos se realizaron en sustratos de vidrio (portaobjetos), variando distintos parámetros tales como la distancia de separación entre el sustrato y la boquilla del sistema, temperatura del sustrato, tiempo de deposición, flujo de arrastre y concentraciones molares de las soluciones precursoras. Las películas obtenidas se caracterizaron con UV-vis, métodos de 2 y de 4 puntas para la resistividad, microscopía de Fuerza Atómica (AFM) y difracción de rayos-X. Con este trabajo logramos películas delgadas con buena conductividad eléctrica y excelentes propiedades ópticas.

M101585 **Transporte termoeléctrico en cadenas de ADN poli(G)-poli(C)** José Eduardo González Mireles* (*jegonzalezmireles@gmail.com*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional; Miguel Cruz Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional; Vicenta Sánchez Morales (*vicenta@unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Chumin Wang Chen (*chumin@unam.mx*), Institu-

to de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Dentro del formalismo de Boltzmann-Landauer y mediante un método de renormalización en el espacio real, el transporte termoeléctrico en cadenas macroscópicas de ADN poli(G)-poli(C) es analizado. El modelo de espina de pescado y el modelo de grano grueso de dos sitios, se utilizan respectivamente para el cálculo de las conductividades eléctrica y térmica. Los resultados muestran la aparición de brechas en los espectros de transmitancia fonónica de las cadenas segmentadas de poli(G)-poli(C), lo que conduce a un aumento en su figura de mérito termoeléctrica (ZT) en comparación con la respectiva de cadenas no segmentadas. Este incremento puede mejorarse aun más introduciendo un orden cuasiperiódico de largo alcance, el cual evita el transporte térmico de numerosos fonones de baja frecuencia, responsables de la conducción térmica a bajas temperaturas. Finalmente, también se investiga la influencia de los reservorios, a los que dichas cadenas de ADN están conectadas, sobre el valor de ZT.

M101597 **Estudio a primeros principios de las propiedades vibracionales de nanoalambres de GaSb** Alejandro Trejo Baños* (*alejandtb13@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhacan, Av. Santa Ana 1000, C. P. 04440, Ciudad de México, México; José Luis Cuevas Figueroa (*jcuevas@yachaytech.edu.ec*), Yachay Tech University, Hacienda San José s/n, San Miguel de Urcuquí, Ecuador; Miguel Cruz Irisson (*irisson.ipn@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhacan, Av. Santa Ana 1000, C. P. 04440, Ciudad de México, México; Luis Antonio Pérez López (*irisson.ipn@gmail.com*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 20-364, 01000 Ciudad de México, Mexico; *Expositor.

En los últimos años los nanoalambres de Antimonio de Galio (GaSb) han atraído mucha atención debido a su alta movilidad de portadores. En este trabajo se estudian las propiedades vibracionales de nanoalambres de GaSb, a través de una metodología de primeros principios a partir de la teoría de perturbaciones del funcional de la densidad, utilizando la aproximación del gradiente generalizado y pseudopotenciales conservadores de norma. Los nanoalambres se modelaron utilizando la técnica de superceldas al remover un cilindro en la dirección [111] de un cristal perfecto de GaSb, y los enlaces sueltos se pasivan con átomos de H. Los resultados muestran los efectos del confinamiento de fonones en el cual existe un corrimiento de los modos ópticos de más alta frecuencia hacia frecuencias menores, sin embargo, este corrimiento se ve atenuado por la presencia de modos de flexión del H en la superficie del alambre, estos resultados podrían ser importantes para su caracterización experimental.

M101607 **Estudio de primeros principios de las propiedades electrónicas y magnéticas de la aleación FeCo bajo presión hidrostática** Luis Antonio Espa-

das Estrella* (luisespadas96@gmail.com), Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán; Filiberto Ortiz Chi (fortiz666@hotmail.com), División Académica de Ciencias Básicas, UJAT; Miguel Eduardo Cifuentes Quintal (cifuentes.quintal@gmail.com), Departamento de Física Aplicada, Cinvestav-Mérida; Romeo De Coss Gómez (romeo.decoss@cinvestav.mx), Departamento de Física Aplicada, Cinvestav-Mérida; *Expositor.

Recientemente se ha reportado que la magnetización de la aleación FeCo disminuye con la presión, sin embargo la presión crítica en la que se pierde el magnetismo es mayor que para Fe. En este trabajo, se estudian el comportamiento de las propiedades electrónicas y magnéticas de la aleación equiatómica del hierro con el cobalto (FeCo) bajo presión hidrostática, utilizando cálculos de primeros principios basados en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT). Analizamos la evolución de la densidad de estados electrónicos y el momento magnético de espín como función de la presión hidrostática en el rango de 0 a 40 GPa, para FeCo en las fases ordenada (CsCl) y desordenada (bcc). La fase desordenada se simula utilizando la Aproximación del Cristal Virtual (VCA). Finalmente, la evolución de los momentos magnéticos se compara con datos experimentales disponibles en la literatura. Este trabajo fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del Proyecto No. 288344.

M101613 Efecto de la presión hidrostática sobre las propiedades electrónicas y magnéticas del Pd (fcc) con impurezas de Fe: un estudio de primeros principios Daniel Alejandro Ake Hernández* (daniel.ake@outlook.com), DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA, CINVESTAV-MÉRIDA; Miguel Eduardo Cifuentes Quintal (cifuentes.quintal@gmail.com), DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA, CINVESTAV-MÉRIDA; Romeo De Coss Gómez (romeo.decoss@cinvestav.mx), DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA, CINVESTAV-MÉRIDA; *Expositor.

Las impurezas de Fe en Pd(fcc) inducen un momento magnético del orden de 10 magnetones de Bohr por átomo de impureza. Este comportamiento ha sido explicado considerando un efecto de polarización de espín en los átomos vecinos a la impureza, resultantes de una fuerte interacción de intercambio Fe-Pd. En este trabajo presentamos un estudio de primeros principios del efecto de la presión hidrostática sobre la estructura electrónica y el magnetismo del Pd (fcc) con impurezas de Fe en el límite diluido (<1%). Analizamos la evolución de la densidad de estados electrónicos, la distribución de densidad de espín y los momentos magnéticos locales como función de la presión en el rango de 0 a 40 GPa. En base a este análisis determinamos el efecto de la presión sobre la interacción de intercambio. Los autores D.A.A.H. y M.E.C.Q. agradecen el apoyo del Conacyt a través de una beca. Este trabajo fue apoyado

por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del Proyecto No. 288344.

M101614 CÁLCULO DE LAS FRECUENCIAS DE LOS FONONES LOCALIZADOS POR UN PAR DE OXÍGENOS EN SILICIO CRISTALINO Margarita Sánchez Y Sánchez* (masaysa@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Debido a la inevitable introducción del oxígeno en la aplicación tecnológica de circuitos integrados basados en silicio, la investigación de sus propiedades ópticas toma relevancia, en particular la detección de sus modos localizados. En este trabajo calculamos los corrimientos isotópicos en las frecuencias de un par de oxígenos en silicio cristalino utilizando un modelo de imperfección propuesto anteriormente para explicar los fonones localizados por dos hidrógenos en silicio colocados en una posición antibonding[2]. Resolvimos por el método de diferencia finita[3] y comparamos los resultados obtenidos con medidas de absorción infrarroja [1]. Este trabajo fue propuesto por L Andrade. [1] S Öberg, P Ewels, R Jones, T Hallberg, J L Lindström, L I Murin, P R Briddon; Phys Rev Lett 81, 2930(1998). [2] L Andrade y M M Romero, Supl Bol Soc Mex Fis 14-3, 22(2000); Supl Bol Soc Mex Fis 15-3, 57(2001); Supl Bol Soc Mex Fis 16-3, 41(2002). [3] L Andrade, J Phys Condensed Matter 1, 2163 (1989).

M101616 Síntesis y caracterización del compuesto Fe₂BiNbO₇ José Luis Pérez M* (mazarieg@yahoo.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Jesús Alberto León Flores (jesus.a.leon.f@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Raúl Escamilla Guerrero (rauleg@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Raúl Gómez (rgg41fam@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Reyna Natividad Rangel (reynanr@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Raúl Alberto Morales Luckie (ramluckie@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

Se presenta la síntesis por el método de sales fundidas del compuesto Fe₂BiNbO₇, se utilizó una mezcla equimolar de NaCl y KCl, la proporción de la mezcla de sales a reactivos óptima fue de 4:1 molar y la temperatura de calcinado fue de 950 °C durante 1 hora. Se realizó la caracterización por difracción de rayos X encontrándose que la estructura es cúbica Fd3m. Los resultados de la espectroscopía Mössbauer muestran que los átomos de hierro ocupan dos sitios no equivalentes en la estructura, dando lugar a dos dobletes en el espectro correspondientes a Fe³⁺.

M101625 Local atomic structure of SnS:V and SnS₂:V studied by X-ray absorption fine structure spectroscopy Roberto Alexander Colina Ruiz* (roberto.colina@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida; Juan Argel Hoy Beni-

tez (juan.hoy@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida; Juan Salvador Lezama Pacheco (jlezama@stanford.edu), Stanford University; José Mustre De León (jmustre@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida; Francisco Javier Espinosa Faller (fjespinosa@marista.edu.mx), Universidad Marista de Mérida; *Expositor.

The local atomic structure of V-doped SnS (SnS:V) and V-doped SnS₂ (SnS₂:V) thin films were investigated using X-ray absorption fine structure (XAFS) spectroscopy. Samples were prepared co-evaporating Sn and V over soda-lime glass substrates, then, samples were introduced into a graphite box with elemental S and were subjected to a sulfurization process started with a temperature ramp of 60 °C/min until reached 375 °C to get orthorhombic SnS:V, and 305 °C to get rhombohedral SnS₂:V. These temperatures were held ~ 3 hours. Elemental compositions were quantified by EDS, crystal structures were determined by XRD and their morphologies were studied with SEM. XAFS spectroscopy revealed the nearest environment for S atoms is made of Sn, while second neighbors are made of S. Coordination numbers, bond distances, and pairwise Debye-Waller factors are reported. Small deviations from the average crystallographic structure indicate different atomic radii due to the doping effect.

M101643 Interacción de grafeno y moléculas polares. Diana Laura Monroy Mérida* (dial_mm@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México; Oscar Anuar Alvarado Morán (OscarAlvarado@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México; Laura Natalia Serkovic Loli (serkovic@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Gerardo García Naumis (naumis@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Las propiedades humectantes del grafeno han sido investigadas con resultados que van desde el grafeno hidrofílico a hidrofóbico, sin una respuesta clara. El motivo de esta discrepancia se debe a varios factores fundamentales, como el número de capas de grafeno, el sustrato subyacente y el dopaje inducido por el sustrato. En este trabajo se mide el ángulo de contacto en función del tiempo de microgotas de agua en contacto con láminas de grafeno depositadas por método de CVD en una variedad de sustratos. A su vez, el agua se mezcla con moléculas magnéticas que se alinean con un campo magnético externo homogéneo para observar el efecto de la polaridad del fluido en la interfaz agua-grafeno. El ángulo se mide en fotografías tomadas periódicamente de gotas sobre grafeno usando un programa de Matlab mediante el método de altura-ancho en un ambiente de humedad y temperatura controlados. La mojabilidad se cuantifica usando la ecuación de Young-Dupré.

M101654 Germaneno decorado con átomos de Au, Ag y Cu para la detección de moléculas tóxicas 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; Miguel Cruz Irisson (irisson.ipn@gmail.com), instituto politécnico nacional; *Expositor.

En este trabajo, las propiedades estructurales y electrónicas de la adsorción de gases en germaneno fueron investigadas usando la teoría de los funcionales de la densidad. La sensibilidad del germaneno ha sido investigada en diferentes configuraciones de adsorción, todas las configuraciones fueron modeladas con superceldas de 4 × 4. Los gases y los metales de transición (MT) se adsorbieron en los cuatros sitios de adsorción: hexagonal (H), puente (B), arriba (T) y abajo (D). La energía de adsorción de todas las moléculas son del orden de fisisorción y la de los metales son del orden de quimisorción, y todos se adsorben en el sitio H. La adsorción de gases en el germaneno con metales de transición presenta energías de adsorción por arriba de 0.45 eV, y en particular en Cu presenta una mayor adsorción. Los MT mejoran significativamente la interacción entre las moléculas de gas y el germaneno, y podrían tener aplicaciones en sensores.

M101675 Propiedades electrónicas de monocapa de GeC decorada con átomos alcalinos y alcalinotérreos Álvaro Miranda Durán* (amirandad.ipn@gmail.com), INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, ESIME CULHUACAN; Hector Muñoz (hector.munoz.gin.2018@gmail.com), INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, ESIME CULHUACAN; Francisco De Santiago (francisco.desantiago.gin2014@gmail.com), INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, ESIME CULHUACAN; Miguel Cruz Irisson (irisson.ipn@gmail.com), INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, ESIME CULHUACAN; *Expositor.

En este trabajo se estudió la adsorción de metales alcalinos (Li, Na y K) y alcalinotérreos (Be, Mg y Ca) en una monocapa de carburo de germanio (M-GeC), modelada con una supercelda de 5x5, en el marco de la Teoría de los Funcionales de la Densidad. Los átomos de metales alcalinos y alcalinotérreos fueron adsorbidos en los sitios arriba (T), abajo (D), puente (B) y hexagonal (H) de la M-GeC. Los átomos de K, Be, Mg y Ca se adsorben en el sitio T, mientras que el Na se adsorbe en el sitio B y el Li se adsorbe en el sitio H. Las energías de adsorción de los metales alcalinos y alcalinotérreos son del orden de quimisorción y fisisorción, respectivamente. Las propiedades electrónicas indican que la adsorción de los metales no modifica la naturaleza de la brecha semiconductor de la monocapa, sin embargo, la magnitud de la brecha de energía disminuye. Los resultados sugieren que la adsorción de átomos alcalinos podría tener aplicaciones en sensores, almacenamiento de H y en baterías.

M101717 **First-principles study of the coexisting ferroelectric and ferromagnetic properties of the $\text{La}_{0.75}\text{Bi}_{0.25}\text{CrO}_3$ compound** *Espiridión Martínez Aguilar* (*espiridion.martinez.aguilar@gmail.com*), *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California y Centro de Nanociencias y Nanotecnología (UNAM)*; *H' Linh Hmök* (*hlinh.hmok@gmail.com*), *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California y Centro de Nanociencias y Nanotecnología (UNAM)*; *Jordi Ribas Ariño* (*jordi.ribas.jr@gmail.com*), *Dept. Química-Física, Universitat de Barcelona*; *Jesús María Siqueiros Beltrones** (*jesus@cnyn.unam.mx*), *Centro de Nanociencias y Nanotecnología (UNAM)*; **Expositor.*

Despite the interesting properties of $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{CrO}_3$, the origin of its multiferroic properties has not been yet established by first-principles calculations. Toward this effect, in this work we present a comparative study between the structural, electronic, magnetic and ferroelectric properties of pristine LaCrO_3 and $\text{La}_{0.75}\text{Bi}_{0.25}\text{CrO}_3$ using density functional theory (DFT) plus the Hubbard potential (U) formalism and the Berry phase approach for the polarization. Additionally, we present a comparative analysis between reported experimental results and the theoretical calculations of this work, from which we have determined that LaCrO_3 is stable under a G-type antiferromagnetic configuration, while the $\text{La}_{0.75}\text{Bi}_{0.25}\text{CrO}_3$ is stable in a ferromagnetic one. This is due to the decrease of the Cr-O-Cr angle which is strongly related with the high degree of covalence of the spin-up Cr- t_{2g} and O- $2p$ orbitals in the Cr-O bonds.

M101725 **Síntesis de semiconductores en una película de CdS amorfa** *Alain Pérez Rodríguez** (*aperez@cifus.uson.mx*), *Universidad de Sonora*; *Ramón Ochoa Landín* (*rochoa@correo.fisica.uson.mx*), *Universidad de Sonora*; *Gerardo Gutierrez Heredia* (*ggutierrez@cio.mx*), *Centro de Investigación en Óptica*; *Luis Patricio Ramírez Rodríguez* (*pramirez@fisica.uson.mx*), *Universidad de Sonora*; *Temistocles Mendivil Reynoso* (*temistocles.mendivil@unison.com*), *Universidad de Sonora*; **Expositor.*

La variación de condiciones termodinámicas se utilizó para observar cambios en la estructura de los materiales sintetizados mediante la técnica de baño químico, sintetizando CdSe y un ternario con azufre. El uso de la síntesis es para la formación de una película de CdS amorfa que nos sirve para un intercambio iónico con una formulación de iones de Se. Se identificó y describieron propiedades estructurales mediante las técnicas de rayos X (XRD), UV/Vis por reflectancia difusa, SEM y espectroscopia Raman. Se obtuvo el band gap que se encuentra entre 1.69 y 1.92 eV para el CdSe y 2.05 eV para el ternario CdS_{0.4}Se_{0.6}.

M101728 **Sobre la polarización eléctrica del sistema: $\text{YBa}_4(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_3\text{O}_{11}$** *Juan Carlos Torres Mendoza** (*juantorres175@gmail.com*), *Universidad Juárez*

Autónoma de Tabasco; *Alejandro Durán Hernández* (*dual@cnyn.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Maurry Solórzano Valencia* (*m.solorzano.ujat@gmail.com*), *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*; *Richart Falconi Calderón* (*richart.falconi@ujat.mx*), *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*; **Expositor.*

El sistema $\text{YBa}_4\text{Fe}_3\text{O}_8$ es una cerámica con una estructura cristalina que ha sido reportada como tipo perovskita cúbica, cuya resistividad eléctrica incrementa al disminuir la temperatura. En este trabajo se explora una de las propiedades dieléctricas, en particular la polarización eléctrica de este sistema y su comportamiento cuando se sustituye el Fe por Co. Específicamente, se analizan los policristales $\text{YBa}_4(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_3\text{O}_{11}$, con $x = 0.0, 0.01, 0.025, 0.05$. De acuerdo con las mediciones de P vs E, como función del contenido de Co, la polarización incrementa desde aprox. $3.5 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ para $x = 0$ hasta $8.8 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ para $x = 0.025$, posteriormente tiende a mantenerse casi constante con una ligera tendencia a la disminución. Se abordan estos resultados considerando la relación con los diferentes estados de oxidación de ambos átomos de transición: Fe^{3+} , Co^{3+} y Fe^{4+} , Co^{4+} , con coordinación octaédrica, apoyados por los cambios estructurales de los parámetros de la celda cristalina.

M101734 **Simulación de microscopía STEM de nanoestructuras de MoS_2** *Karla María Hernández Medellín* (*krla.hernandez@gmail.com*), *Universidad Autónoma de Nuevo León*; *Sergio Javier Mejía Rosales** (*sergio.mejiars@uanl.edu.mx*), *Universidad Autónoma de Nuevo León*; **Expositor.*

En este trabajo se presentan resultados de simulación de microscopía electrónica de transmisión y barrido (STEM) a nivel atómico, de nanoestructuras de MoS_2 . Se comparan los politipos 1T, 2H y 3R, se investiga el efecto del grosor de la muestra en la micrografía simulada, y se analizan estructuras con vacancias, stacking faults, e interfaces con otros dicalcogenuros de metales de transición. Se comparan micrografías simuladas de bordes de monocapas de MoS_2 con micrografías reales, en particular en regiones de interés por su efecto como catalizador.

M101752 **Triángulo de Pascal y algunas aplicaciones en Estado Sólido** *José Elías López Cruz** (*elopez@ifuap.buap.mx*), *Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas" de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; **Expositor.*

El arreglo numérico obtenido del desarrollo de un binomio ha resultado bastante fructífero. Se han obtenido algunas aplicaciones que van desde diseños de antenas para teléfonos celulares(1) pasando por la explicación del crecimiento de cúmulos atómicos metálicos en dos dimensiones(2) dando arreglos triangulares o tetraédricos y sólo para ciertos "números mágicos" de átomos(2). Se discutirán algunas secuencias numéricas derivadas del triángulo de Pascal que presentan la propiedad de autosimilaridad

y formas compactas de escribir tales secuencias mediante sus fórmulas de recurrencia. 1. George Musser, Sci. Amer. Vol. 281, 38 July (1999), 2. S.M. Reimann et al Physical Review B vol. 56, 12147 (1997)

M101753 **Síntesis y caracterizaciones magnéticas del sistema bismuto paladio.** Ana Karla Bobadilla Valencia* (anita_karla@hotmail.com), Instituto de investigaciones en materiales; Francisco Javier Dávila Macías (adan7612@hotmail.com), Instituto de investigaciones en materiales, UNAM; Roberto Escudero (escu@unam.mx), Instituto de investigaciones en materiales; Eduardo Verdín López (evlopeza@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.

Se llevó a cabo la síntesis de aleaciones superconductoras del sistema bismuto paladio por medio de una reacción en estado sólido, obteniéndose muestras de las fases (α,β) BiPd, (α,β) Bi₂Pd y Bi₃Pd₅; posteriormente las muestras fueron caracterizadas de manera estructural, magnética y electrónica. Finalmente, con base en los resultados obtenidos pudimos confirmar la presencia de las fases BiPd y

Bi₂Pd obteniendo valores de temperatura crítica de 3.8 K y 5.4 K respectivamente, respecto a la fase Bi₃Pd₅ se descartó la presencia de óxidos de las materias primas y se determinó que su T_c es de 3.99 K.

M101761 **Análisis de un cristal fotónico no lineal con función dieléctrica tipo Sine-Gordon** Luis Humberto Torres Quiñonez* (lutock352@gmail.com), 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.

Se obtiene la estructura de bandas ópticas de un cristal fotónico formado con capas alternadas de un medio con respuesta lineal y un medio de respuesta no lineal. Se usa el modelo de Kronig-Penney para modelar el índice de refracción del medio con respuesta no lineal con una función tipo Sine-Gordon con argumento dependiente de la magnitud del campo eléctrico de la onda electromagnética que se propaga a través del cristal. Usando el teorema de Bloch y las condiciones en la frontera derivadas de las ecuaciones de Maxwell, obtenemos la estructura de las bandas permitidas y prohibidas del cristal fotónico, las cuales analizamos variando los parámetros involucrados. Los resultados se compararon con otros modelos estudiados previamente.

M101762 **First-principles study of the coexisting ferroelectric and ferromagnetic properties of the La_{0.75}Bi_{0.25}CrO₃ compound** Espiridión Martínez-Aguilar Martínez-Aguilar (espiridion.martinez.aguilar@gmail.com), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; H'Linh Hmök (hlinh.hmok@gmail.com), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Jordi Ribas Ariño (j.ribas@ub.edu), Departament de Ciència de Materials i Química Física, Universitat de Barcelona; Je-

sús María Siqueiros Beltrones* (jesus@cnyn.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.

Multiferroic properties of La_{1-x}Bi_xCrO₃, have not been yet established by first-principles calculations. In this work we present a comparative study between structural, electronic, magnetic and ferroelectric properties of pristine LaCrO₃ and La_{0.75}Bi_{0.25}CrO₃ using density functional theory plus the Hubbard potential formalism and the Berry phase approach for the polarization. We also present a comparative analysis between reported experimental results and theoretical calculations from which we have determined that LaCrO₃ is stable in a G-type antiferromagnetic configuration, while La_{0.75}Bi_{0.25}CrO₃ is stable as a ferromagnetic. This is due to the decrease of the Cr-O-Cr angle which is strongly related with the high degree of covalence of the spin-up Cr-*t*_{2g} and O-2p orbitals in the Cr-O bonds. La_{0.75}Bi_{0.25}CrO₃ is also ferroelectric due to the structural distortion induced by the lone pair of Bi in site A, predicting a spontaneous polarization of 60.31 μC/cm² along [011].

M101767 **Estudio con DFT del dopaje de monocapas de SiC con B, Al, Ga, N y P** Lucía Guadalupe Arellano Sartorius* (lucia.arellano.gin2017@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional - Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica unidad Culhuacán; Francisco De Santiago Varela (fdesantiagov0900@alumno.ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional - Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica unidad Culhuacán; Álvaro Miranda Durán (amirandad.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional - Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica unidad Culhuacán; Miguel Cruz Irisson (irisson.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional - Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica unidad Culhuacán; *Expositor.

En este trabajo se hizo un estudio sistemático de las propiedades electrónicas de la monocapa de carburo de silicio (M-SiC) dopada con B, Al, Ga, N y P, utilizando cálculos a primeros principios mediante la teoría del funcional de la densidad (DFT). Se realizó la sustitución de un átomo de Si o de C por los dopantes mencionados. Las estructuras de bandas y densidad de estados electrónicos muestran comportamiento semiconductor tipo p y tipo n. En particular las sustituciones de P y N por Si, y las de B, P y Ga por C tienen un comportamiento ferromagnético. Modular las propiedades electrónicas de las monocapas de SiC puede ser importante para aplicaciones en el almacenamiento de energía, sensores y espintrónica.

M101784 **Transformaciones electroquímicas de la Calcopirita, la Galena y la Esfalerita en medio acuoso a potenciales transpasivos** Gonzalo Viramontes Gamboa (gvgamboa@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Olivier Biomoma Kazadi* (remykzd2@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Lluar Alicia Ibarra Braca-

montes (laibarrab@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Dagoberto Cardona Ramírez (dagobe@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Luis Mariano Hernández Ramírez (luismh@fisimat.umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mary Carmen Peña Gomar (mgomar@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.

En este trabajo se reportan los resultados de un estudio encaminado a determinar qué minerales sulfurosos pueden ser lixiviados electroquímicamente, transformando el azufre que contienen a azufre elemental en el proceso. Se estudiaron la Calcopirita, CuFeS_2 , la Galena, PbS , y la Esfalerita, ZnS , en medio acuoso a pH de 0 a 13 a potenciales transpasivos. Los experimentos se realizaron sobre partículas individuales de tamaño de 50 a 120 micras. Sobre cada mineral se realizaron voltametrías cíclicas para identificar los potenciales a los cuales presentan disolución electroquímica transpasiva. La calcopirita, se transforma a azufre elemental (liberando iones Cu^{2+} y Fe^{3+}) a potenciales mayores a 1.2 V, con fuerte dependencia del pH. La Galena y la Esfalerita por el contrario, no se transforman a azufre elemental, liberando iones Pb^{2+} y Zn^{2+} , respectivamente, sino que se transforman a óxidos metálicos. El azufre contenido en estos dos minerales se transforma a sulfatos.

M101796 Estudio Raman de Fe_2BiMO_7 con $\text{M}=\text{Sb}$, Ta y Nb . José Luis Pérez Mazariego* (mazariego@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Roberto Ysacc Sato Berrú (roberto.sato@ccadet.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Roberto Hinojosa Nava (rob.hin743@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Elsi Violeta Mejía Uriarte (elsi.mejia@ccadet.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Jesús Alberto León Flores (jesus.a.leon.f@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Raúl Escamilla (rauleg@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

En este trabajo se presentan los espectros Raman, desde temperatura ambiente hasta 77 K, de los compuestos con estructura tipo pirocloro Fe_2BiMO_7 con $\text{M}=\text{Sb}$, Ta y Nb . Estos espectros se obtuvieron en un sistema micro Raman dispersivo Trivista 557, con una celda Linkan con ventana de cuarzo y con láser de 532 nm. Se analizan los modos activos Raman presentes en dichos compuestos.

M101797 Fotoluminiscencia y vidas medias a altas presiones del $\text{LiNbO}_3:\text{Cr}^{3+}$ codopado con W^{4+} . Marco Antonio Sanchez Alejo* (marco_sanchez_alejo@ciencias.unam.mx), UNAM; Fernando Rodriguez Gonzalez (fernando.rodriguez@unican.es), UNICAN; Antonio Barreda (barredaja@unican.es), UNICAN; Hector Murrieta Sanchez (murrieta@fisica.unam.mx), IFUNAM; Cristina Flores (cflores@fisica.unam.mx), IFUNAM; Ignacio Camarillo Garcia (cgarcia@fisica.unam.mx), UAM; Jose Manuel Hernandez Alcantara (josemh@fisica.unam.mx), IFUNAM; Enrique Camarillo Garcia (cgarcia@fisica.unam.mx), IFUNAM; *Expositor.

El niobato de litio (LiNbO_3) es un material de mucho interés dentro de la investigación científica debido a sus interesantes propiedades que le permite ser usado en distintas aplicaciones, particularmente cuando es dopado con impurezas, tierras raras o metales de transición. Al doparlo con Cr^{3+} presenta una amplia banda ancha de emisión en la región del infrarrojo de 700-1100 nm. Desde hace mucho tiempo existe un extenso debate en torno a los diferentes centros ópticos y los posibles sitios que ocupa el ion Cr^{3+} dentro de su red cristalina. En el presente trabajo se creció un cristal de LiNbO_3 codopado con W^{4+} , semejante en radio iónico al Cr^{3+} . Se presentan los resultados de la emisión óptica y sus vidas medias en función de la presión, alcanzando 25 GPa, utilizando una celda de yunque diamantes (DAC). Se encontró un posible nuevo centro óptico.

M101829 Estudio del transporte y el efecto termoelectrico en materiales de baja dimensión I. Rodríguez-Vargas (hola@hola.com), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad Esquina con Paseo La Bufa s/n, 98060 Zacatecas, Zacatecas, México.; O. Navarro (hola@hola.com), 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.; Outmane Oubram (hola@hola.com), Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Morelos, México.; E.J. Guzmán* (desconocido@desconocido.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Avenida Francisco J. Múgica s/n, Ciudad Universitaria, 58030 Morelia, Michoacán, México.; *Expositor.

En años recientes, la investigación en materiales bidimensionales se ha incrementado exponencialmente debido a las extraordinarias propiedades electrónicas descubiertas en grafeno, por lo que son considerados de gran importancia para potenciales aplicaciones en espintrónica. Teóricamente, se ha demostrado que las propiedades intrínsecas de los materiales bidimensionales, como el intenso acoplamiento espín-órbita y un amplio gap de energía, permiten modular y diferenciar el transporte de los portadores de acuerdo con las componentes de espín y valle. Además, la redistribución de la densidad de estados, causada por la reducción de la dimensionalidad y el confinamiento cuántico, concede la oportunidad de aumentar en gran medida la eficiencia termoelectrica. Esto traería grandes beneficios al aprovechar el calor como una nueva fuente de energía.

M1044 Evolución temporal del enredamiento cuántico en modelos de interacción de radiación y materia Alejandra Del Río Lima* (alejandra-delrio@outlook.com), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Octavio Héctor Castaños Garza (ocasta@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La interacción de una cavidad entre un átomo de dos niveles y un campo electromagnético unimodal en la región de microondas es estudiada en el modelo de Jaynes-Cummings. Para este propósito se determinó la evolución temporal de diferentes estados iniciales del sistema compuesto átomo-campo electromagnético. Para todos los casos se calculan las probabilidades de ocupación del átomo y las correlaciones campo-materia del sistema mediante el cálculo de la entropía lineal. También se muestra el comportamiento de la luz en el espacio fase mediante la determinación de las funciones de Wigner y Husimi

M10141 GRÁVICO: Desarrollando Tecnologías Cuánticas en México José Luis López González* (luisideas@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; John Alexander Franco Villafañe (jofravail@gmail.com), CONACyT; Eduardo Gómez García (egomez@ifisica.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Lina Hoyos Campo (lunaysol77@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; José Ignacio Jiménez Mier Y Terán (jimenez@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandra López Vázquez (lopezvalezandra21@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Mauricio López Romero (jm.lopez@cinvestav.mx), Cinvestav; Ricardo Méndez Fragoso (rich@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Joaquín Gerardo Raboño Borbolla (joaquin.rabono@cinvestav.mx), Cinvestav; Fernando Ramírez Martínez (ferama@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Diego Alegría Meza (lunaysol77@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Eduardo De Carlos López (edlopez@cenam.mx), Centro Nacional de Metrología; Jesús Flores Mijangos (fomije@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Saeed Hamzeloui (s.hamzeloui@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Karina Jiménez García (karina.jimenezgarcia@cinvestav.mx), Cinvestav; Dai López Jacinto (lunaysol77@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Víctor Manuel Valenzuela Jiménez (vjimenez@uas.edu.mx), 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. Su principal objetivo es el

desarrollo de un Gravímetro Cuántico Portátil. Este instrumento pasará a ser el primer dispositivo para medir gravedad en el país que emplea Tecnologías Cuánticas. Su diseño y construcción permitirá realizar mediciones absolutas de la aceleración de la gravedad. Esto se logrará mediante la implementación de un interferómetro atómico que detectará el cambio de fase en los estados cuánticos de una nube de átomos fríos en caída libre. El Gravímetro Cuántico Portátil constará principalmente de tres módulos: una fuente láser estabilizada y de ancho de línea angosto, un sistema de modulación para la generación de múltiples haces, y por último, una cámara de ultra alto vacío estabilizada a vibraciones mecánicas. Aplicaciones: localización mantos acuíferos, hidrocarburos, minerales, fallas tectónicas; sensores, navegación.

M10288 Simetría $Sp(4, R)$ del Hamiltoniano más general de un sistema de dos niveles Didier Ojeda Guillén* (dojedag@ipn.mx), Escuela Superior de Computo - Instituto Politécnico Nacional; Manuel Salazar Ramírez (escomphysics@gmail.com), Escuela Superior de Computo - Instituto Politécnico Nacional; Roberto Daniel Mota Esteves (rdmota@yahoo.com.mx), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica "Culhuacán" - Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.

En este trabajo construimos los generadores del grupo $Sp(4, R)$ y las relaciones de conmutación que satisfacen, partiendo de las realizaciones bosónicas de los grupos $SU(1, 1)$ y $SU(2)$. Con ello, introducimos el Hamiltoniano más general de un sistema de dos niveles en una geometría bidimensional y demostramos que este problema posee la simetría $Sp(4, R)$.

M10336 Probability of the transfer of a single signal in a linear chain of N qubits José Eladio Hernández Vázquez* (eladiohv2122@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Manuel Avila Aoki (manvllk@yahoo), Universidad Autónoma del Estado de México; María De Lourdes López García (benyana21@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Juvenal Rueda Paz (juvenal.rueda@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

It is assumed that the two z -components of a spin-1/2, denoted by \uparrow and \downarrow , codify a qubit. Thus, a linear chain of N qubits is considered. We propose a xx Hamiltonian that describes the linear chain of N qubits. It is found that if there exist a not null interaction between the two extreme qubits allocated each at the two opposite ends of the linear chain of N qubits then the probability of transfer of a single signal from one end to the other end of the chain is not null.

M10338 Generalización de las transformadas de Darboux en mecánica cuántica Moisés Mirto López* (mmirto141404@gmail.com), Facultad de Ciencias Físicomatemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de

Puebla; Aurora Yanely Escalante Cruz (*escalantecruzy@gmail.com*), Universidad Autónoma de Tamaulipas; Mario Alberto Maya Mendieta (*mmaya@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

Las transformadas de Darboux (TD) son una herramienta para la solución de ecuaciones diferenciales de segundo orden. Se presenta un método para encontrar TD de la ecuación unidimensional de Schrödinger. Primero se enuncian las TD conocidas, se precisa la construcción, clasificación y propiedades de las mismas con base a la relación que existe con la ecuación de Riccati. La solución general de la ecuación Riccati conduce a la generalización de las TD. Tal generalización facilita la construcción de potenciales isoenergéticos generalizados y sus soluciones. A partir de este método constructivo demostramos la conexión que existe entre una TD y la factorización SUSY QM de un Hamiltoniano general. Como una aplicación útil de las TD, consideramos el potencial del oscilador armónico. Finalmente se propone un teorema, el cual permite un análisis más detallado del comportamiento de los nuevos potenciales y sus soluciones en un dominio finito, y lo aplicamos al potencial de Pöschl-Teller.

M10342 **Criterio para construir operadores de ascenso y descenso en mecánica cuántica** Diana Ivonne Huitzil Sosa* (*diana_lucerina@alive.com*), Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Alberto Maya Mendieta (*mmaya@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El método llamado de factorización para encontrar soluciones exactas de la ecuación de Schrödinger requiere de los operadores de ascenso y descenso los cuales sirven para que, conociendo una solución correspondiente a una energía dada, se pueda encontrar la solución para el estado de energía por arriba y por abajo, respectivamente. Es necesario entonces construir esos operadores, también llamados de escalera. Esta nos una tarea trivial para un sistema cuántico nuevo, pues aunque se han publicado trabajos sobre cómo construir esos operadores de escalera, los criterios sobre cómo hacerlo no son triviales. En este trabajo proponemos un mecanismo para realizar esa tarea, y lo aplicamos primero a casos conocidos y luego a otros sistemas y finalmente usamos nuestro método de manera inversa para fabricar nuevos sistemas cuánticos con solución exacta.

M10381 **Aproximación adiabática para solitones de la ecuación no lineal de Schrödinger** Máximo Augusto Aguero Granados (*maksim@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; Misael Erikson Magaña Palma* (*mmaguia@hotmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; Vladimir Serkin (*vserkin@yahoo.com*), Benemérita Universidad Autónoma del Estado de Puebla; Tatyana Belyaeva Leonidovna (*betale01@yahoo.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

Se estudia la interacción de solitones de la ecuación no lineal de Schrödinger (NLSE) basada en la aproximación adiabática de los parámetros de la solución perturbada. Se aplican las perturbaciones tipo ganancia y absorción en el análisis de la dinámica de los solitones. Estados ligados aparecen tanto con o sin la presencia de perturbaciones. Se muestra que el impacto de absorción en fase resulta en la reducción de la amplitud de la solución, de manera que, el periodo de oscilaciones de la pareja solitónica y la distancia relativa entre ellos se incrementa. En el caso de amplificación, la amplitud se incrementa ocurriendo una atracción entre los solitones.

M10385 **Solitones ópticos topológicos y no topológicos en la ecuación cúbica quinta de Schrödinger** Leonardo Consuelo Arriaga* (*leo.fisico@hotmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; Ma. De Lourdes Nájera López (*malourdesnl@yahoo.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; Máximo Augusto Aguero Granados (*maksim@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.

Se estudia la propagación de pulsos no lineales en fibras ópticas mediante la ecuación no lineal cúbica quinta de Schrödinger. Tomando en cuenta como eje central a las soluciones solitónicas de la ecuación no lineal cúbica quinta de Schrödinger se exponen diferentes aspectos fundamentales de la física no lineal de campos como cargas topológicas y no topológicas, y el método de analogía mecánica. Como consecuencia de estas generalizaciones, la dinámica de los pulsos ópticos y sus características se pueden realizar de manera eficiente.

M10428 **Estados ligados en las energías del continuo** Enriqueta Hernández Saldaña* (*queta@fisica.unam.mx*), INSTITUTO DE FÍSICA, UNAM; Antonio Jáuregui Díaz (*jauregui@guaymas.uson.mx*), UNIVERSIDAD DE SONORA; *Expositor.

Los estados ligados en las energías del continuo $E > 0$, conocidos como BICs son una parte muy interesante e importante del espectro de energías de un sistema cuántico. Estos estados se manifiestan en diferentes fenómenos de la física y son el resultado de mecanismos de confinamiento fundamentalmente muy diferentes de los de los estados ligados convencionales. En este trabajo presentamos una breve descripción de estos estados y algunos mecanismos de confinamiento que los generan.

M10667 **Tunelamiento en sistemas multicapas con campos magnéticos singulares** Alfonso Moisés Anzaldo Meneses* (*answald@ymail.com*), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.

Se estudia el tunelamiento electrónico en sistemas multicapas bajo campos magnéticos singulares de tipo Aharonov-Bohm para dilucidar posibles efectos topológicos. Se muestra que es posible aplicar los métodos usuales de la teoría

cuántica de la dispersión a este problema, incluyendo acoplamiento fuerte. Se obtienen diversos resultados analíticos que conducen a interesantes efectos físicos producidos por las fases geométricas involucradas.

M10698 **Los operadores de escalera como generadores de sistemas cuánticos** *Guadalupe Sandoval Moreno** (*orion99954@gmail.co*), *Facultad de Ciencias Físicomatemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Mario Alberto Maya Mendieta* (*mmaya@fcfm.buap.mx*), *Facultad de Ciencias Físicomatemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; **Expositor*. Para resolver la ecuación de Schrödinger se emplean varios mecanismos. Uno de ellos es el de factorización, el cual es esencialmente algebraico y tiene la virtud de ser sencillo. Consiste en encontrar, dado un potencial, un par de operadores de escalera con los cuales se generan todas las funciones de onda, además del espectro de energías. Pero el principal problema del método de factorización es que no es aplicable a todo sistema cuántico. En este trabajo empleamos un mecanismo inverso: proponemos operadores de escalera y construimos un conjunto de funciones; posteriormente se forma el potencial correspondiente. El método tiene dos etapas, la primera es matemática: construir ese conjunto de funciones; la segunda es el análisis desde el punto de vista físico y concluir si ese conjunto representa a un sistema cuántico. Aplicamos nuestro método, primero a casos conocidos, lo cual nos permite comprobar su validez, y luego lo usamos para construir nuevos sistemas cuánticos.

M10720 **Estados de un sistema con acoplamiento cíclico** *Benjamín Raziél Jaramillo Ávila** (*jaramillo@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*; *Javier Naya Hernández* (*javier.naya.hdez@gmail.com*), *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey*; *Sara María Toxqui Rodríguez* (*sara97mr@gmail.com*), *Universidad de las Américas*; *Blas Manuel Rodríguez-Lara* (*bmlara@tec.mx*), *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey*; **Expositor*.

Estudiamos la evolución temporal de un sistema de n niveles idénticos acoplados mediante un Hamiltoniano con simetría cíclica representada por el grupo Z_n . Además, estos estados se acoplan a un estado adicional. Explotamos la simetría cíclica del Hamiltoniano para obtener los eigenestados y sus energías. La evolución de este sistema es equivalente a la teoría de modos acoplados en un arreglo común en fibras ópticas multinúcleo: n núcleos idénticos distribuidos simétricamente alrededor de un núcleo central. En este contexto, nuestra solución es una extensión de soluciones previas, que solo consideraban los acoplamientos entre primeros vecinos; Nosotros incluimos los acoplamientos entre todos los pares de núcleos. Además, comparamos los modos calculados analíticamente con simulaciones numéricas de elemento finito y encontramos una buena coincidencia entre estos métodos alternativos.

Nuestro análisis permite una descripción más precisa del acoplamiento entre las fibras ópticas.

M10724 **Desarrollo de un sistema de fotones entrelazados** *Arturo Agustín Castellanos Posadas** (*castellanosarturo@outlook.com*), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*; *Carlos Gerardo Treviño-Palacios* (*carlost@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*; **Expositor*.

Este trabajo está dirigido a realizar estudios de fotones entrelazados en experimentos de óptica cuántica. Para el desarrollo de este sistema se usaron pares de fotones entrelazados en polarización, generados por generación paramétrica óptica (OPG) en cristales de triborato de litio (LBO) mediante el método de amarre de fase no crítico (NPM) empleando una fuente pulsada de $2 \mu\text{J}$ con duración de 200 fs y repetición de hasta 300 kHz . Midiendo la polarización de pares de fotones en un estado entrelazado se registraron los tiempos de detección de cada fotón, calculamos las correlaciones entre ellos a lo largo de diferentes direcciones y distancias, en el trabajo se presentan tanto la teoría como los resultados experimentales del sistema óptico, los resultados obtenidos dan paso a la mecánica cuántica como el concepto más cercano a la realidad.

M10726 **Control espacial de parejas de fotones generadas en el proceso de conversión paramétrica descendente usando aperturas con haces de bombeo Bessel-Gauss** *Dalia Gutiérrez López* (*dalia@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias UNAM*; *Mónica Maldonado Terrón* (*monica.mterror@gmail.com*), *Instituto de Ciencias Nucleares UNAM*; *Raúl Josué Hernández Hernández** (*josue.hernandez@correo.nucleares.unam.mx*), *Conacyt-Instituto de Ciencias Nucleares UNAM*; *Héctor Cruz Ramírez* (*hector.cruz@nucleares.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Nucleares UNAM*; *Rocío Jáuregui Renaud* (*rocio@fisica.unam.mx*), *Instituto de Física UNAM*; *Alfred Barry U'Ren Cortés* (*alfred.uren@correo.nucleares.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Nucleares UNAM*; **Expositor*.

En este trabajo demostramos experimentalmente y teóricamente junto con simulaciones numéricas, un método simple y robusto que permite controlar las propiedades espaciales de las parejas de fotones generadas en el proceso de conversión paramétrica descendente espontánea (SPDC, por sus siglas en inglés) con un haz de bombeo Bessel-Gauss de orden cero. Utilizando una apertura rotante tipo semiplano, mostramos que las condiciones de empatación de fase para haces no paraxiales pueden controlarse simplemente cambiando la orientación de la apertura. Bloqueando parcialmente el haz de bombeo, seleccionamos exclusivamente uno de los dos conos individuales que componen el espectro angular en el proceso de SPDC o una parte de ambos conos. Con éste método también determinamos la forma y orientación del espectro angular condicional. Éste control de las propiedades

espaciales en SPDC pueden ser útiles en protocolos de procesamiento de información cuántica.

M10752 Estudio cuántico de una cavidad optomecánica con dos espejos móviles *Josué Rodríguez Lima** (*josuejhk@gmail.com*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Luis Manuel Arévalo Aguilar* (*larevalo@fcfm.buap.mx*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; *Carlos Ignacio Robledo Sánchez* (*crobledo@fcfm.buap.mx*), *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*; **Expositor.*

El estudio de la presión de radiación en una cavidad optomecánica usando el formalismo de la mecánica cuántica ha llevado a predecir y comprobar una variedad de efectos cuánticos entre los que se encuentra el enredamiento cuántico, que es de gran interés, producido entre un oscilador mecánico y un modo del campo electromagnético.

En este trabajo se parte del modelo usado por W. Ge y M. S. Zubairy para usarlo en una representación del sistema tripartito en el que se tiene un estado cuántico coherente asociado a cada oscilador mecánico, quitando así la restricción impuesta a los osciladores de confinarlos a su estado base. Una vez obtenida la evolución del sistema se encuentra un estado enredado tripartito por lo que partiendo de las ideas propuestas por K. Banaszek y K. Wdkiewicz, por un lado; y de S. Mancini, V. I. Man'ko y P. Tombesi por otro se realiza un análisis en el espacio fase de dicho sistema haciendo uso de la función de Husimi (también llamada función Q)

M10759 ¿Por qué una pareja de espines en estado enredado no tiene que cumplir la desigualdad de Bell? *Ana María Cetto Kramis** (*ana@fisica.unam.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Luis De La Peña Auerbach* (*luis@fisica.unam.mx*), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Andrea Valdés Hernández* (*andrea@fisica.unam.mx*), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor.*

En el marco del formalismo del espacio de Hilbert se realiza un análisis detallado de la correlación de las proyecciones de espín de un sistema bipartita en estado enredado. Este análisis permite poner en evidencia la ilegitimidad del proceso seguido en la derivación de las desigualdades tipo Bell, el cual consiste en combinar en una sola fórmula los eigenvalores de las proyecciones de espín correspondientes a diferentes parejas de direcciones. El hecho de que la correlación cuántica viole tales desigualdades no constituye, por lo tanto, una prueba contra el realismo local del fenómeno cuántico.

M10847 Study of the combined effects of a Kerr nonlinearity and a two-level atom upon a single nonstationary cavity mode *Alejandro Paredes Juárez** (*alejandro.paredes@icf.unam.mx*), *Instituto de Ciencias Físicas - Universidad Nacional Autónoma de México*; *José Francisco Récamier Angelini* (*pepe@icf.unam.mx*),

Instituto de Ciencias Físicas - Universidad Nacional Autónoma de México; **Expositor.*

We study a simple version of the dynamical Casimir effect in a single electromagnetic cavity mode containing a Kerr medium and a two-level atom. We obtain approximate expressions for the time-evolution operator valid at short times and/or low average photon number. We have found an interplay between the effect of the nonlinear Kerr medium, which is to decrease the growth of photon generation from the vacuum state, and that of the two-level atom, which is to increase the photon generation. We explore an ample range of Hamiltonian parameters going from the resonant to the dispersive regimes.

M101046 Predicción de decoherencia en una compuerta CPHASE ecuaciones modificadas de Schrödinger *César Eduardo Damián Ascencio** (*cesar.damian.ascencio@ugto.mx*), *Universidad de Guanajuato*; *Jhon Alejandro Montañez Barrera* (*ja.montanezbarrera@ugto.mx*), *Universidad de Guanajuato*; *José Amparo Andrade Lucio* (*andrade@ugto.mx*), *Universidad de Guanajuato*; *Sergio Cano Andrade* (*sergio.cano@ugto.mx*), *Universidad de Guanajuato*; **Expositor.*

En este trabajo basado en modificaciones de la ecuación de Schrödinger se presenta un modelo para predecir la pérdida de coherencia en un sistema de dos qubits con protocolo CPhase. Los resultados muestran una buena aproximación entre el modelo presentado y resultados experimentales [1]. Esto provee un modelo alternativo que permite predecir la decoherencia desde el punto de vista de irreversibilidades internas en el sistema y una forma de entender la decoherencia que permita prever la pérdida de información en algoritmos cuánticos sin parámetros libres.

[1] M. D. Shulman, O. E. Dial, S. P. Harvey, H. Bluhm, 491 V. Umansky, and A. Yacoby, "Demonstration of entanglement of electrostatically coupled singlet-triplet 493 qubits," *Science*, vol. 336, no. 6078, pp. 202–205, 2012.

M101071 Ecuación estocástica de Schrödinger para el oscilador armónico disipativo *Jaqueline Nicole Sánchez González** (*jaqueline.sanchez@alumnos.udg.mx*), *Universidad de Guadalajara*; *Hugo Adrian Ortega Rosales* (*adrian.ortegar@alumnos.udg.mx*), *Universidad Nacional Autónoma de México*; *Thomas Gorin* (*thomas.gorin@ucei.udg.mx*), *Universidad Tecnológica de Dresden*; **Expositor.*

La SSE es un método para calcular la dinámica completa de un sistema cuántico abierto. Si el sistema en cuestión consiste de varios grados de libertad y/o si su dinámica es compleja, la SSE es muy superior a otros métodos, como por ejemplo la solución de la ecuación maestra como sistema de ODEs. Nuestro objetivo consiste en estudiar la SSE en un ejemplo sencillo, que permite determinar la eficiencia y exactitud del método. Para ello usamos el oscilador armónico cuántico acoplado a un reservorio a temperatura cero. Nos concentramos en la evolución temporal que

los primeros y segundos momentos de los operadores de posición y momento. Implementamos la SSE con dos esquemas diferentes, el de Euler y el de Runge-Kutta de cuarto orden. En ambos casos, el máximo error de la solución numérica depende principalmente del tamaño de los pasos en el tiempo. Proporcionamos un análisis cuantitativo de la relación entre error máximo, tamaño de los pasos en el tiempo, y el tiempo de cómputo.

M101243 Efectos colectivos en las transiciones de fase cuánticas *Andrei B. Klimov (klimov@cencar.udg.mx), Moscow Physics and Technical Institute (Theoretical Physics); Robinson Patricio Gómez Núñez (nivor85@gmail.com), Universidad de Guadalajara; Carlos Alberto Muñoz Villegas* (carlosmv.fis@gmail.com), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

Se analiza el efecto de la transición de fase cuántica en un conjunto de N spines desde el punto de vista macroscópico. Para ello se introduce una quasidistribución discreta que contiene la información no redundante y completa sobre los observables colectivos, que caracterizan las propiedades globales del sistema. Las propiedades analíticas de dicha cuasidistribución permiten introducir un novedoso criterio que para la detección de las transición de fase cuántica de cualquier orden de una manera sistemática, y, además, predecir los parámetros de orden lo más adecuados para poder observar estas transiciones de fase. El funcionamiento de nuestro método se demuestra en diferentes ejemplos, incluyendo el modelo de Ising en el campo transversal y anisotrópico, y el efecto de percolación. El procedimiento se generaliza para el caso de temperaturas bajas.

M101265 Simulación de la Transformada de Radón en la Detección Homodina. *Erick Barrios Barocio* (e.barrios@ciencias.unam.mx), Unidad Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional; Víctor Manuel Velázquez Aguilar (vicvela@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Sara Guadalupe Cruz Y Cruz (sgcruz@ipn.mx), Unidad Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

La Tomografía Cuántica por Detección Homodina es un método de detección de luz con propiedades cuánticas, el cual es de relevancia en metrología e información cuántica. Este método utiliza la Transformada de Radon (la cual tiene aplicaciones de física medica) para reconstruir la función de Wigner de un estado del campo electromagnético a partir de múltiples proyecciones de sus cuadraturas. Un obstáculo común en la implementación experimental en tiempo real de este método es el consumo de recursos de cómputo altamente demandante. Así, la forma en que se realiza la discretización de la transformación y el ajuste de sus parámetros para optimizar el proceso de cómputo de datos es de vital importancia para aplicaciones en tiempo real. En este trabajo presentamos un primer avance del

estudio y simulación de este método tomográfico con el propósito de estimar los parámetros óptimos que permiten minimizar el tiempo de cómputo sin comprometer la calidad de la reconstrucción.

M101285 Comunicación cuántica contrafactual con fotones *Jorge Gustavo Hirsch Ganievich (hirsch@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares; Miguel De Jesús González Martínez* (mjgm.fisica@ciencias.unam.mx), Universidad Politécnica de Chiapas; *Expositor.*

El protocolo de comunicación cuántica contrafactual permitiría la comunicación a través de un canal de transmisión entre dos partes, sin que “necesariamente se transmite” ninguna señal, partícula o ente físico entre las dos partes que transporte la información. Como parte de mi trabajo de tesis, desarrollé una investigación sobre el protocolo de comunicación cuántica contrafactual, que surgió como una de las primeras aplicaciones de mediciones libres de interacciones. Éste consiste en utilizar una serie de interferómetros Mach-Zehnder anidados y encadenados (aunque se puede implementar con otros) para establecer un canal de comunicación entre dos partes. El hecho de enviar partículas individuales es lo que garantiza la contrafactualidad. También se realizó el análisis agregando pérdidas utilizando elementos ópticos comerciales en aire y en fibra óptica. Además, para evaluar la calidad de la comunicación, se analiza la distingibilidad de los arreglos y las fugas.

M101325 Localization and Artificial Gauge Fields in Quantum Optical Lattices *Adolfo Alejandro Hernández Cásarez* (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 neutral atoms can be used for quantum simulation of Lattice Gauge Theories specially those involving $U(1)$ which correspond to magnetic fields[1,2]. We study 2D system in an optical lattice inside a High-Q cavity, generating a Quantum Optical Lattice[3,4,5] subject to artificial gauge fields. Interesting features such as the Hofstadter’s Butterfly spectrum[6], particle-hole symmetries and competing localization effects are investigated. [1]Yu-Ju and I. B. Spielman. *J. Phys. B.* 49, 183001 (2016) [2]N. Goldman, J. C. Budich and P. Zoller, *Nat. Phys.* 12, pages 639 (2016). [3]R. Landig, et. al, *Nature (London)* 532, 476 (2015). [4]S. F. Caballero-Benitez and I. B. Mekhov, *Phys. Rev. Lett.* 115, 243604 (2015). [5]S. F. Caballero-Benitez, G. Mazzucchi, and I. B. Mekhov, *Phys. Rev. A* 93, 063632 (2016). [6]M. Lewenstein, A. Sampera, and V. Ahufinger, *Ultracold Atoms in Optical Lattices: Simulating Quantum Many-Body Systems* (Oxford University Press, New York, 2012).

MI01359 Entanglement measures for W-class states in noninertial frame *Shihai Dong** (*dongsh2@yahoo.com*), *CIDETEC,IPN*; **Expositor*.

We present the entanglement measures of a tetrapartite W-Class entangled system in noninertial frame, where the transformation between Minkowski and Rindler coordinates is applied. Two cases are considered. First, when one qubit has uniform acceleration whilst the other three remain stationary. Second, when two qubits have nonuniform accelerations and the others stay inertial. The 1-1 tangle, 1-3 tangle and whole entanglement measurements are studied and illustrated with graphics through their dependency on the acceleration parameter.

MI01407 Generación garantizada de enredamiento genuino en sistemas de 3 qubits *Andrea Valdés Hernández* (*andreavh@fisica.unam.mx*), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Víctor Hernán Torres Brauer** (*vikohbt1@gmail.com*), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México*; *Fernando Santiago Zamora Buen Abad* (*fsantiagoz1994@gmail.com*), *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor*.

Con el propósito de identificar los procesos apropiados que garanticen la emergencia de enredamiento genuino en sistemas de tres qubits, consideramos un sistema de dos qubits inicialmente enredados, uno de los cuales interactúa con un tercer qubit bajo una evolución unitaria arbitraria. Empleando el formalismo de los operadores de Kraus para describir la evolución del sistema, establecemos condiciones suficientes y necesarias sobre dichos operadores para determinar si el estado evolucionado posee enredamiento bipartido, o enredamiento genuino tipo W o tipo GHZ. Nuestros resultados permiten clasificar los operadores de Kraus de acuerdo con su capacidad para producir enredamiento, y sientan las bases para establecer el tipo de operaciones que deben implementarse para crear y distribuir enredamiento de una forma específica.

MI01416 Detección de las oscilaciones de espín electrón-núcleo de los centros paramagnéticos en el GaAsN: Ecuación maestra *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*; *Hélène Carrere* (*carrere@insa-toulouse.fr*), *Institut National des Sciences Appliquées*; *Xavier Marie* (*xavier.marie@insa-toulouse.fr*), *Institut National des Sciences Appliquées*; *Thierry Amand* (*amand@insa-toulouse.fr*), *Institut National des Sciences Appliquées*; *Vladimir Kalevich* (*kalevich.solid@mail.ioffe.ru*), *Ioffe Physical-Technical Institute of the Russian Academy of Sciences*; *Eugene Ivchenko* (*ivchenko@coherent.ioffe.ru*), *Ioffe Physical-Technical Institute of the Russian Academy of Sciences*; *Andréa Balocchi* (*andrea.balocchi@insa-toulouse.fr*), *Institut Natio-*

nal des Sciences Appliquées; *Azaizia Sawsen* (*azaizia@insa-toulouse.fr*), *Institut National des Sciences Appliquées*; *Alejandro Kunold Bello* (*akb@correo.azc.uam.mx*), *Instituto de Física Universidad Nacional Autónoma de México*; **Expositor*.

Los defectos puntuales en semiconductores son excelentes candidatos para modelar registros cuánticos debido a la interacción hiperfina que acopla sus espines electrónico y nuclear. Recientemente, se ha mostrado que dicho acoplamiento puede ser usado para controlar el tiempo de coherencia del espín de las impurezas en el silicio dopado y en el diamante con nitrógeno. Similarmente, la interacción hiperfina juega un papel decisivo en la dinámica del espín de los centros paramagnéticos en el GaAsN. En este trabajo, proponemos un modelo basado en el enfoque de la ecuación maestra que describe la dinámica de las polarizaciones electrónica y nuclear de los centros en el GaAsN. Basado en los resultados de nuestro modelo diseñamos un protocolo experimental basado en un esquema de pulso prueba que nos permite detectar las oscilaciones de espín electrón-núcleo de los centros paramagnéticos en el GaAsN.

MI01561 Fenómenos críticos en sistemas de espín-bosón *Felix H. Maldonado-Villamizar** (*fmaldonado@inaoep.mx*), *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*; *Blas Manuel Rodríguez-Lara* (*bmlara@tec.mx*), *Tecnológico de Monterrey*; **Expositor*.

Se muestra la importancia del estudio de fenómenos críticos en sistemas compuestos por espines-bosones o similares, ya que estos sistemas constituyen la base de los procesos de almacenamiento, manipulación y transporte de la información. En particular se muestran los tipos de fenómenos que pueden ocurrir en el sistema de más baja dimensionalidad así como su posible extensión a sistemas embebidos en un medio conocido.

MI01611 Transición Cuántico-Clásica en una Mezcla Estadística entre estados bifotónicos SPDC y Coherentes. *Arley Flórez López* (*arley.florezl@udea.edu.co*), *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia*; *Víctor Manuel Velázquez Aguilar* (*vicvela@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, UNAM*; *Diego Alberto Lara Bustillos** (*godie_dalb@ciencias.unam.mx*), *Facultad de Ciencias, UNAM*; **Expositor*.

Las transiciones Cuántico-Clásicas son un problema que aún sigue abierto en la teoría cuántica. Usando como base el experimento clásico de anticorrelación para pares de fotones SPDC, se hizo pasar un haz coherente por el mismo camino óptico para asegurar la indistinguibilidad. Los pesos estadísticos de ambos estados fueron modulados por sus intensidades correspondientes, de forma que la suma se conservara. Se obtuvo una transición más suave en la función de correlación de tercer orden, lo cual concuerda con la descripción teórica. El objetivo principal de este trabajo es encontrar si hay una transición suave del régimen

cuántico al clásico en una mezcla estadística entre estados cuánticos y clásicos. La forma de visualizar esto es a través de la función de correlación de segundo orden $g^2(\tau)$, pues exhibe una diferencia notoria entre los dos tipos de estados.

M101666 **Caos cuántico en transiciones cuántico-clásicas** Benjamín David Mendoza Zárate* (MITHRANDIR_MZ_TS@HOTMAIL.COM), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Diego Alberto Lara Bustillos (GODIE_DALB@CIENCIA.UNAM.MX), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Víctor Manuel Velázquez Aguilar (VICVELA@CIENCIAS.UNAM.MX), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.

El caos cuántico ha sido estudiado en sistemas nucleares, sistemas de espín (entre otros). La novedad de este trabajo es que estudiamos el caso cuántico en la región intermedia de una transición cuántica-clásica de un sistema fotónico. La idea principal es detectar un tren de fotones equidistantes que se dirigen a un divisor de haz polarizado. Con el uso de una lámina de media onda es posible cambiar los pesos de los haces transmitido y reflejado. Observamos dos límites bien definidos: cuando el tren se refleja completamente (límite cuántico) y cuando es cincuenta-cincuenta (límite clásico.) Para poder generar el tren de fotones equidistantes modificamos el experimento de Grangier en la versión de M. Beck, en donde incorporamos un divisor de haz polarizado y una lámina de media honda. La lámina nos permite acceder a la región intermedia en donde se encuentra el caos cuántico.

M101670 **Estudio de una fuente mixta con estados de pares de fotones SPDC y estados coherentes** Josué Cantera Fernández* (JCANTERA@CIENCIAS.UNAM.MX), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Benjamín David Mendoza Zárate (MITHRANDIR_MZ_TS@HOTMAIL.COM), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Víctor Manuel Velázquez Aguilar (VICVELA@CIENCIAS.UNAM.MX), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Diego Alberto Lara Bustillos (GODIE_DALB@CIENCIA.UNAM.MX), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.

Se analizó la función de correlación de segundo orden para una fuente mixta de fotones con dos tipos de estadística. Una fuente cuántica compuesta por pares de fotones de polarización horizontal producidos a través del proceso de conversión paramétrica espontánea descendente SPDC; y otra fuente con estadística poissoniana: un láser HE-NE atenuado de longitud de onda 633nm. Para generar la fuente mixta se mantuvo un número constante de pares de fotones; mientras que en uno de los caminos designados (señal) por la fuente cuántica se incrementaba el número de fotones emitidos por el láser. Para un porcentaje alto de fotones coherentes en la fuente mixta, la magnitud de la función de correlación es cercana a la medición de una

fente cuántica. Esto se debe a que la fuente cuántica de fotones individuales posee un testigo.

M101715 **Aplicación de una generalización del Principio de Correspondencia de Bohr a la ecuación de Dirac** Kevin Giovanni Hernández Beltrán* (kevinhernandezbel@hotmail.com), Universidad de El Salvador; Jorge Alejandro Bernal Arroyo (jorge_bernalarrojo@hotmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Miguel Alfonso Zapata De La Cruz (m.alfonsozapata@hotmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Luis Fernando Madrigal Ayala (lufema96@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.

El Principio de Correspondencia fue enunciado en el año 1913 a raíz de la propuesta del modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno. Éste principio fue modificado por su autor en varias ocasiones, su última forma fue publicada en 1923. El Principio de Correspondencia de Bohr es solo aplicable, en su forma original, para la Mecánica Cuántica antigua. En este trabajo se utiliza una generalización del Principio de Correspondencia de Bohr aplicable a las soluciones de la ecuación de Schrödinger. En particular se muestran los resultados para el pozo cuadrado infinito unidimensional, el oscilador armónico unidimensional, el pozo circular infinito, el átomo de hidrógeno y la caída libre cuántica. Además, se aplica dicha generalización a las soluciones de la ecuación de Dirac para el pozo cuadrado infinito unidimensional y para el oscilador de Dirac. Todos los resultados concuerdan con el comportamiento clásico esperado.

M101812 **La desigualdad de Bell y la criptografía cuántica** Ana Dibert* (ana.dibert@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Agustín Enciso Muñoz (aenciso@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; David Armando Contreras Solórzano (dacs@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.

La teoría de las variables ocultas permiten conocer los parámetros variables del sistema con certidumbre, las cuales están ocultas para la mecánica cuántica. Esta característica de la teoría cuántica no fue tomada en cuenta por muchos años, ya que no había forma de comprobarlo experimentalmente. Bell demuestra matemáticamente que ninguna teoría de variables ocultas puede obtener las mismas predicciones que ofrece la mecánica cuántica y que, además, hizo posible el diseño de experimentos para poner a prueba cualquier teoría local y determinista. Este trabajo presenta la criptografía cuántica, la cual puede implementarse de manera tecnológica usando los principios de las desigualdades de Bell.

M10 Nanociencias y Nanotecnología
Explanada frente a Rectoría

M105 Efecto del dopamiento con heteroátomos en la hidrogenación del volleyballene Alfredo Tlahuice Flores (tlahuicef@gmail.com), University of Texas at San Antonio; María Guadalupe Salas Zepeda* (mariasalaszpd@gmail.com), Centro de Investigación de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.

Se reporta un estudio sistemático del dopaje en el Volleyballene $Sc_{20}C_{60}$ y la hidrogenación de las estructuras relacionadas. El dopaje heteroátomo con átomos de N y P, la hidrogenación con sus estructuras relacionadas con énfasis en: el cambio de sus enlaces, energías de absorción y sus propiedades vibracionales. Todo ello es determinado al dopar con 12 átomos de fósforo al volleyballene $[Sc_{20}C_{48}P_{12}]^{-1}$ produciendo una estructura tetraédrica. De igual forma, al dopar el volleyballene con 12 átomos de nitrógeno $Sc_{20}C_{48}N_{12}$ resulta en una estructura muy similar al volleyballene primario. Las energías de absorción del hidrógeno calculadas para la estructura dopada con N es -0.20 eV/H, aumentando para el caso de la estructura dopada con átomos de P a -0.50 eV/H. Las cuatro nuevas estructuras predichas se certifican como verdaderas por sus espectros IR y Raman, se realizó la asignación de sus señales IR/Raman para facilitar su detección experimental.

M1080 Fabrication of Supercapacitors using Optimized N-Doped Chemically Reduced Graphene Oxide Jorge Valentin Cabrera Salazar (jorge.cabrera@ipicyt.edu.mx), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica; Eduardo Tovar Martinez (eduardo.tovar@ipicyt.edu.mx), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica; Marisol Reyes Reyes (reyes.reyesm@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Roman Lopez-Sandoval* (sandov@ipicyt.edu.mx), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica; *Expositor.

Hemos usado el método solvotérmico con dos disolventes nitrógenados para la reducción del óxido de grafeno (rGO) obtenido por método de Hummer. Se usan DMF y DMA cuyas estructuras químicas son similares, la única diferencia es que átomo de hidrógeno en el DMF se reemplaza por el grupo metilo en el DMA. Además, se han utilizado diferentes concentraciones de GO en el proceso de reducción. En el caso del DMF, se ha propuesto que su efecto reductor proviene de su descomposición en el punto de ebullición en CO, que es un agente reductor y elimina eficazmente el oxígeno en muchos compuestos, y la dimetilamina, que actúa como el dopante de átomos de nitrógeno en el grafeno. Algo similar debería ocurrir cuando DMA se usa en proceso de reducción. En este trabajo, queremos estudiar (1) las diferencias en el proceso de reducción y dopaje con N del GO usando estos dos disolventes y (2) ver diferencias en propiedades fisicoquímicas en el rGO usando distintas concentraciones de GO.

M1084 Comportamiento magnético de cúmulos de Co, Cu, Au puros y nanoaleaciones Co@Cu

y Co@Au, con 43 átomos. 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 resultados de las propiedades magnéticas de cúmulos puros de Co, Cu y Au así como de las nanoaleaciones del tipo Co@Cu y Co@Au, nuestros resultados muestran un mezclado favorable de los átomos. El estudio fue realizado dentro del marco de la teoría de la funcional de la densidad implementada en el código VASP. Este trabajo se hizo con el apoyo de CONACyT con el proyecto dentro del Fondo Sectorial de Investigación para la Educación con número de referencia 237882.

M10164 The Pin2 cationic antimicrobial peptide forms torodial pores in target membranes Brandt Bertrand* (brandt@icf.unam.mx), ICF-UNAM; Carlos Muñoz-Garay (cgaray.icf.unam@gmail.com), ICF-UNAM; Gerardo Corzo (corzo@ibt.unam.mx), IBT-UNAM; Iván Arenas Sosa (ivan@ibt.unam.mx), IBT-UNAM; Pablo Luis Hernández-Adame (pabloayae_2@hotmail.com), UASLP; Jaime Ruiz-García (jaime@mail.ifisica.uaslp.mx), UASLP; Arturo Galván-Hernández (arturo@icf.unam.mx), ICF-UNAM; Iván Ortega-Blake (ivan@fis.unam.mx), ICF-UNAM; José-Luis Velasco-Bolom (luis_2000_1000@hotmail.com), ICF-UNAM; Ramón Garduño-Juárez (ramon@icf.unam.mx), ICF-UNAM; *Expositor.

The antimicrobial peptide (AMP) Pandinin 2 (Pin2) was first isolated and characterized from the African scorpion Pandinus imperator in 2001. Unfortunately, this AMP also presents high hemolytic activity that impedes its clinical application. Thus, in 2011 a mutant (Pin2 [GVG]) was designed that maintained its antibacterial activity, but was less cytotoxic. Before this study little was known about how these AMPs function. Here we described the factors that determine their activity and specificity, and elucidated their mechanism by using multiple biophysical approaches including Liposome Models, Fluorescence, Atomic Force Microscopy, Dynamic Light Scattering, Electrophysiology, Langmuir Monolayers, Brewster Angle Microscopy and Molecular Dynamics.

M10177 SYNTHESIS OF Fe₃O₄ OXIDES NANO-PARTICLES PRODUCED BY A CO-PRECIPIATION METHOD WITH L-CYS FOR OIL REMOVAL Omar Zendejas Martínez* (omar.zendejas123@gmail.com), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; Pablo Samuel Schabes Retchkiman (SCHABES@FISICA.UNAM.MX), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Fe₃O₄ Oxides nano-particles have received special attention during the recent years because of their numerous applications. In this work we report the synthesis and

characterization of Fe₃O₄ Nanoparticles stabilized by L-cysteine by a co-precipitation method, based on a method developed by Cao et al. 1. The obtained, magnetic nanoparticles were characterized by Transmission electron microscopy, High-Resolution Electron microscopy and X-ray EDS in a JEOL 2000 FX at IFUNAM, Mexico². The results clearly indicate that Fe₃O₄ Oxides nano-particles have been synthesized, that their sizes were very much homogeneous between 3-9 nm, that the particles were covered by the L-cysteine. Further work on the removal of oil reactants is the following step. 1.- H. Cao et al, Applied >Surf. Sci. 301(2014) 244-249 2.- We acknowledge technical help by LACMIF personnel at IFUNAM, especially D. Quiterio, R. Hernandez-Reyes and S. Tehuacanero Cuapa.

M10248 **Síntesis y caracterización de nanofibras de KNbO₃** Lorena Zamarrón Montes* (*lorena.zamarron@cimav.edu.mx*), Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C; Francisco Espinosa Magañana (*francisco.espinosa@cimav.edu.mx*), Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C; José Jesús Carlos Quintanar Sierra (*carlos_quintanar@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Martha Teresita Ochoa Lara (*martha.ochoa@cimav.edu.mx*), Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C; Jesús Enrique Sosa Marquez (*jesus.sosa@cimav.edu.mx*), Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C; *Expositor.

El niobato de potasio es un material que presenta piezo y ferroelectricidad, de ahí la importancia de su estudio. En este trabajo se sintetizaron nanofibras de KNbO₃ por el método de electrospinning. Para la síntesis de estas, se emplearon como precursores acetato de potasio y etóxido de niobio, además de solventes como acetil acetona y 2-metoxietanol. Una vez obtenidas las fibras poliméricas, se caracterizaron por Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) para verificar su morfología y los diámetros. Luego, se realizó un análisis simultáneo TGA-DSC para determinar la temperatura a la cual se encuentra la fase deseada de KNbO₃. Una vez calcinadas, se obtuvieron difractogramas de Rayos-X para verificar la obtención de la fase deseada. Posteriormente, se realizó una caracterización con Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM), para observar la morfología y tamaño de las nanopartículas que conforman las nanofibras. Finalmente, se estudió la estructura electrónica mediante EELS.

M10389 **El estudio de las especies reactivas se originó a partir de la interacción de la nanopartícula de sílice, el cisplatino y el agua de la célula cancerosa cuando se aplica radiación gamma.** Juan Martín Montejano Carrizales* (*jmmc@ifisica.uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; María Eufemia Fernández García (*maria.fernandez@inin.gov.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Mario Moranchel Y Rodríguez (*mmoranchel1508@gmail.com*), Instituto Politécnico Nacional; Hilarión Si-

món Cruz Galindo (*simon.cruz@inin.gov.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Guadalupe López Laurrabaquio (*guadalupe.lopez@inin.gov.mx*), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.

Sobre la superficie de la nanopartícula de sílice (alrededor de 6 nm de diámetro) se deposita cisplatino; Este sistema compuesto está hecho para interactuar con la célula cancerosa. Posteriormente se aplica radiación gamma a esta estructura biológica. Se analizan las diferentes especies reactivas que se originan en el agua que rodea el núcleo celular. El procedimiento aplicado al sistema que se describió anteriormente se realiza a través de la simulación computacional de la dinámica molecular clásica y ab-initio, y Monte Carlo.

M10390 **Síntesis de compuestos de ZnO/ZnS/CuS para estudio de la fotoactividad bajo irradiación visible.** Marcela Del Carmen Arellano Cortaza* (*marce.are@gmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Manuel González Solano (*manuel.gonzalez@ujat.mx*), UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO; María Guadalupe Hernández Cruz (*maria.hernandez@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Reymundo Ramírez Betancour (*reymundo.ramirez@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Germán Pérez Hernández (*german.perez@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Erik Ramírez Morales (*erik.ramirez@ujat.mx*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Lizeth Rojas Blanco (*lizeth.rojas@ujat.mx*), UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO; *Expositor.

En este trabajo se sintetizó ZnO/ZnS/CuS por el método de microondas. Se llevó a cabo en 3 fases, la primera con la síntesis del ZnO utilizando Zn(CH₃COO)₂ 2(H₂O) como precursor, la segunda fase, utilizando el ZnO previamente sintetizado junto a la C₂H₅NS con radiación de microondas para la obtención del ZnO/ZnS. Finalmente, en tercera fase para la síntesis de la heteroestructura ZnO/ZnS/CuS se empleó el ZnO/ZnS obtenido y Cu(NO₃)₂ 3(H₂O) mediante el intercambio catiónico. Los polvos de ZnO, ZnO/ZnS y ZnO/ZnS/CuS se caracterizaron por DRX, MEB, FTIR, espectroscopía raman y UV-Vis. La actividad fotocatalítica se evaluó con usando naranja de metilo y azul de metileno. Los resultados mostraron que la heteroestructura de ZnO/ZnS/CuS presenta mayor actividad fotocatalítica bajo luz visible, lo cual se atribuye a la efectiva creación de la heterounión, la cuales retrasa los efectos de recombinación de las cargas promoviendo la separación de éstas.

M10415 **Estudio de primeros principios para la reacción de reducción del oxígeno en cúmulos subnanométricos de Ag_nPt_n** Adán Rubén Rodríguez Domínguez (*adnrz@ifisica.uaslp.mx*), instituto de física, universidad autónoma de san luis potosí; Peter Ludwig Rodríguez Kessler* (*pkessler@ifisica.uaslp.mx*), Insti-

tuto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica; *Expositor.

Los métodos para mejorar la actividad de la reacción de reducción del oxígeno (ORR) en cúmulos de Pt subnanométricos se han investigado recientemente; Hirotoshi Mori et al., Sci. Rep. **7** (2017) 45381, determinaron teóricamente el origen de la actividad ORR del Pt₁₂, superior comparativamente con la del Pt₁₃, en buen acuerdo con los resultados experimentales, ello debido a que la estructura electrónica del Pt₁₂ fluctúa en mayor medida en comparación con la del Pt₁₃. En el presente trabajo exploramos la actividad para la ORR en aleaciones de Plata-Platino en la composición de 1:1. Hemos obtenido las estructuras de mínima energía mediante cálculos de dinámica molecular y también hemos explorado la reacción de formación del OH. Encontramos que la aleación de Ag-Pt ofrece mayor resistencia a la oxidación y podría ser un catalizador prometedor para la ORR.

M10469 ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MORFOLOGICAS, ESTRUCTURALES Y ÓPTICAS DEL TiO DOPADO CON CROMO Fanny Servín De Dios* (fannysd1@hotmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Evi Vianey Luna Gallegos (evi17450@gmail.com), UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO; Osiris Karina Hernández Sánchez (kari_2296@outlook.com), UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO; Marcela Del Carmen Arellano Cortaza (marce.are@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Manuel González Solano (manuel.gonzalez@ujat.mx), UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO; Erik Ramírez Morales (erik.ramirez@ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Lizeth Rojas Blanco (lizeth.rojas@ujat.mx), UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO; *Expositor.

Se sintetizaron polvos de Cr : TiO (Cr=0.5 y 1 % en peso) por el método de sol-gel y fueron caracterizados para conocer sus propiedades ópticas, estructurales y morfológicas. En los resultados por la técnica de XRD se observa la fase anatasa del TiO₂; los cálculos muestran que el tamaño de cristalito disminuyó con la incorporación de iones Cr. Mediante FTIR y espectroscopia Raman se observaron los grupos funcionales y las transiciones vibracionales características del TiO₂ sin presentarse vibraciones asociadas al Cromo. Las brechas de energía calculadas a partir de los resultados de UV-Vis muestran una disminución en la muestra con Cr=1 % por lo que se comprueba que el dopaje con Cromo mejora la eficiencia en la región visible. El análisis por EDS no detectó presencia de Cr en la muestra de 0.5 %. Por microscopía electrónica de transmisión (TEM) se calculó la distancia interplanar de las redes y se comprobó la presencia de Cr metálico.

M10483 Dinámica de paquete de ondas en grafeno con distorsión Kekulé-Y Alex Santacruz Casillas* (alex.santacruz@uabc.edu.mx), Universidad Au-

tónoma de Baja California; Priscila Elizabeth Iglesias Vázquez (piglesias@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Ramón Carrillo Bastos (ramoncarrillo@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Francisco Mireles Higuera (fmireles@cnyn.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Resultados experimentales recientes han mostrado que el grafeno depositado sobre cobre desarrolla una variante de la distorsión Kekulé que aparece en la molécula de Benceno (Kekulé-Y). Como resultado, el hamiltoniano las para excitaciones electrónicas de bajas energías presenta un término adicional que acopla el grado de libertad de valle y el momento. Estudiamos numéricamente la dinámica de un paquete de ondas gaussiano en grafeno con distorsión Kekulé-Y. Desarrollamos un método estable y preciso para calcular el evolución temporal de la función de onda. Se muestra que en presencia de la distorsión Kekulé-Y los paquetes de ondas desarrollan ondas precursoras que atribuimos a la ruptura de la degeneración de valle. Además, el movimiento del paquete de ondas realiza oscilaciones similares al Zitterbewegung de partículas de Dirac, que puede ser modulado no solo por los parámetros del paquete de ondas y la condición inicial de pseudoespín de subred, sino también por el isoespín de valle.

M10559 Síntesis y caracterización de películas de TiO₂/CZTS para aplicaciones fotocatalíticas Limny Esther Pérez Jiménez* (limnyepj@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Marcela Del Carmen Arellano Cortaza (marce.are@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Juan Carlos Solís Cortazar (solis_cortazar@hotmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Germán Pérez Hernández (german.perez@ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Erik Ramírez Morales (erik.ramirez@ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Lizeth Rojas Blanco (lizeth.rojas@ujat.mx), UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO; *Expositor.

Películas delgadas de TiO₂, CZTS y TiO₂/CZTS fueron sintetizadas por el método Sol-gel, Dip-coating y co-evaporación térmica en alto vacío. En DRX se observa la presencia de la fase anatasa del TiO₂; la película de CZTS presenta reflexiones asociadas mayormente a la fase Cu₂ZnSnS₄; para la película acoplada, se observan los planos característicos del CZTS y algunas correspondientes al TiO₂. La espectroscopia Raman muestra los modos vibracionales correspondientes a la fase anatasa y kesterita. El bandgap se determinó a partir del espectro de transmitancia, lo que permite corroborar que la película acoplada presenta un valor menor de banda prohibida que el TiO₂. Las micrografías TEM muestran la presencia de las fases acopladas con distancias interplanares de 3.13 Å y 3.58 Å correspondientes a los planos (1 1 2) y (1 0 1) del CZTS y del TiO₂ respectivamente. La actividad fotocatalítica con fenol presentó mejores resultados en las películas acopladas.

M10563 **Dispersión dinámica de luz de micelas aniónicas en presencia de nanotubos de carbono.** José Pablo Salazar Velázquez* (*josepsalazarv@gmail.com*), Universidad de Sonora; Ana Mizrahim Matrecitos Burreuel (*ana3327@hotmail.com*), Universidad de Sonora; María José Ramos Murillo (*mariaj.ramos95@gmail.com*), Universidad de Sonora; Ricardo López Esparza (*ricardo.lopez@unison.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Las moléculas tensoactivas poseen una parte polar (que atrae a la molécula de agua) y otra parte (hidrófoba) que se le opone. Dependiendo de la concentración, temperatura, sales y tipo de tensoactivo, estas moléculas forman estructuras autoensambladas, entre las cuales se tienen a las micelas. Formadas por una monocapa de moléculas tensoactivas, las micelas (esféricas) se forman a partir de la concentración micelar crítica (cmc). Con el objeto de investigar el efecto de nanotubos de carbono (NTCs) en el tamaño de micelas de dodecil sulfato de sodio (SDS), se realizaron experimentos de Dispersión dinámica de luz a diferentes ángulos y concentración variable de SDS (a partir de la cmc) en ausencia de y a concentración fija de NTCs multipared. Los resultados experimentales indican cambios en el coeficiente de difusión y por consiguiente en el radio hidrodinámico de las micelas. Explicamos estos cambios considerando interacciones entrópicas y de enlace covalente.

M10564 **Conductividad eléctrica de SDS en presencia de nanotubos de carbono** María José Ramos Murillo* (*mariaj.ramos95@gmail.com*), Universidad de Sonora; José Pablo Salazar Velázquez (*josepsalazarv@gmail.com*), Universidad de Sonora; Luisa Julieta Casas Cervantes (*lujul18@hotmail.com*), Universidad de Sonora; Ricardo López Esparza (*ricardo.lopez@unison.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

Formadas por una monocapa de moléculas tensoactivas, las micelas (esféricas) se forman a partir de la concentración micelar crítica (cmc). Con el objeto de investigar el efecto de nanotubos de carbono (NTCs) en la conductividad eléctrica de dodecil sulfato de sodio (SDS) en agua, se realizaron experimentos de conductividad eléctrica a diferentes concentraciones de SDS, arriba y abajo de la concentración micelar crítica (CMC) en ausencia y a concentración fija de NTCs multipared. Los resultados experimentales indican cambios en la conductividad eléctrica del sistema cuando están presentes los NTCs. Se explican los cambios en la conductividad eléctrica considerando la movilidad de las moléculas tensoactivas en una red de NTCs.

M10568 **Estudio del efecto de la amplificación de señal Raman de nanopartículas de Oro (Au) sobre una película de Grafeno** Rubén Mendoza Cruz (*rumec21@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; Francisco Miguel Ascencio Aguirre (*fascencioag@gmail.com*), Universidad Nacional

Autónoma de México; Lourdes Soledad Bazán Díaz (*bazanlulu@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; José Octavio Estevez Espinoza (*jestevez@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Marisela Santana Vázquez (*m.santana.vazquez@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; María Cristina Zorrilla Cangas (*crystina@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Pedro Perdigón Lagunes (*pedro.perdigon.l@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; Laura Natalia Serkovic Loli (*serkovic@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Raúl Herrera Becerra* (*rherrera@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Partimos de la idea de amplificar la señal Raman por medio de SERS y GERS (Graphene-Enhanced Raman Scattering) aprovechando el plasmón superficial (Oscilación colectiva de los electrones en la banda de conducción) del metal con la superficie del Grafeno. Para este trabajo se presentan algunos de los resultados obtenidos al hacer un análisis por microscopía electrónica de alta resolución (HRTEM) y por espectroscopia Raman, de un dispositivo que consiste en una superficie de Grafeno sintetizada por el método de depósito químico de vapor (CVD), sobre la cual se depositan nanopartículas de Oro sintetizadas con ácido Táxico a temperatura ambiente. Después de realizar el análisis vía microscopía electrónica de transmisión y de espectroscopia Raman (Picos G, D y 2D), se depositaron moléculas de Rodamina-B a muy bajas concentraciones para detectar los modos normales de vibración de las moléculas en cuestión y estudiar los efectos de amplificación de la señal Raman por el grafeno.

M10582 **Estudio espectroscópico de Nanopartículas de Oxido de Paladio PdO** Francisco Miguel Ascencio Aguirre* (*fascencioag@gmail.com*), Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM; Raul Herrera Becerra (*rherrera@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, UNAM; Roberto Escudero Derat (*escu@unam.mx*), Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM; *Expositor.

Se sintetizaron y estudiaron por diferentes técnicas espectroscópicas nanopartículas de Oxido de paladio PdO sintetizadas por un método asistido con sales alcalinas, para lo cual se utilizó una temperatura de crecimiento de 400°C. Las sales utilizadas en la síntesis fueron carbonato de litio Li₂CO₃ y cloruro de sodio NaCl, además de nitrato de paladio di-hidratado Pd(NO₃)₂ H₂O como fuente de paladio. Se analizaron las nanopartículas por Microscopía electrónica de alta resolución (HRTEM) mediante la cual se confirmó la formación y morfología de las nanopartículas. La estructura cristalina fue analizada mediante difracción de Rayos X y refinamiento Rietveld. Las propiedades vibracionales de las nanopartículas se analizaron por espectroscopia Raman e Infrarrojo. Finalmente, las mediciones magnéticas se analizaron con un magnetómetro MPMS de Quantum Design, equipado con un SQUID,

con el cual se estudiaron las propiedades magnéticas que las nanopartículas presentaron.

M10633 Estudio de puntos cuánticos de CdSe preparados en solución acuosa Marco Damián Flores Llaca* (*serolfnaimad@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Jorge Luis Rodríguez Rodríguez (*jorge090399@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Marco Antonio Molina Suárez (*marco.molinasrz@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Claudio Davet Gutiérrez Lazos (*claudio.gutierrezzl@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Francisco José Solís Pomar (*francisco.solispm@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Eduardo Gerardo Pérez Tijerina (*eduardo.perezjtj@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Se reporta la síntesis y caracterización óptica de puntos cuánticos coloidales de CdSe estabilizados en solución acuosa con ácido 3-mercaptopropiónico (3-MPA). La síntesis se realizó mediante la mezcla de solución de tiolato de cadmio (Cd-3-MPA) y NaHSe. La mezcla se calentó en un sistema Monowave 300 de Anton Paar, bajo irradiación de microondas, con el fin de activar su luminiscencia y proceder a su caracterización óptica. Todas las muestras se analizaron mediante espectroscopias de absorbancia óptica correlacionando las propiedades ópticas, tales como la posición de los picos excitónicos de absorbancia, con los parámetros de síntesis tales como el valor de pH de la mezcla precursora, la temperatura de calentamiento, así como el tiempo de calentamiento. Se limpiaron las muestras de fases secundarias, exhibiendo un alto grado de pureza y calidad estructural, como lo muestra su patrón de difracción por rayos X.

M10652 Obtención de nano prismas a partir de nano esferas de plata Fidel Ventura Pérez López* (*fv.perezlopez@ugto.mx*), Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato; Paloma Del Carmen Torres Martínez (*pdc.torresmartinez@ugto.mx*), Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato; Alejandro Vázquez Dimas (*alejandro.vazquezdm@uanl.edu.mx*), Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoimas de Nuevo León; Edgar Alvarado Méndez (*ealvard@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca; Mónica Trejo Durán (*mtrjeo@ugto.mx*), Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato; Orlando Ortiz Jimenez (*o.ortiz@ugto.mx*), Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Se presentan los resultados de la síntesis de nano partículas de plata, para las cuales se obtuvieron 2 geometrías (esferas y prismas). La síntesis inicial se hizo por el mé-

todo “bottom-up”, a una mezcla de nitrato de plata al 2×10^{-3} M se le agregó una solución de borohidruro de sodio al 8×10^{-3} M y se usó citrato de sodio como agente estabilizador con lo que se obtuvo la geometría esférica de las nanopartículas con un radio promedio de 20 nm. Para obtener la geometría de prismas con un radio promedio de 100 nm, se partió de la solución de nanopartículas de plata esféricas y se les irradió con una fuente de luz verde. Para seguir la evolución de la transformación entre esferas y prismas se utilizó un espectrofotómetro en el espectro visible, y con ello se determinó el tiempo óptimo de irradiación para la fotoconversión entre las dos geometrías. Las nanopartículas de plata tienen una potencial aplicación en dispositivos optoelectrónicos

M10658 PROPIEDADES ÓPTICAS NO LINEALES DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA CON LÍQUIDOS IÓNICOS Orlando Ortiz Jimenez* (*o.ortiz@ugto.mx*), Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato; Alejandro Vázquez Dimas (*alejandro.vazquezdm@uanl.edu.mx*), Facultad de Ciencias Químicas Universidad Autónoma de Nuevo Leon; Edgar Alvarado Méndez (*ealvard@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato; Wilma Betzabe Rojas Salinas (*wilma.rojas@ugto.mx*), División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato; Mónica Trejo Durán (*mtrejo@ugto.mx*), Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato; Daniel Chinchillas Olaiz (*d.chinchillasolaiz@ugto.mx*), Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato; *Expositor.

Se estudian las propiedades ópticas no lineales de forma experimental para dos líquidos iónicos, 1-methyl pyrrolidinium acetate [MePyrr][CH₃COO] y 1-methyl pyrrolidinium formate [MePyrr][HCOO], así como la interacción de cada uno de éstos al ser mezclados con nanopartículas de plata. Con ello se determinó el cambio en sus Propiedades ópticas no lineales, los cambios se determinaron mediante la técnica de z-scan, y el valor del índice de refracción y el coeficiente de absorción no lineales fueron determinados, cada uno de estos valores se determinaron a diferentes potencias con un láser de argón. Esta mezcla tiene una potencial aplicación en dispositivos optoelectrónico.

M10702 Optimización de los parámetros de la síntesis de disulfuro de molibdeno 2D mediante un diseño de experimentos Marco Antonio Contreras Soto* (*marco_cs@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Bianca Saraim Zavalza Arellano (*bianca7classical@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; José David Jiménez Orbe (*david.*

orbe@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Laura Natalia Serkovic Loli (*lauraserkovic@gmail.com*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; José Antonio De Diego Orsurbe (*jdo@astro.unam.mx*), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Andrés Rafael Botello Méndez (*botello@fisica.unam.mx*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Irene Guadalupe Quiterio Pérez (*irene_0497@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor. Los materiales bidimensionales son muy interesantes debido a sus nuevas propiedades y por la posibilidad de diseñar otros al apilar más de ellos. Sin embargo, la síntesis de grandes áreas de estos materiales sigue en vías de investigación. En este trabajo se estudian los diferentes parámetros que se utilizan en el depósito químico de vapor o CVD (de sus siglas en inglés Chemical Vapor Deposition) una de las técnicas para sintetizar estructuras bidimensionales enfocándonos en la síntesis de Disulfuro de Molibdeno (MoS_2). Se hizo un diseño de experimentos identificando 12 variables o factores involucrados en la síntesis por CVD a dos niveles, por lo cual se realizó un diseño fraccional de $2^{12-8} = 16$ experimentos, que nos permite identificar los principales factores que afectan el crecimiento del MoS_2 en una cantidad mucho más reducida de experimentos. Con dicho análisis se obtuvieron grandes áreas de MoS_2 monocapa que se caracterizaron con espectroscopía Raman.

M10707 **Determinación de la porosidad y espesor de capas porosas por medio de gravimetría y medios efectivos** María Cristina Zorrilla Canguas* (*crisrina@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; José Octavio Estevez Espinoza (*jestevez@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Ulises Salazar Kuri (*usalzar@ifuap.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Misael Chocolatl (*misael@ifuap.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Raúl Herrera Becerra (*rherrera@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Se fabricaron muestras de silicio poroso (SP) para determinar su porosidad y espesor físico, así como también algunas de sus propiedades ópticas usando gravimetría y métodos de aproximación del medio efectivo. El SP está constituido por un esqueleto nano-cristalino el cual forma una estructura tipo esponja, con columnas y poros interconectados entre sí, mismo que se caracteriza por tener una gran área superficial interna además de una alta reactividad química, lo que constituye uno de los rasgos esenciales de este nuevo material. Al cambiar la corriente en el proceso de anodización es posible variar la porosidad y por consiguiente el índice de refracción, creando así multicapas (cristales fotónicos) en la misma oblea de silicio cristalino, por lo que determinar su índice de refracción y porosidad es de vital importancia. Se usó el método de

la matriz de transferencia y el modelo de Bruggeman para determinar los índices de refracción de las capas, tanto real como imaginario.

M10753 **Optimización de una heteroestructura de baja emisividad térmica utilizando una capa delgada de TiN** Paulina Vázquez Díaz* (*paulinavzzdiaz@hotmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; Abel Fundora Cruz (*afundora@imre.uh.cu*), Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad de La Habana; Claudio Davet Gutiérrez Lazos (*claudio.gutierrezl@uanl.edu.mx*), Centro de Investigación en Ciencias Físico Matemáticas de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; Francisco José Solís Pomar (*francisco.solispm@uanl.edu.mx*), Centro de Investigación en Ciencias Físico Matemáticas de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; Eduardo Pérez Tijerina (*eduardo.perez@uanl.edu.mx*), Centro de Investigación en Ciencias Físico Matemáticas de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

Se propone una película delgada de TiN como optimizador de una heteroestructura de baja emisividad térmica que utiliza como capa activa nitruro de zirconio. Los nitruros de metales de transición poseen propiedades ópticas similares a las de Ag, en especial, destaca su alta reflectancia en la región IR del espectro electromagnético. Sin embargo, a diferencia de los metales nobles, poseen una alta estabilidad fisicoquímica y alta dureza, lo que permite retardar los efectos de la oxidación del medio ambiente sobre la heteroestructura. Las capas del arreglo fueron depositadas con un sistema de erosión iónica y caracterizadas por espectrometría UV-VIS.

M10761 **Síntesis por AACVD y caracterización microestructural de películas delgadas multicapa de óxidos semiconductores para su aplicación en sensores de gas de baja temperatura.** Diana Aracely Vázquez Vargas* (*diana.vazquez@cimav.edu.mx*), Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C; Diego Kuchle Mena (*diegokuchle@gmail.com*), Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C; Patricia Amézaga Madrid (*patricia.amezaga@cimav.edu.mx*), Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C; Mario Miki Yoshida (*mario.miki@cimav.edu.mx*), Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C; José Andrés Matutes Aquino (*jose.matutes@cimav.edu.mx*), Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C; Pedro Piza Ruiz (*pedro.piza@cimav.edu.mx*), Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C; María Elena Montero Cabrera (*elena.montero@cimav.edu.mx*), Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C; *Expositor.

El presente trabajo reporta la síntesis y caracterización microestructural de películas delgadas multicapa de ZnO-NiO y ZnO con partículas de Pt, respectivamente. Las

películas fueron sintetizadas por depósito químico de vapor asistido por aerosol sobre sustratos de vidrio BSG. La capa de ZnO se obtuvo a partir de $(CH_3CO_2)_2Zn$ a una concentración de 0.1mol/dm^3 en metanol, la temperatura de depósito fue de 623-673K. Para las capas de NiO se utilizó como sal precursora $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ en metanol, a una temperatura de 673K. Finalmente, para las partículas de Pt se utilizó $Pt(C_5H_7O_2)_2$ como soluto y acetona como solvente, a una concentración de $0.05\text{-}0.025\text{mol/dm}^3$. El flujo del gas de arrastre en todos los casos fue de 5 L/min. La caracterización de dichas muestras se llevó a cabo por medio de microscopía electrónica de barrido y difracción de rayos x. Las propiedades de sensado fueron determinadas por medio de una cámara Linkam, usando CO_2 como gas principal.

M10794 **Papeles de grafeno reducidos por láser y su efecto en las propiedades eléctricas en la nanoescala** *Edgar Jiménez Cervantes Amieva** (*edgar_jca@hotmail.com*), UNAM Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada; *Jorge Luis Domínguez Juárez* (*jluisdominguezj@fata.unam.mx*), UNAM-CONACYT Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada; *Francisco Javier Flores Ruiz* (*fflores@ifuap.buap.mx*), CONACYT- Instituto de Física- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Pedro Salas Castillo* (*psalas@unam.mx*), UNAM Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada; *Expositor.

La elaboración de papeles basados en materiales grafénicos representa un área de oportunidad para la fabricación de plataformas flexibles, con aplicaciones potenciales en campos como sensado, generación y almacenamiento de energía, sistemas para inmovilización de material biológico, etc. El presente trabajo se enfoca en la elaboración y modificación de las propiedades de papeles de óxido de grafeno empleando un haz a una longitud de onda de 532 nm y potencia variable desde 1-30 mW. Los patrones generados fueron caracterizados en sus propiedades nanoelectricas mediante microscopía de fuerza atómica y químicas mediante espectroscopía Raman. La espectroscopía demostró la conversión del material irradiado hacia óxido de grafeno reducido, mientras que la microscopía de fuerza de sonda tipo Kelvin mostró ser sensible para distinguir la evolución de las propiedades eléctricas en función de la potencia empleada.

M10824 **Síntesis de puntos cuánticos de carbono fotoluminiscentes por el método electroquímico para posibles aplicaciones de mejora en eficiencia de celdas solares** *Ronaldo Beltrán Montes* (*robemo1411@gmail.com*), UNIVERSIDAD DE SONORA; *Kassim José Mendoza Peña** (*maestro.kassim.mendoza@gmail.com*), Asociación de Ciencias y Física Interdisciplinaria de Sonora ACFIS A. C.; *José Antonio Zepeda Bojórquez* (*josea.zepedab@gmail.com*), UNIVERSIDAD DE SONORA; *Elías Pelayo Ceja* (*pcje@hotmail.es*), UNIVERSIDAD DE SONORA; *Expositor.

El estudio de sistemas nanoestructurados fotoluminiscentes ha traído consigo una gran variedad de aplicaciones, uno de los más relevantes, por su abundancia y ser amigable con el medio ambiente, son los puntos cuánticos de carbono, los cuales se han utilizado previamente para mejorar la eficiencia de celdas solares, entre muchas otras aplicaciones. En este trabajo de investigación se sintetizaron puntos cuánticos de carbono por el método electroquímico a través de la carbonización de alcoholes de bajo peso molecular en condiciones alcalinas. Con base en la relación entre la corriente aplicada y el tamaño de los puntos cuánticos reportada en la literatura, se realizaron 6 muestras, variando la corriente en intervalos de 10, 20, 30, 40, 50 y 60 mA respectivamente. Las muestras se caracterizaron mediante un espectrómetro para localizar sus picos de emisión característicos. Se logró encontrar una tendencia entre la corriente aplicada y los intervalos de emisión de estos puntos cuánticos.

M10844 **Implementación de algoritmo USR+BFS para discriminar soluciones equivalentes en sistemas adsorbato-superficie** *Jesús Barahona Hernández** (*iori_360@hotmail.com*), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Gabriel Merino* (*gmerino@cinvestav.mx*), CINVESTAV; *Filiberto Ortiz Chi* (*fortiz666@hotmail.com*), CINVESTAV, unidad Mérida; *Expositor.

Los estudios computacionales de sistemas catalíticos adsorbato-superficie requieren construir configuraciones cercanas a la estructura del mínimo global (GM). Sin embargo, encontrar la estructura GM es un desafío que involucra evaluaciones exhaustivas donde las soluciones similares se traducen en mayor coste computacional. En este trabajo implementamos un algoritmo de reconocimiento ultrarrápido (USR, Ultrafast Shape Recognition) para evaluar la similitud estructural entre sistemas adsorbato-superficie. El algoritmo incorpora descriptores extendidos y ofrece mejores resultados al evaluar la similitud entre dos estructuras moleculares. Para extraer información estructural reducida del adsorbato y los átomos de la superficie más cercanamente enlazados se implementa un algoritmo de búsqueda de anchura (BFS, Breadth-First Search). La metodología descrita fue comprobada evaluando la similitud de moléculas orgánicas adsorbidas en una superficie de TiO_2 -anatasa en la dirección (101).

M10848 **Fabricación y Caracterización de la fase piezoeléctrica (Fase β) en composites basados en Fluoruro de Polivinilideno (PVDF)** *Yessica Paola Reyes Castro* (*reyes_castro_yessica@hotmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Pedro Perdigón Lagunes* (*pedro.perdigon.l@gmail.com*), Universidad Nacional Autónoma de México; *José Octavio Estevez Espinoza** (*jestevez@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *María Cristina Zorrilla Cangas* (*crisrina@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Raúl Herrera Becerra*

(*rherrera@fisica.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

Realizamos muestras en diferentes concentraciones del polímero Fluoruro de Polivinilideno, PVDF, y de Dimetil-sulfóxido, DMSO, con el propósito de obtener la fase del polímero, que presenta la propiedad de piezoelectricidad y un incremento de la resistencia térmica siendo de gran interés en la electrónica, acústica y como aislante. Las condiciones experimentales adecuadas se encontraron variando tiempo, temperatura y montaje experimental. Por otra parte, la piezoelectricidad fue incrementada adicionando otros materiales tales como fibras de carbono y BaTiO₃ a la disolución PVDF-DMSO. Posteriormente se elaboraron muestras en forma de películas con cada disolución del polímero para su caracterización. Para corroborar la presencia de la fase se usó espectroscopia Raman y con SEM/EDS donde se observó la microestructura y composición química, mientras que la piezoelectricidad fue evaluada mediante PFM. En este trabajo se presentan algunos de los resultados obtenidos.

[M10859] A STUDY OF LANTHANUM NANOPARTICLES GENERATED BY A REVERSE MICELAR METHOD Enya Zetina Rosas* (*enyazr@ciencias.unam.mx*), Universidad Nacional Autónoma de México; Pablo Samuel Schabes Retchkiman (*SCHABES@FISICA.UNAM.MX*), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

In the present work we show the results of the synthesis of La nanocrystals by a reverse micellar method and their characterization by means of HRTEM, EELS, HAADF in a Field-Emission transmission electron microscope. La nanoparticles were prepared by the reverse micelle technique. The size and the shape of the La nanoparticles could be easily controlled by changing the water contents and micelle concentrations, HRTEM characterization demonstrated that the particles obtained are in the quantum-dot range. The nanoparticles obtained show an homogeneous distribution of sizes. Nanoparticle sizes range between 1 to 6 nm peaking around 2 to 3 nm. The structure of the obtained nanoparticles was preferentially hexagonal although multiply twinned; faulted nanocrystals and cubic-like structures were identified.

1. We acknowledge technical help from LACMIF-UNAM Personnel, especially D. Quiterio, R. Hernandez-Reyes and S. Tehuacanero Cuapa,

[M10904] Propiedades estructurales de nanoestructuras cuasicristalinas Josué Benjamín Bautista Gaspar (*benji.bautista@hotmail.com*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; José Manuel Cabrera Trujillo (*cabrera@fc.uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Juan Martín Montejano Carrizales* (*jmmc@ifisica.uaslp.mx*), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Aplicamos el concepto de centrosimetría para estudiar los defectos estructurales de cúmulos atómicos cuasicristali-

nos de AlMn. Los modelos atomísticos de los cúmulos se obtuvieron a partir de cuasicristales icosaédricos y axiales, los cuales se generan utilizando el método de corte y proyección. En este trabajo minimizamos las formas encontradas para estas nanoestructuras usando la función de potencial EAM parametrizada para sistemas bulk de cuasicristales por D. Schopf, *et al.* [Phys. Rev. B85, 0542011–0542018 (2012)]. Se presentan y discuten los resultados preliminares sobre las propiedades estructurales y energéticas de nuestros modelos, después de una organización apropiada de los datos en grupos de átomos equivalentes bien definidos por simetría y energía.

[M10941] Calculo de Propiedades Elásticas y Termomecánicas de Materiales Compuestos en Tres Dimensiones Monica Tapia Gaspar* (*A01377986@itesm.mx*), Instituto Tecnológico de Estudios Superiores del Tecnológico de Monterrey; José Antonio Otero Hernández (*j.a.otero@tec.mx*), Instituto Tecnológico de Estudios Superiores del Tecnológico de Monterrey; Reinaldo Rodríguez Ramos (*rerora2006@gmail.com*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.; *Expositor.

En el ámbito de los nuevos materiales se ha solicitado herramientas sofisticadas para diseñar estos compuestos para aplicaciones específicas, dependiendo de sus propiedades en conjunto. Las inclusiones que están embebidas en la matriz, esto para formar el compuesto, se consideran tres diferentes geometrías para este estudio (esferas, elipsoides y cilindros). Las propiedades efectivas de estos compuestos se calculan por medio del método semi analítico, que son ecuaciones diferenciales que describen los problemas locales adquiridos con el Método de Homogeneización Asintótica, estos se resuelven con el Método de Elemento Finito. Los resultados numéricos se comparan con resultados ya publicados.

[M10945] ¿Enlace tipo halógeno en complejos AtAl₁₃-B? Bertha Molina Brito* (*mlnbrt@ciencias.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Ramón Soto Mercado (*jrsoto@comunidad.unam.mx*), Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Javier Castro Hernández (*jjcastro@fis.cinvestav.mx*), Departamento de Física, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN; *Expositor.

En un estudio teórico previo demostramos que los enlaces halógenos y alcalinos con Al₁₃ y At, presentan una gran similitud en sus procesos de transferencia de carga, proporcionando una prometedora prueba de concepto de que el cúmulo Al₁₃ imita el comportamiento de At. En este trabajo realizamos cálculos DFT usando ZORA-espín-órbita sobre el sistema AtAl₁₃. Mediante un análisis del potencial electrostático del sistema, confirmamos la existencia de diferentes regiones electrofílicas (hoyo σ) sobre el cúmulo Al₁₃. Con el propósito de estudiar el amarre

halógeno entre bases de Lewis y AtAl_{13} , sometimos a las regiones electrofílicas a un ataque nucleofílico, acercando las moléculas (bases de Lewis) $\text{B} = \text{NH}_3$ y Et_2S . El análisis permite concluir que el cúmulo Al_{13} se comporta como un halógeno con propiedades similares a At. Los autores agradecen a la DGTIC-UNAM por los recursos de cómputo proporcionados en “Miztli” a través del proyecto LANCAD-UNAM-DGTIC-29.

M101096 **Síntesis de nanopartículas de plata con extracto de Mangle Rojo y evaluación de toxicidad en un modelo de Artemia salina** *Natalia Hinostroza Moya (natalia.hinostrozam@gmail.com), Universidad de Sonora; Sofía Gonzalez Montoya* (sofiagm11@gmail.com), Universidad de Sonora; Esteban Delgado Curiel (estebandelgadocuriel@gmail.com), Universidad de Sonora; Francisco Javier Alvarez Cirerol (alvarezcirerol@gmail.com), Universidad de Sonora; Blanca Esthela Rodríguez Vazquez (brdgz16@gmail.com), Universidad de Sonora; Ramón Alfonso Iñiguez Palomares (ramon.iniguezpalomares@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.*

El extracto de la corteza de Mangle Rojo es empleado por sus propiedades medicinales y bactericidas. Su gran contenido de antioxidantes sugiere que puede emplearse como reductor en la síntesis de nanopartículas metálicas. En este trabajo evaluamos la síntesis de nanopartículas de plata usando extractos de corteza de mangle rojo como agente reductor del ión metálico Ag^+ . El plasmón de resonancia de las nanopartículas (AgNPs) muestran máximos en 485nm y 459nm para el extracto acuoso y etanólico, respectivamente. Los espectros IR de los extractos exhiben las señales correspondientes a los grupos OH, C=O y CO. El potencial Z arroja valores de -25.7mV para las AgNPs sintetizadas con extracto acuoso y -19.9mV para el sistema etanólico. Los tamaños obtenidos por DLS dan dos poblaciones en 27.7nm y 234.4nm para las AgNPs de extracto acuoso. Para el extracto etanólico los tamaños son de 22.3nm y 231.1nm. A la concentración de $46\mu\text{g/mL}$ de AgNPs la sobrevivencia de Artemia salina es del 24%.

M101132 **Estudio de la estabilidad temporal de la síntesis de nanopartículas de oro mediante espectroscopia UV-VIS y AFM** *Esmeralda Aguilar Martínez* (agmaresme10@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Claudia Oliva Mendoza Barrera (cmendoza@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Juan Gervacio Arciniiega (jggervacio@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Severino Muñoz Aguirre (smunoz@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Martha Alicia Palomino Ovando (marthap@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Juan Castillo Mixcóatl (jcastill@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Altúzar Aguilar (valtuzar@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Las nanopartículas de oro, presentan propiedades físicas, químicas y biológicas que son intrínsecas a su tamaño nanométrico, que las hacen excelentes candidatos para ser su empleo en sensado biológico y químico. Presentan propiedades optoelectrónicas que pueden ser ajustadas mediante el control de su tamaño, morfología y ambiente circundante. En este trabajo se sintetizaron nanopartículas semiesféricas de oro mediante la reducción de ácido tretracloroaurico y quitosano de medio peso molecular como agente reductor/estabilizador, durante y después del proceso de síntesis. Se evaluaron la influencia de la velocidad de agregación de la sal de oro, así como de la temperatura durante el proceso de síntesis. Se presenta el estudio mediante UV-VIS y AFM de la estabilidad temporal de las nanoestructuras sintetizadas bajo dos temperaturas de almacenamiento (4 y 20 °C). Los resultados muestran una mejor estabilidad temporal de las nanopartículas de oro para las muestras almacenadas a 4 °C.

M101134 **Caracterización de películas delgadas de ZrS obtenidas por electrodeposición** *Juan Carlos Solís Cortazar* (solis_cortazar@hotmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Marcela Del Carmen Arellano Cortaza (marce.are@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Cristino Ricárdez Jiménez (rcristino@hotmail.com), UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO; Manuel González Solano (manuel.gonzalez@ujat.mx), UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO; Germán Pérez Hernández (german.perez@ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Lizeth Rojas Blanco (lizeth.rojas@ujat.mx), UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO; Erik Ramírez Morales (erik.ramirez@ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.*

Películas de 200 nm de un semiconductor tipo p (ZrS) fueron depositadas por electrodeposición a temperatura ambiente y se trataron térmicamente a 500 °C por 3 horas en ausencia de aire. Por DRX se identificó una estructura cristalina tetragonal con un tamaño de cristalito de 18 nm. Por espectroscopia Raman se observaron los modos vibracionales del ZrS. En EDS se identificaron las especies de Ca, Zr y S pertenecientes al compuesto. Con el cálculo de la brecha de energía utilizando el método de Tauc se obtuvo un valor de 1.82 ± 0.04 eV. Cabe resaltar que la resistividad eléctrica en luz es menor que la resistividad en oscuridad, lo que hace al ZrS un material con potencial aplicación en dispositivos fotovoltaicos.

M101177 **Electrohilado de nanofibras simples y coaxiales dopadas con Cerio** *Luis Angel Hoyos Lima* (hoyosangel14@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Martín Zapata Torres (mzapatat@ipn.mx), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Martha Alicia Palomino Ovando (marthap@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Univer-*

idad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Altúzar Aguilar (valtuzar@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Severino Muñoz Aguirre (smunoz@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Claudia Oliva Mendoza Barrera (cmendoza@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El cerio (Ce) pertenece al grupo de lantánidos, los cuales incrementan la reactividad química de los grupos funcionales de los materiales con los que puedan ser electrohilados. En este trabajo se presenta la fabricación y caracterización de fibras simples y bicapa de óxido de polietileno (PEO) dopadas con hexahidrato de cerio III (3.5, 2 y 0.5 %m/v). Se determinaron las variables separación entre electrodos (d=14 cm), velocidades de inyección interna y externa ($v_i=0.03$ mL/h y $v_e=0.06$ ml/h), humedades relativas (HR = 27-32% y 47-52%) y voltaje (V=20-25 kV) para la fabricación de fibras sin que se presentase goteo en los electrodos. La composición, morfología y propiedades térmicas fueron analizadas mediante FTIR, SEM, DSC y TGA. Para una posible aplicación, las muestras fueron analizadas mediante PLA. Se determinó que las muestras coaxiales con contenido de Ce presentaron emisión en la región UVC. A mayor contenido de Ce, mayor emisión de las membranas fabricadas.

M101178 Color centers in boron nitride microparticles as single-photon emitters at room temperature Fabiola Armenta-Monzón* (fabiola.armenta.monzon@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; Osvaldo Del Pozo-Zamudio (odelpozo@cactus.iico.uaslp.mx), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Amparo Rodríguez-Cobos (roca@cactus.iico.uaslp.mx), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Manuel García-Méndez (mgarcia@fcfm.uanl.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; César E. García-Ortiz (cegarcia@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Unidad Monterrey; Edgar A. Cerda-Méndez (edgar.cerda@uaslp.mx), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.

Hexagonal boron nitride (hBN) is a layered material that exhibits single-photon emission (SPE) at room temperature between 570 nm and 700 nm due to vacancy defects in its crystal lattice [1], similar to color centers in diamond [2]. In this work, we study the segregation by spin-coating of hBN powder microparticles (size <5 μm) on different substrates. We show that it is possible to isolate single particles using ethanol or photoresist as solvents. By means of micro Raman and micro-photoluminescence studies at room temperature, it is possible to locate particles with

potential SPE color centers. In particular, the use of photoresist as a solvent allows the deterministic fabrication of plasmonic devices on the SPE color centers for the enhancement of the light emission and collection efficiencies, opening the way for novel nanophotonic devices.

[1] Tran et al., Nature Nanotechnology 11, 37-42, 2016.

[2]Doherty et al., Physics Reports 528, 1-45, 2013.

M101186 Transferencia de momento lineal de electrones rápidos a nanopartículas Jesús Castrejón Figueroa* (jcastrejon@ciencias.unam.mx), Facultad de ciencias UNAM; Alejandro Reyes Coronado (coronado@ciencias.unam.mx), Facultad de ciencias UNAM; *Expositor.

Se ha mostrado que los haces de electrones provenientes de microscopios electrones (STEM) son capaces de inducir movimiento a nanopartículas, lo que ha abierto la posibilidad de manipulación controlada de nanopartículas mediante haces de electrones (pinzas electrónicas). Este problema, aunque se ha estudiado con anterioridad, se ha hecho con la restricción de NPs muy pequeñas (1 nm de radio), debido a limitaciones en la metodología empleada y en los recursos computacionales disponibles. En el presente trabajo, se propone una nueva metodología que permite calcular el momento lineal transferido a nanopartículas de mayor tamaño, así como separar las contribuciones eléctricas y magnéticas y cada una a su vez en componentes que relacionan los campos producidos por el electrón y los producidos por la nanopartícula, lo que aporta nueva información acerca de la física subyacente al problema.

M101190 SINTESIS DE NANOPARTICULAS METALICAS EN GELATINA DE PESCADO Maria Del Carmen Montes (nanozam@gmail.com), Universidad de Guadalajara; Adalberto Zamudio (nanozam@gmail.com), Universidad de Guadalajara; Juan Carlos Ibarra (carlos.ibarra@cucei.udg.mx), Universidad de Guadalajara; Mauricio Ortiz Gutierrez* (mortizg@yahoo.com), Universidad Michoacana; Emilio Barocio (emilio.barocio@cucei.udg.mx), Universidad de Guadalajara; Felipe Uribe (felipe.uribe@cucei.udg.mx), Universidad de Guadalajara; *Expositor.

Se obtuvieron nanopartículas de Oro y Plata con el método Bottom-Up (abajo-arriba) empleando ácido tetracloroáurico trihidratado y nitrato de plata, como fuentes de átomos metálicos. Utilizando como agente reductor y estabilizante gelatina de pescado (Norland®) al 5% v/v. Cumpliendo con los principios de química verde. Se realizaron varias concentraciones de 0.5, 2, 3 y 4 mili-molar con sales metálicas (los elementos de Oro y Plata) y finalmente la gelatina de pescado, que debido a su variedad de compuestos como la prolina, glicina, y el grupo OH, los cuales son los probables agentes en la reacción de la síntesis como estabilizantes y reductores de las nanopartículas metálicas. Que fueron sintetizadas por transferencia de calor (80 °C) Como resultado se obtuvieron nanopartículas entre 25 y 30 nm. La formación de las nanopartículas fue visualizada

cualitativamente por espectroscopia UV-Vis, dispersión de luz dinámica (DLS) y por microscopia de barrido (SEM).

M101255 Estudio de dominios ferroeléctricos mediante microscopia de fuerza lateral Aeyrton Oliver Baez Martínez* (*vlae@hotmail.com*), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Juan Gervacio Arciniega (*jjgervacio@fcfm.buap.mx*), Conacyt-Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Martha Alicia Palomino Ovando (*marthap@fcfm.buap.mx*), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla; *Expositor.

En este trabajo realizamos un estudio mediante microscopia de fuerza lateral sobre una película delgada ferroeléctrica de Ferrato de Bismuto (BFO), Se realizaron barridos en la muestra en un área 1 micra, variando la fuerza de contacto, además de modificar la frecuencia de barrido desde 1Hz hasta 5 Hz. Con esto, obtenemos en forma imagenes de fricción y topografía, donde en las primeras se observan claramente los dominios ferroelectricos. Realizamos pruebas de fricción durante una medición de PFM convencional sobre esta muestra de BFO, para estudiar el efecto que tiene la aplicación de voltaje ac en la fricción y los dominios observados mediante esta técnica. Con los resultados obtenidos, se puede confirmar que solamente los dominios con componente horizontal son observados y los dominios verticales no se observan, lo cual es de gran ayuda porque nos permite caracterizar muestras ferro-eléctricas mediante el AFM con un mínimo de instrumentación, es decir, sin el uso de un lock-in.

M101257 Estudio ab-initio de las propiedades magnéticas de sistemas $M\text{Sn}_{12}$ ($M = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}$). Pedro Gilberto Alvarado Leyva* (*pal@ciencias.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.

Presentamos resultados de las propiedades magnéticas de pequeñas nano aleaciones de 13 átomos del tipo $M\text{Sn}_{12}$ donde $M = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}$. El estudio es realizado usando técnicas de la funcional de la densidad implementada en el código VASP. Los resultados muestran que la impureza M prefiere estar rodeada por los 12 átomos de Sn y la magnetización de la nano partícula corresponde al momento magnético de la impureza.

Este trabajo fue apoyado con apoyo de CONACyT con "proyecto aprobado por el Fondo Sectorial de Investigación para la Educación" con número de referencia 237882.

M101260 Propiedades vibracionales y morfológicas de sistemas compuestos por quitosano y nanotubos de carbono multipared Jesús Roldán González Martínez* (*jrgm18@hotmail.com*), Universidad de Sonora; Rogelio Gámez Corrales (*rogson3@gmail.com*),

Universidad de Sonora; Maribel Plascencia Jatomea (*mplascencia@guayacan.uson.mx*), Universidad de Sonora; Keren-Hapuck Gutiérrez Acosta (*keren_hapuc23@hotmail.com*), Universidad de Sonora; Yumerly Gil Verdugo (*yumigil@gmail.com*), Universidad de Sonora; Luis Ivan Serrano Corrales (*luisiv.sc@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

En este trabajo, se lleva a cabo un estudio óptico, vibracional y morfológico de un material formado por quitosano (con tres pesos moleculares diferentes) y nanotubos de carbono multipared en disolución. Se utilizó espectroscopia Raman para estudiar los modos normales vibración de estos sistemas y, además, espectroscopia Raman permitió determinar que los nanotubos de carbono interactúan con los grupos OH presentes en el monómero del quitosano. La espectroscopia FTIR se utilizó para identificar los grupos funcionales de quitosano con mayor precisión y mediante espectroscopia Uv-Vis, se estudiaron las propiedades ópticas de nuestra solución y el efecto de los diferentes pesos moleculares de quitosano en el sistema. Mientras que, Microscopia electrónica de barrido (SEM) y de Microscopia electrónica de transmisión (TEM) muestran que los nanotubos de carbono multipared están decorados por nanoagregados de 50 nanómetros de diámetro conformados por quitosano.

M101270 Estudio de la Transferencia de Quiralidad en Nanopartículas Metálicas con Ligando Biomolecular por Dicroísmo Circular Electrónico Cédric Alexander Cordero Silis* (*alex.794@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Penélope Rodríguez Zamora (*penelope.rodriguez.zamora@gmail.com*), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.

La actividad óptica que emerge de sistemas híbridos constituidos por el núcleo de un nanopartícula metálica, aquiral, y una monocapa de biomoléculas quirales, es una demostración de la transferencia de quiralidad en la nanoescala. Para esclarecer los mecanismos físicos de este fenómeno se deben obtener una mayor cantidad de datos experimentales. En este trabajo se presentan resultados experimentales obtenidos de la actividad óptica (por Dicroísmo Circular) de la cisteína (biomolécula quiral tiolada), adsorbida en nanopartículas (1-5 nm) de oro, plata y cobre. Los resultados iniciales revelan excitaciones mezclando señales de estados electrónicos del metal, azufre y otros átomos de la biomolécula, sin embargo, información obtenida de espectroscopia Raman ayudará a determinar la conformación del ligando en la superficie, siendo en conjunto una fuente que ayudará a determinar la naturaleza de la transferencia de quiralidad del ligando al núcleo metálico y la interface metal-tiol.

M101304 ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN DE PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS PM10 Y PM2.5 EN ÁREA METROPOLITANA DE MON-

TERREY. Rosa María Estrada Martínez* (*rmem_27@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Luz Hypatia Verástegui Domínguez (*luz.verastegui.dmz@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Ernesto Torres López (*ernestotorreslopez57@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Edith Madaí Colunga Urbina (*rmem_27@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Coahuila; Iliana Margarita De La Garza Rodríguez (*rmem_27@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Coahuila; Nora Elizondo Villarreal (*nelizond@yahoo.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

El Área Metropolitana de Monterrey actualmente sufre de contaminación del aire. Las emisiones vehiculares e industriales son algunas de las fuentes contaminantes. La topografía y el clima han sido factores determinantes en los frecuentes periodos de altas concentraciones de PM10 y principalmente de PM2.5. Estas concentraciones afectan la visibilidad en el medio ambiente de la ciudad, y la salud de sus habitantes. Con la finalidad de determinar los elementos contaminantes presentes en ciudad Universitaria. Se utilizaron equipos de bajo volumen, para recolectar muestras de material particulado. Los elementos químicos encontrados son el resultado de la quema incompleta de combustibles fósiles, destacando el carbono orgánico e inorgánico. El estudio gravimétrico indicó que las altas concentraciones de partículas finas obtenidas en esta área, son superiores a las permitidas por la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-SSA1-2014, y se encontraron nanopartículas por SEM.

M101356 **Síntesis y caracterización de nanopartículas y películas delgadas de PbS por métodos fisicoquímicos** Beatriz Guadalupe Zaragoza Palacios* (*beatriz.zaragoza@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Roberto Pedro Duarte Zamorano (*roberto.duarte@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Santos Jesús Castillo (*semiconductores@difus.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Investigación en Física; *Expositor.

El PbS es un material semiconductor altamente empleado en dispositivos optoelectrónicos que, dada su demanda, se sigue compitiendo por encontrar una elaboración cada vez más óptima en todos los sentidos. Nuestra propuesta es realizar una síntesis de primeros principios con condiciones de presión y de temperatura cercanas a la ambiental. Las nanopartículas fueron sintetizadas por el método de agregación química, mientras que las películas delgadas fueron elaboradas en sustratos de vidrio con la técnica de baño químico, empleando acetato de plomo, tioacetamida, acetilacetona y polietilenimina como reactivos. Los materiales obtenidos fueron caracterizados mediante TEM, UV-vis y SEM, para obtener información de su tamaño, absorción, banda prohibida y morfología entre otros. Los resultados muestran nanopartículas del orden de los 10nm con una banda prohibida de 3.33eV; mientras que para las

películas delgadas se observa una dependencia del grosor de las mismas.

M101381 **Síntesis y caracterización mecánica de compósitos magnéticos con respecto al efecto del tamaño de micro y nanopartículas de magnetita embebidas en una matriz polimérica** Gerardo Enrique Béjar Barrientos* (*bejarjr@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Dulce Magdalena Villanueva Raya (*dvillanuevaraya@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Carlos Antonio Muñoz Malpica (*antoniumunozm16@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Cristian Jesús Robles Aguilar (*cristianjesus0809@hotmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Enrique Saavedra Arroyo (*ensaavedra@itesi.edu.mx*), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Azdrubal Lobo Guerrero Serrano (*azdlobo@gmail.com*), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Javier Gustavo Cabal Velarde (*javier.cabal.velarde@gmail.com*), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; *Expositor.

En la presente investigación reportamos estudio sistemático del control de sus propiedades mecánicas poliméricas de micro y nanopartículas magnéticas de magnetita embebidas en una matriz polimérica de silicón así como la adición de sustancias oleofílicas previo al proceso de polimerización y mediante la aplicación de campos magnéticos externos se puede controlar su ordenamiento estructural de la nanopartículas de magnetita en la matriz polimérica de silicón. La caracterización se realizó mediante microscopía óptica, de barrido electrónico, DRX. La caracterización mecánica se realizó a través de las curvas esfuerzo-deformación, y se realizaron pruebas de dureza a diferentes ordenamientos estructurales de las nanopartículas. A partir de estos datos experimentales, se evidencia la resistencia y dureza de polímero con respecto al tamaño de partículas magnéticas y al control de sustancias oleofílicas, previo a la polimerización.

M101403 **SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE BIOCABONES PARA USO COMO SOPORTES PARA LA REDUCCIÓN ELECTROQUÍMICA DE CO₂** Rosario Rocio García Rocha* (*yo_fr7@hotmail.com*), UASLP; Ismailía L. Escalante García (*ismailiae@gmail.com*), UAZ; Salvador Palomares Sánchez (*dicimpalomars@gmail.com*), UASLP; Antonio Del Río De Santiago (*adelrio22@gmail.com*), UAZ; Juan Carlos Martínez Orozco (*jcmoveer@hotmail.com*), UAZ; *Expositor.

El presente trabajo emplea desechos agrícolas para la síntesis de carbones, que serán usados como soportes en un electrocatalizador, con la intención de reducir los efectos de la síntesis de los soportes en el medio ambiente, sin sacrificar eficiencia y echando mano de precursores económicos y de bajo impacto que representen una alternativa a los solventes nocivos, que se utilizan en algunos métodos de síntesis tradicionales. Los carbones resultantes se

caracterizaron mediante, Espectroscopia Raman, Microscopia de barrido electrónico, Difracción de rayos X, Área superficial e Isotermas de adsorción así como electroquímicamente.

MI01435 UN MÉTODO “VERDE” ALTERNATIVO PARA LA SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA EMPLEANDO EL EXTRACTO ACUOSO DEL CAZAHUATE (*Ipomoea pauciflora*), ÁRBOL ENDÉMICO DE David De La Rosa Oropeza* (*tierraverde34@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Luis Alberto Reyes Ramírez (*albert.037.reyes@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maura Cárdenas García (*maura.cardenas@correo.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jesús Andrés Arzola Flores (*jesus_andres@comunidad.unam.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ana María Cervantes Tavera (*anact@hotmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Fernando Rojas Rodríguez (*frojas@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

En la actualidad, las nanopartículas de plata (AgNPs) son altamente recurrentes en la medicina dadas sus propiedades magnéticas y ópticas, convirtiéndose en importantes agentes antimicrobianos, antivirales y anticarcinogénicos; sin embargo, la síntesis de dichas nanopartículas se basa en métodos químicos aplicando agentes reductores y estabilizantes altamente contaminantes y perjudiciales para la salud. No obstante, pueden emplearse extractos de plantas como un método “verde” alternativo a la síntesis convencional. En el presente trabajo se empleó el extracto acuoso del cazahuate (*Ipomoea pauciflora*), planta nativa de México en la síntesis de AgNPs usando como precursor nitrato de plata. A través de técnicas de espectrofotometría, se identificó en el extracto vegetal acuoso la presencia de polifenoles y flavonoides, biomoléculas que operan como agentes reductores y estabilizantes. Por medio de la espectrofotometría UV-vis se determinó la biosíntesis exitosa de AgNPs.

MI01447 A novel Fisher information criterion to study electromagnetic resonances in metallic nano-slits Daniel Antonio Rossano-Mercado* (*rossd777@gmail.com*), Universidad Autonoma del Estado de Mexico; Juan Mendez Ramirez (*jsm@uaemex.mx*), Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlan; Porfirio Domingo Rosendo Francisco (*rosendop@uaemex.mx*), Universidad Autonoma del Estado de Mexico; Juan Sumaya-Martínez (*j.sumaya2011@gmail.com*), Universidad Autonoma del Estado de Mexico; *Expositor.

A novel information criterion based on the principle of minimum Fisher information[1] is presented in order to locate resonant wavelengths at which field enhancement [2] occurs in the interaction of electromagnetic beams with metallic nano-slits. A comparison with the results obtained using Maxwell equations is done. Nevertheless both

theories agree well, we show the former method is numerically more efficient and reliable.

MI01485 Síntesis de nanopartículas de Etilcelulosa mediante método antisolvente de inducción de partículas Ian Chuey Mendoza* (*ianchueymendoza96@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Marcos Rodríguez Torres (*rodriguezstorresmarcos@gmail.com*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Claudia Olivia Mendoza Barrera (*cmendoza@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Juan Gervacio Arciniega (*jjgervacio@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Martha Alicia Palomino Ovando (*marthap@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; *Expositor.

La síntesis de nanopartículas (NPs) poliméricas encuentra una amplia gama de aplicaciones en sensado y biosensado de gases y líquidos, acarreo de fármacos y encapsulación. Sus aplicaciones dependen del tamaño, forma, monodispersidad, composición química, biocompatibilidad y terminales reactivos, entre otras. En este trabajo se han sintetizado NPs de etilcelulosa mediante un método antisolvente de inducción de partículas. Al variar la velocidad de agregación de agua desionizada por goteo (120, 300 o 500 mL/h), el calibre de la aguja de infusión (16, 20 o 25 G) y la velocidad de agitación (150, 750 o 1500 rpm), hemos sido capaces de sintetizar NPs semiesféricas de etilcelulosa de diferentes diámetros. Los resultados de la caracterización morfológica mediante AFM muestran que a mayor velocidad de agregación del goteo, se presenta un aumento en el diámetro promedio de las partículas y crece su dispersidad. Así mismo, el calibre de las agujas empleadas presenta poca influencia en su tamaño.

MI01495 Desempeño de un Micro Generador Termoeléctrico Nanoestructurado: Efecto del Entorno Resistivo Carlos Alberto Badillo Ruiz (*carlosdarek@gmail.com*), Insituto Politecnico Nacional ESIME-Culhuacan; Miguel Angel Olivares Robles (*molivares67@gmail.com*), Insituto Politecnico Nacional ESIME-Culhuacan; Alberto Ivan Garcia Flores* (*ivan.garciaf794@gmail.com*), Insituto Politecnico Nacional ESIME-Culhuacan; *Expositor.

Los dispositivos termoeléctricos recolectores de energía se utilizan en la recolección del calor desecho a escala macro y microscópica. Un micro generador termoeléctrico (μTEG) es un dispositivo capaz de convertir el calor de desecho en energía eléctrica, se utiliza en la llamada recolección termoeléctrica de energía. En el presente trabajo se analiza la influencia del calor de Thomson en un dispositivo termo-

eléctrico usando materiales termoeléctricos nanoestructurados dependientes de la temperatura. También se analiza el efecto del entorno resistivo en el diseño del μTEG , es decir, el efecto de las resistencias internas eléctricas y térmicas, que dependen del número y las dimensiones de los termoelementos, y de la resistencia externa. Los resultados muestran el efecto del entorno resistivo del μTEG junto con las resistencias térmicas externas sobre el rendimiento del dispositivo.

M101511 Reducción del óxido de grafeno por el método de química verde utilizando extractos de Larrea Tridentata y Capsicum Chinense Luz Hypatia Verastegui Domínguez* (*luz.verastegui.dmz@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Rosa María Estrada Martínez (*rmem_27@hotmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Jose Luis Gomez Ortega (*jlgomo@gamil.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Ricardo Obregon Guerra (*ricardo.obregon@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Dora Irma Martinez Delgado (*dora.martinezdl@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Nora Elizondo Villarreal (*nelizond@yahoo.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

El grafeno es un nanomaterial bidimensional de una sola capa de átomos de carbono con enlaces sp², presenta características únicas como una excelente conductividad térmica y eléctrica, así como también una extensa superficie y dureza. Este trabajo presenta una alternativa ecológica utilizando la química verde para producir óxido de grafeno reducido (RGO), que actúa como un precursor del grafeno. Se usaron extractos acuosos de Capsicum Chinense y Larrea Tridentata para hacer la reducción del óxido de grafeno (GO). La caracterización del GO y el RGO se realizó utilizando las técnicas de difracción de rayos X (RDX), espectroscopia ultravioleta-visible (UV-Vis), espectroscopia infrarroja de transformada de Fourier (FT-IR), espectroscopia Raman y microscopía electrónica de transmisión (TEM). Los resultados mostraron una mejor reducción del GO utilizando el extracto de Larrea Tridentata en comparación con Capsicum Chinense.

M101529 Incorporación de nanoesferas de dióxido de silicio como recubrimiento de substratos de vidrio Jesús Adrián Zatarain Alvarado* (*jaza2298@gmail.com*), Universidad de Sonora; Eduardo Ortiz Rascón (*eduardo.ortiz@fisica.uson.mx*), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - Universidad de Sonora; Josefina Alvarado Rivera (*josefina.alrive@gmail.com*), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - Universidad de Sonora; Isidoro López Miranda (*isi_lm@hotmail.com*), Universidad de Sonora; Roberto Carlos Carrillo Torres (*rn_carrillo@hotmail.com*), Universidad de Sonora; Mario Enrique Alvarez Ramos (*enrique.alvarez@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

En este trabajo se presentan resultados experimentales de diferentes recubrimientos con nanoesferas de dióxido de

silicio a substratos de vidrio. Las nanoesferas son preparadas mediante el proceso de Stöber y son analizadas por dispersión dinámica de luz (DLS) y microscopía electrónica de barrido (SEM), su incorporación se realiza usando la técnica de recubrimiento por inmersión. Se analiza, mediante SEM y microscopía óptica, la capacidad de retención de estas nanoesferas por el substrato vítreo.

M101531 Medición de la mojabilidad en substratos recubiertos con nanoesferas de dióxido de silicio Ramsés Pacheco Ortiz* (*ramsesgr1@gmail.com*), Universidad de Sonora; Eduardo Ortiz Rascón (*eduardo.ortiz@fisica.uson.mx*), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - Universidad de Sonora; Josefina Alvarado Rivera (*josefina.alrive@gmail.com*), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - Universidad de Sonora; Isidoro López Miranda (*isi_lm@hotmail.com*), Universidad de Sonora; Leonardo Baez Castillo (*le.boinas@gmail.com*), Universidad de Sonora; Mario Enrique Alvarez Ramos (*enrique.alvarez@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora; *Expositor.

En este trabajo se presentan resultados de la medición de la mojabilidad en diferentes substratos de vidrio recubiertos con nanoesferas de dióxido de silicio. Se analiza, mediante el análisis del ángulo de contacto por microscopía óptica, la capacidad de retención de diferentes líquidos con el propósito de estudiar la viabilidad de estos substratos para diversas aplicaciones. Se analiza esta propiedad en función del tamaño de las esferas sintetizadas, así como de la cantidad de recubrimientos sobre el substrato.

M101540 Comportamiento estructural de hidroxapatita nanométrica sintetizada mediante sistema hidrotérmico, usando como plantilla catiónica Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide Manuel Alejandro Valdés Madrigal (*physics.lab@yahoo.com*), INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD HIDALGO; Elton Everardo Díaz Figueroa* (*elton@outlook.com*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Susana Elisa Sánchez Méndez (*mмен07@yahoo.com.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; María Magdalena Méndez-González (*mmendezg07@yahoo.com.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.

La caracterización estructural de hidroxapatita nanométrica, se obtuvo mediante difracción de rayos-X, espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier, espectroscopia de dispersión de energía de rayos-X y microscopía electrónica de transmisión. Se sintetizó mediante sistema hidrotérmico, usando como plantilla catiónica Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide (CTAB), con la finalidad de regular la nucleación y crecimiento de cristales. Se usó raíz dentaria humana como referencia de los parámetros y propiedades requeridos. La única fase cristalina presente en la hidroxapatita nanométrica fue la hidroxapatita no estequiométrica, con diferentes grados de cristalinidad y relación molar muy próxima al valor de la raíz dentaria humana. Debido a la coincidencia de los grupos funcionales

y características similares de la hidroxiapatita nanométrica con la raíz dentaria humana, se propone usar a ésta en la técnica de odonto-queratoprotesis para trasplante de córnea.

MI01543 **Morfología y adherencia de osteoblastos de recubrimientos de hidrogel poli-hidroxietilmetacrilato con hidroxiapatita nanocristalina y nano partículas peptídicas anfífilicas, depositados sobre Ti6Al4V** *Fernando Francisco Ríos Pimentel (physics.lab@yahoo.com), CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS; Uriel Ulises Mérida Toledo* (physics.lab@yahoo.com), CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS; Samuel Sánchez Méndez (maiteu00@gmail.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; María Magdalena Méndez-González (mmendezg07@yahoo.com.mx), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.*

Se obtuvieron recubrimientos de hidrogel de poli-hidroxietilmetacrilato (pHEMA) con hidroxiapatita nanocristalina (nHA) y partículas peptídicas anfífilicas (APnPs) mediante la técnica de inmersión, depositados sobre sustratos metálicos de Ti6Al4V. La morfología y adherencia de osteoblastos de los sustratos recubiertos, se observó mediante difracción de rayos-X, espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier, microscopía electrónica de barrido, espectroscopia de dispersión de energía de rayos-X y microscopía electrónica de transmisión. Al agregar componentes individualmente tanto de hidroxiapatita nanocristalina o de partículas peptídicas anfífilicas la densidad de osteoblastos no se incrementa y se incrementa significativamente añadiendo hidroxiapatita nanocristalina y nano partículas peptídicas anfífilicas al hidrogel de poli-hidroxietilmetacrilato, por lo que los sustratos metálicos de Ti6Al4V recubiertos con pHEMA+nHA+APnPs tienen mejor oseointegración.

MI01558 **FUNCIONALIZACIÓN DE NANOTUBOS DE CARBONO PARA RECUBRIMIENTOS TERMO CONVERSORES** *Esteban Chamónica Zacarías* (chamochamonik@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Luis Mariano Hernández Ramírez (luismh01@yahoo.com.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

En este trabajo se obtuvieron nanoestructuras de carbono mediante calentamiento por irradiación de microondas, variando el tiempo de exposición de 20 a 60 minutos de muestras de grafito en polvo con y sin uso de catalizador utilizando un tubo de cuarzo como portamuestras. Identificamos la formación de nanoestructuras con microscopía de fuerza atómica (AFM). Hicimos una mezcla con diferentes proporciones de pintura acrílica y nanoestructuras, que iban desde un 100 % de pintura hasta un 10 %, que aplicamos sobre placas metálicas de aluminio para realizar pruebas de transferencia de calor en un montaje concentraba luz de una lámpara de 200 W sobre el re-

cubrimiento y midiendo con un arreglo de termopares y arduino la temperatura en función del tiempo en la placa metálica. Encontramos que la composición óptima era de 30 % nanoestructuras y 70 % pintura, además de ser un recubrimiento con mayor eficiencia que la pintura de alta temperatura empleada para estas aplicaciones de termoconversión.

MI01560 **Síntesis y caracterización del compuesto ZnFe2O4-C utilizando arco eléctrico inmerso en agua destilada.** *María Guadalupe Olmos Andrade (lupitaolmos1997@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Mercedes Portillo Sampedro (mpstraviata@hotmail.com), Facultad de Ingeniería Química BUAP; Gabriela Gallardo Gómez (gagallardo@itesi.edu.mx), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Javier Gustavo Cabal Velarde (javier.cabal.velarde@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Nicolas Ortega Miranda (niortega@itesi.edu.mx), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Bernabe Rebollo Plata* (brp1965@hotmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; *Expositor.*

Entre los nanomateriales encontramos a los compósitos magnéticos, principalmente de nanopartículas de ferrita (MFe₂O₄, M = Ni, Co, Mn, Zn etc.) por su gran atractivo científico y tecnológico en distintas aplicaciones, tales como: registros magnéticos, catalizadores, fotocatalizadores, ferrofluidos, pigmentos, etc. Haremos énfasis en el compuesto ZnFe₂O₄ por la gran importancia antes mencionada. Este compuesto ha sido utilizado en distintas arquitecturas, entre éstas podemos mencionar al carbono (ZnFe₂O₄-C), el cual ha hecho la función como envoltura y matriz, utilizando distinta técnica, para múltiples aplicaciones. En este trabajo presentamos resultados obtenidos utilizando: Uv-Vis, Rayos-X y SEM del compuesto ZnFe₂O₄-C realizado utilizando un método muy sencillo, denominado arco eléctrico, lo que resulta atractivo ya que con materiales comerciales se pueden obtener resultados muy interesantes.

MI01575 **Síntesis de esponjas de poliuretano reforzadas con compuestos a base de nanopartículas de magnetita** *Miguel Angel Ortiz Ramos (mikebonaires@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Nicolas Ortega Miranda (niortega@itesi.edu.mx), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Bernabe Rebollo Plata (brp1965@hotmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Jesus Hazael Garcia Gallejos (j_hazael@hotmail.com), Universidad Tecnológica de San Juan del Río; Azdrubal Lobo Guerrero Serrano (azdlobo@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Javier Gustavo Cabal Velarde* (javier.cabal.velarde@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; *Expositor.*

En este trabajo reportamos un método de síntesis de esponjas de poliuretano reforzadas con compósitos magnéticos de nanopartículas de magnetita sintetizadas por la

técnica de co-precipitación embebidas en una matriz porosa de poliuretano, para aplicación de remoción de aceites en aguas residuales. Su caracterización se realizó por SEM, DRX, caracterización térmica y caracterización de adherencia a diferentes viscosidades de aceite. Este método de síntesis de compósitos de esponjas de magnéticas de nanopartículas de magnetita embebidas en una matriz de poliuretano puede ser moldeable su morfologías de acuerdo a los parámetros de concentración, el tamaño de las nanopartículas y ordenamientos estructurales; la importancia de obtener esponjas con diferentes morfologías y ordenamientos estructurales, es que aprovechen las propiedades de forma.

M101615 Ingeniería de Gap de transmisión en sistema multicapa aperiódicos en Grafeno *Luis Manuel Gaggero Sager (lgaggero@uaem.mx), Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad Autónoma del estado de Morelos; Outmane Oubram* (oubram@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.*

Las secuencias aperiódicas han sido una herramienta bastante útil al momento de modular las condiciones de los Gaps en semiconductores así como en materiales 2D. En este trabajo, demostramos que mediante la nanoestructuración del grafeno es posible tener una ingeniería de la banda prohibida de transmisión eficiente. En particular, estamos considerando superredes de grafeno aperiódico en las cuales las barreras electrostáticas están dispuestas siguiendo las reglas básicas de construcción de la secuencias, Fibonacci, Thue-Morse, Periodo-Doble. Analizamos las diferencias principales entre los diferentes sistemas. Descubrimos que el intervalo de banda de la transmisión se puede modular fácilmente cambiando la regla de generación, el ángulo de incidencia, así como eligiendo adecuadamente la generación. Incluso, esta ingeniería de intervalo de banda dependiente del ángulo se compara con las superredes de grafeno periódicas para tener un panorama más amplio.

M101669 Nanopartículas de Pb y PbS en zeolita A4 *Humberto Arizpe Chávez (harizpe@cifus.uson.mx), Universidad de Sonora; Carlos Eduardo Martínez Núñez (carlosmartinez0631@outlook.com), Universidad de Sonora; Manuel Cortez Valadez (manuelcortez@live.com), Universidad de Sonora; Yoleivys Delgado Beleño (ydelgado1305@gmail.com), Universidad de Sonora; Mario Flores Acosta (mflores@cifus.uson.mx), Universidad de Sonora; Nohemy Suguey Flores López (ns.flores@fata.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Rafael Ramírez Bon (rrbon@cinvestav.mx), Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN. Unidad Querétaro; Luis Patricio Ramírez Rodríguez (tycho267@hotmail.com), Universidad de Sonora; Elda Iveth Torres Flores (elda_tf@hotmail.com), Universidad de Sonora; Luis Alfonso Torres Flores* (luistorresf2705@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.*

Las zeolitas son una clase de extraordinarios y útiles materiales con aplicaciones en casi todas las aéreas del conocimiento. Es posible utilizarlas como matriz en la síntesis de nanopartículas metálicas y/o semiconductoras. En este trabajo se presentan dos aspectos importantes de las zeolitas; Primero se obtienen nanopartículas de Pb y PbS y segundo, se demuestra la extraordinaria capacidad para atrapar plomo, en aproximadamente 60% de su peso. En este trabajo se presenta un análisis que demuestra que la zeolita puede atrapar considerables cantidades de plomo. Se obtuvieron nanopartículas de Pb y PbS alojadas en la zeolita, mediante reacción química en solución acuosa alcalina, controlando; volumen, molaridad, temperatura y tiempo, Los materiales obtenidos fueron estudiados por espectroscopia óptica por reflectancia difusa, difracción de rayos x, microscopia electrónica de barrido y de transmisión, Espectroscopia de fotoelectrones de rayos-X (XPS) y Absorción Atómica.

M101676 Simulación de síntesis de HAp por medio de diseño microfluídico *Angélica Gutiérrez Franco* (angelikagtzf@gmail.com), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA- FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS; Víctor Manuel Altúzar Aguilar (valtuzar@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA- FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS; Severino Muñoz Aguirre (smunoz@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA- FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS; Martha Alicia Palomino Ovando (marthap@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA- FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS; Claudia Oliva Mendoza Barrera (cmendoza_barrera@hotmail.com), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA- FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS; *Expositor.*

La hidroxiapatita (HAp) es un biocerámico con fórmula general $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ que ha sido estudiado en diversas áreas, particularmente la biomédica como sustrato para la regeneración de tejido óseo y recientemente como acarreador de fármacos. Existen varias técnicas que han sido reportadas en la preparación de nanopartículas y nanobarras de HAp, donde el tamaño y la morfología son dos factores importantes para su aplicación biomédica. En el presente trabajo se muestran simulaciones realizadas con los módulos de flujo laminar y transporte de especies diluidas de COMSOL Multiphysics, para analizar el comportamiento de las presiones y velocidades en dos diseños de sistemas microfluídicos: 1) micromezclador comercial y 2) estructura en "Y". Se analiza la viabilidad de síntesis de HAp con un tamaño de partícula controlado de ambas propuestas, para su posterior fabricación como nanoacarreador.

MI01688 Síntesis de nanopartículas de dióxido de Silicio funcionalizadas con nanopartículas de Oro Leslie Alhelí Mariscal Ponce* (*leslie.mariscal@alumnos.udg.mx*), Universidad de Guadalajara; Adalberto Zamudio Ojeda (*nanozam@gmail.com*), Universidad de Guadalajara; Lorena García Uriostegui (*lorettauriostegui@gmail.com*), Universidad de Guadalajara; Ramón Castañeda Priego (*ramoncp@fisica.ugto.mx*), Universidad de Guanajuato; Laura Patricia Molina Ramírez (*huantamo.pandora@gmail.com*), Universidad de Guadalajara; Gilberto Velazquez Juarez (*gilvelazquez83@gmail.com*), Universidad de Guadalajara; Diego Alberto Lomelí Rosales (*d.lomeli.r@gmail.com*), Universidad de Guadalajara; *Expositor.

En este trabajo se presenta la síntesis tanto de nanopartículas de dióxido de Silicio (SiO_2) como de Oro (AuNPs), empleando en el proceso de síntesis un horno de microondas convencional para las nanopartículas de SiO_2 y métodos químicos para las AuNPs. Así mismo se realizó la funcionalización de las nanopartículas de SiO_2 con las AuNPs durante el proceso de síntesis de estas últimas. Las muestras fueron caracterizadas utilizando microscopía electrónica de barrido (SEM), espectroscopía de UV, y espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS por sus siglas en inglés).

MI01698 Síntesis de grafenos bicapa estabilizados con Bromuro de Hexadeciltrimetilamonio (CTAB) por el método de cizallamiento mecánico de grafito mineral José Gerardo Jurado Larios* (*g.jurado.larios@gmail.com*), Colegio Regis, LA SALLE; Jesús Ramiro Aragón Gujardo (*jrprofe03@gmail.com*), Universidad de Sonora; Kassim José Mendoza Peña (*kassim.mendoza@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

En este trabajo de investigación se presenta un estudio experimental y análisis de grafenos bicapa estabilizados con el tensoactivo Bromuro de Hexadeciltrimetilamonio (CTAB). Para las muestras realizadas con grafito mineral y Bromuro de Hexadeciltrimetilamonio (CTAB) se variaron las velocidades de cizallamiento y los tiempos para separarlos en diferentes muestras: A (tiempo = 35 minutos, Velocidad de cizallamiento = 960 rpm) y la muestra B (tiempo = 55 minutos, Velocidad de cizallamiento = 960 rpm). Se utilizaron las técnicas de caracterización de espectroscopias (XPS, DRX y Raman), así como la microscopía TEM para el análisis de las muestras y caracterizar al material obtenido como grafenos bicapa estabilizados con CTAB

MI01702 Óxido de grafeno nanométrico funcionalizado por reducción verde mediante epigalocatequina-3-galato para aplicaciones biomédicas Daniela Ocampo Salgado* (*physics.lab@yahoo.com*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Arturo García Borquez (*physics.lab@yahoo.com*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; María Magdale-

na Méndez-González (*mmendezg07@yahoo.com.mx*), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.

El óxido de grafeno posee gran energía superficial, debido a sus enlaces no saturados y su alta re-actividad, por lo que requiere ser reducido mediante epigalocatequina-3-galato para usos biomédicos. La reducción verde emplea métodos amigables al ambiente y a sistemas biológicos que aseguren su nula toxicidad. Los espectros UV-vis obtenidos en el método de reducción térmica a 95°C con ácido ascórbico, muestran un desplazamiento mayor respecto al método por reducción por baño ultrasónico. En el espectro del óxido de grafeno funcionalizado son evidentes los cambios en las propiedades de transmisión óptica respecto a sus constituyentes iniciales. Esto sugiere una interacción fuerte a nivel molecular de la red del óxido de grafeno con la molécula de epigalocatequina-3-galato. El óxido de grafeno nanométrico funcionalizado, por su tamaño fácilmente se puede introducir al citoplasma de la célula tumoral librando la restricción celular, para después ejercer su efecto anti cáncer.

MI01704 Grafenos Bicapa estabilizados con Polivinilpirrolidona (PVP), Goma de Xantana y Goma de Mezquite Utilizando el método de Cizallamiento de grafito Juan Pablo Olivas Durán* (*juanpablo.olivasduran@gmail.com*), Preparatoria Universidad del Valle de México; José Aarón Esquivel Ovilla (*joseaaronesq@hotmail.com*), Colegio Regis, LA SALLE; Jesús Ramiro Aragón Gujardo (*jrprofe03@gmail.com*), Universidad de Sonora; Rogelio Gámez Corrales (*rogson3@gmail.com*), Universidad de Sonora; Kassim José Mendoza Peña (*kassim.mendoza@gmail.com*), Universidad de Sonora; *Expositor.

En este trabajo se presenta un estudio de las propiedades físicas y estructurales de grafenos bicapa estabilizados con diferentes materiales. Para la realización de este trabajo se utilizó el método de síntesis de cizallamiento de grafito mineral, utilizando como estabilizantes a el polímero conductor polivinilpirrolidona (PVP), así como los biopolímeros: Goma de Xantana y goma de mezquite. Las soluciones realizadas en este trabajo fueron fijadas a 100 ml en donde la cantidad de grafito mineral se mantiene constante (5 gramos) mientras se estudiara el efecto en las propiedades de los grafenos obtenidos al variar el estabilizante. Se utilizaron las técnicas de caracterización de espectroscopias (XPS, DRX y Raman), así como la microscopía TEM para el análisis de las muestras y caracterizar al material obtenido como grafenos bicapa

MI01706 Propiedades electrónicas y estructurales de nanoalambres de InN y GaN Joaquín Arnau Parra Castillo* (*jparra@uadec.edu.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA; Doralycia Carranza Zúñiga (*doralycia.carranza@uadec.edu.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA; Citlali Lizeth Martínez López (*citlali_martinez@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; Reyes García Díaz

(*reyes_garcia@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; María Teresa Romero De La Cruz (*teresa.romero.cruz@uadec.edu.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA; *Expositor.

Los sistemas de baja dimensionalidad han sido ampliamente estudiados por la comunidad científica en décadas recientes. Se ha reportado que materiales nanoestructurados de una dimensión pueden ser utilizados como bloques de construcción de dispositivos fotónicos y electrónicos en nanoescala. Particularmente, nanoalambres de los grupos III-V son prometedores debido al gap de banda directa y a la alta movilidad electrónica en estos materiales. En el presente trabajo se ha realizado un estudio de las propiedades estructurales y electrónicas de los nanoalambres de GaN e InN. El estudio se ha realizado dentro del marco teórico de Teoría del Funcional de Densidad, utilizando el código Quantum Espresso. Los nanoalambres fueron formados con una estructura tipo wurzita crecida en a lo largo de la dirección [0001], se estudiaron alambres con cinco diferentes diámetros. Se realizaron cálculos de energía de formación que indican que los nanoalambres con mayor diámetro son más estables.

[M101709] Adsorción de XO (X=C, N, S) sobre una hoja bidimensional de ZnO usando DFT Brenda Maricela Aguilar Banda (*brendaaguilarbanda@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; Lizbeth Alejandra Vazquez Najar (*lizbethvazqueznajar@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; Natalia Estefanía Gutiérrez Herrera* (*natalia.gutierrez@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; Reyes García Díaz (*reyes_garcia@uadec.edu.mx*), Universidad Autónoma de Coahuila; María Teresa Romero De La Cruz (*teresa.romero.cruz@uadec.edu.mx*), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA; *Expositor.

Existen varios contaminantes del aire, entre ellos el monóxido de carbono (CO), de nitrógeno (NO) y de azufre (SO) que producen daño a la salud y al medio ambiente. La remoción y transformación de estos contaminantes en sustancias menos dañinas es de vital importancia. El óxido de zinc (ZnO) en 2D es un material que pudiera usarse para este propósito. Para estudiar la interacción de estos gases contaminantes con el ZnO-2D se realizaron cálculos de primeros principios mediante el paquete Quantum ESPRESSO el cual utiliza la teoría de los funcionales de la densidad (DFT por sus siglas en inglés). En todos los casos encontramos una energía de adsorción que corresponde a una interacción débil, conocida como fisisorción, entre la hoja ideal y las moléculas propuestas. Para mejorar la adsorción de estos contaminantes se está probando el depósito de metales de transición magnéticos y el aluminio, este último elemento se escogió porque hay reportes que sugieren puede servir a nuestro propósito.

[M101721] Método de Poliedros para explicar la Estructura y Evolución en tamaño de Cúmulos de oro protegidos con Tioles Alfredo Tlahuice Flores*

(*tlahuicef@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

La estructura de oro en bulto (FCC), puede ser descrita como un apilamiento de tetraedros y octaedros y de la misma manera, los cúmulos de oro protegidos con tioles (COPT, Aun(SR)m) pueden verse como ensambles de dichos poliedros. Se presenta el análisis de la estructura de 36 estructuras de COPT constituidos por 15 hasta 279 átomos de oro. Los cúmulos muestran gran variedad en su arreglo atómico, simetría, y estructura interna (core). El método de poliedros, hace ver como natural la evolución de estructuras poco compactas (COPT constituidos por menos de 100 átomos) hacia estructuras FCC cuando el tamaño es cercano a los 279 átomos de oro. La explicación de los COPT se facilita mediante la visualización del arreglo seguido por los centros de sus poliedros (distribución), además de su conteo. Finalmente, el método puede usarse para predecir nuevas estructuras de COPT y en su descripción estructural, además de extenderse a cúmulos bimetalicos (Au/Ag).

[M101735] Modificación y ablación de nanopartículas de Au en zafiro sintético por medio de pulsos cortos de láser. Dulce Vitelia Guillén Ángeles* (*dulciernaga@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; *Expositor.

El estudio de sistemas de nanopartículas metálicas en matrices dieléctricas transparentes es de suma importancia por sus aplicaciones futuras. Estos materiales se caracterizan por tener propiedades ópticas únicas, que además dependen del tamaño y la forma de las nanopartículas. En este trabajo, se muestran los resultados de la irradiación de nanopartículas de Au en zafiro sintético con pulsos cortos de láser de alta potencia. Las nanopartículas son formadas por medio de irradiación de iones de Au de 1 MeV y después son calentadas las muestras en una atmósfera reductora controlada. Los pulsos utilizados tienen una duración de 8 ns y energía de hasta 200 mJ. En este trabajo se muestra que el principal efecto es la ablación de material, y que esta tiene lugar debido al estrés térmico que se produce entre las nanopartículas y la matriz. Los autores expresan su agradecimiento a Juan Gabriel Morales Morales, Francisco Jaimes, Mauricio Escobar por su asistencia en este trabajo.

[M101742] Efectos de la irradiación con pulsos cortos de láser en nanopartículas de Ag embebidas zafiro sintético Juan Rosendo González Fieria* (*gfjuanrosendo@comunidad.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; *Expositor.

Las propiedades ópticas de nanopartículas de Ag en una matriz de Al_2O_3 son de interés por sus posibles aplicaciones en dispositivos optoelectrónicos en un futuro cercano. Para este trabajo, se irradiaron varias muestras con iones de Ag de 1 MeV en el acelerador Pelletron del IFUNAM, posteriormente se les dió un tratamiento térmico a 800 C en atmósfera reductora con el fin de obtener las nanopartículas deseadas. Posteriormente se irradiaron con pulsos de 8 ns de duración a una longitud de onda de 532 nm. Se observó difusión importante de Ag hacia la superficie y pérdida de material. La matriz también sufrió daño. La caracterización de la muestra fue principalmente por medio de microscopía electrónica de barrido (SEM), absorción óptica y espectrometría por retrodispersión de Rutherford (RBS) Agradecemos el apoyo de Francisco Jaimes Beristain, Mauricio Escobar, de Samuel Tehuacanero Cuapa y de Juan Gabriel Morales Morales en la preparación y análisis de muestras.

M101757 **Búsqueda de estructuras con estabilidad energética en nanoaleaciones de Pt-Pd ($m+n=13$) empleando el algoritmo PSO** Jorge Xavier Paredes Padilla* (*jxavierpp1@gmail.com*), Universidad de Sonora - Departamento de Matemáticas; Francisco Eliú Gutiérrez Ruiz (*eliugtzt@gmail.com*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Francisco Eduardo Rojas González (*frojas.fisica@gmail.com*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Roberto Pedro Duarte Zamorano (*roberto.duarte@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Bertha Molina Brito (*mlnbrt@ciencias.unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; Jorge Ramón Soto Mercado (*jrso@unam.mx*), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.

Mediante la exploración de la superficie de energía potencial correspondiente a cúmulos con distintas composiciones de átomos como Pt y Pd se puede identificar un amplio rango de cúmulos con estabilidad energética. En la exploración de nanocúmulos generalmente se utilizan métodos ab-initio que llegan a ser costosos computacionalmente; por ello, el desarrollo de este trabajo se enfoca en implementar una herramienta computacional como el PSO (Particle Swarm Optimization) que permita reducir los tiempos de búsqueda de estructuras de mínima energía para que posteriormente puedan ser refinadas con métodos como DFT. En este trabajo se presentará la clasificación y descripción de las estructuras de mínima energía correspondientes a las diferentes composiciones de los cúmulos $\text{Pt}_m\text{-Pd}_n$ ($m + n = 13$) obtenidos con PSO. Los homótopos e isómeros se reportan de acuerdo a su grupo puntual de simetría y nivel energético, los cuales son comparados con estructuras reportadas en la literatura.

M101770 **Síntesis y caracterización de polvos de KNb_3O_8 obtenidos por reacción en estado sólido a 800°C** Francisco Eduardo Rojas González* (*frojas.fisica@gmail.com*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Roberto Pedro Duarte Zamorano

(*roberto.duarte@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Ofelia Hernández Negrete (*ochernandeznegrete@gmail.com*), Universidad de Sonora - Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia; Roberto Carlos Carrillo Torres (*roberto.carrillo@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Mario Enrique Alvarez Ramos (*enrique.alvarez@fisica.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Hilda Esperanza Esparza Ponce (*hilda.esparza@cimav.edu.mx*), Centro de Investigación en Materiales Avanzados A.C. (CIMAV); Javier Hernández Paredes (*javier.hernandez@unison.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Física; Santos Jesús Castillo (*semiconductores@difus.uson.mx*), Universidad de Sonora - Departamento de Investigación en Física; *Expositor.

El triniobato de potasio (KNb_3O_8) es un material que se utiliza en aplicaciones catalíticas y fotocatalíticas, por ejemplo, eliminar los colorantes de los desechos del agua de los textiles. Convencionalmente se utilizan reacciones en estado sólido a altas temperaturas con los reactivos Nb_2O_5 y K_2CO_3 . En el presente trabajo se reporta la síntesis de KNb_3O_8 por reacción en estado sólido a 800°C durante 3h de Nb_2O_5 y KCl . El espectro Raman sobre el material obtenido confirmó que las bandas observadas están reportadas como la fase KNb_3O_8 . Las características de la microestructura se analizaron mediante microscopía electrónica de barrido por emisión de campo. Las imágenes de FSEM mostraron una microestructura compleja formada por cristales en forma de agujas y hojuelas dispersos en una fracción importante de granos en forma de platos. El análisis de EDS sugirió que la estequiometría de la muestra es cercana a la esperada para KNb_3O_8 y no mostró evidencia de cloro.

M101789 **Fabricación de nanofibras de etilcelulosa mediante electrospinning** Ingrid Verónica Pérez Francisco* (*ingrid.vpf3@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Claudia Oliva Mendoza Barrera (*cmendoza@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Altúzar Aguilar (*valtuzar@gmail.com*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Severino Muñoz Aguirre (*smunoz@fcfm.buap.mx*), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.

El electrospinning ha sido reconocido como una técnica eficiente para la fabricación de nanofibras de polímeros. Esta técnica aporta a los elementos desarrollados diversas características como: amplia superficie por unidad de área, porosidad y una serie de propiedades mecánicas, siendo atractiva a nivel nanobiotecnológico. Varios polímeros han sido electrospunidos con éxito en fibras ultrafinas en los últimos años, principalmente en solución solvente y algunos en forma fundida. Se han realizado aplicaciones potencia-

les basadas en tales fibras, específicamente su uso como refuerzo en el desarrollo de nanocompuestos. En este trabajo, se presenta el procesamiento, la caracterización de estructura y propiedades, el modelado y las simulaciones de la obtención de nanofibras de etilcelulosa con aplicaciones farmacéuticas.

M101804 **Fabrication and characterization study of Electrospun CdTe Quantum Dots/Poly lactic acid (PVA) nanofiber for novel surface-engineered applications.** Marco Damián Flores Llaca (*serolfnaimad@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Marco Antonio Molina Suárez* (*marco.molinasrz@uanl.edu.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Héctor Manuel Leija Gutiérrez (*h.leija@gmail.com*), Universidad Autónoma de Nuevo León; Eduardo Gerardo Pérez Tijerina (*egperez@fcfm.uanl.mx*), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.

This is work focused on the preparation and characterization of Polyvinyl alcohol (PVA) nanofibers incorporating CdTe quantum dots QDs by nanoprecipitation method. This method provides a facile procedure to incorporate the QDs of various emission wavelengths in the nanofibers surface. A one-pot microwave irradiation method has been employed to prepare green- to red-emitting CdTe QDs (Quantum dots) with high luminescence. The nanofiber membranes of PVA were produced by using the Electrospinning method and able to integrate luminescent properties of CdTe quantum dots and extend their advantages to fiber-based structures. The effect of the QDs on the nanofibers were characterized morphologically and

optically by scanning electron microscopy, transmission electron microscopy, and photoluminescence (PL) measurements, UV-vis and FTIR absorption spectroscopy. These nanofibers are expected to have much potential for surface-engineered applications as biological labeling.

M101816 **Nanocables de ZnO por síntesis hidrotérmica** Laura Lorena Díaz Flores (*lldf@yahoo.com*), universidad juárez autónoma de tabasco; Fabiola Del Carmen Gómez Torres* (*fabiolagomeztr@gmail.com*), universidad juárez autónoma de tabasco; Ibis Ricardez Vargas (*ibis.ricardez@ujat.mx*), universidad juárez autónoma de tabasco; *Expositor.

Se obtuvieron cables de ZnO sobre ITO/PET, por la síntesis hidrotérmica, probando 2 formas de transferencia de calor, en horno convencional y en baño maría. Se sintetizó por sol gel la solución de la capa semilla depositada por spin coating, la muestra fue colocada en el autoclave durante 2.5 horas a 70°C, en un horno convencional, de igual manera se realizaron muestras en baño maría, repitiendo los pasos anteriores. El crecimiento de cables ocurrió dentro de una solución de nitrato de zinc hexahidratado y HMTA en una concentración de 12 mM, en agua desionizada. Las muestras fueron lavadas con agua desionizada y secadas. Se estudiaron las propiedades morfológicas y estructurales de las muestras de ZnO. Para el análisis estructural, los recubrimientos fueron caracterizados por XRD y su análisis revela la fase hexagonal wurzita. La morfología analizada por AFM demuestran que la muestra de ZnO en baño baño maría presenta mayor formación de cables que en horno convencional.

