XIII ESCUELA DE FÍSICA

EFX 2025

4 - 9 Agosto Presencial y virtual

RESUMENES

Comité organizador: Campillo Ilanes Bernardo, Castillo Mejía Fermín, Flores Cedillo Osvaldo, Gamboa de Buen Isabel, Martínez Valencia Horacio, Reyes Romero Pedro G., Vergara Sánchez Josefina. **Escuela apoyada por PAPIME PE102225.**

EXPERIMENTAL

XIII ESCUELA DE FÍSICA EXPERIMENTAL

Se llevará a cabo de manera hibrida (presencial-Virtual) del **4 al 9 de agosto de 2025**

El objetivo de la XII Escuela de Física Experimental es el fomentar la discusión del trabajo de investigación experimental en el área de Física en temas relacionados con Física de radiaciones, láseres, vibraciones, espectroscopia y diagnóstico de plasmas luminiscentes con conexión de la investigación básica con las aplicaciones tecnológicas e Ingeniería de superficies. Así como estimular a la comunidad estudiantil y académica del país para establecer colaboraciones interinstitucionales y fortalecer las ya existentes. Proyecto aprobado por PAPIME PE102225.

La escuela está dirigida a estudiantes que se encuentren cursando los últimos semestres de las carreras de Física, Ingeniería, Química, y carreras afines de todo el país y que estén interesados en la física experimental. La ESCUELA DE FÍSICA EXPERIMENTAL constará de 29 conferencias, en donde se presentará una visión general de las investigaciones en física experimental que se desarrollan actualmente.

TEMAS PRINCIPALES:

- Física de radiaciones.
- Física médica.
- Láseres.
- Vibraciones.
- Diagnóstico de plasmas.
- Espectroscopia de plasmas.
- Modificación de materiales con plasmas.
- Ingeniería de superficies.
- Entre otras.

XIII ESCUELA DE FÍSICA EXPERIMENTAL

4-9 de agosto de 2025

Escuela apoyada por PAPIME PE102225

El hotel sede será: Gamma Cuernavaca Puerta Paraíso, Dirección: Av. Domingo Diez 701-B, El Empleado, 62250 Cuernavaca, Mor. Teléfono: 777 313 2444

PROGRAMA

Horario	**Lunes 4**		**Martes 5**		**Miércoles 6**		**Jueves 7**		**Viernes 8**		**sábado 9**
7:00-9:00				Desayuno		Desayuno		Desayuno		Desayuno	Desayuno
9:00-10:00			Dra. M. del Pilar Rdz.	Dra. Susel Del Sol	Dr. Pedro Reyes	Dr. Carlos Peña	Dr. Osvaldo Flores	Dra. Bertha Aguilar	Dr. Bernardo Campillo	Dra. Lucero Díaz	Salida de alumnos
10:00 a 11:30				Dr. José Chávez Carbayar		Dr. Efraín Chávez		Dr. José Manuel de la Rosa		Dra. Judith Percino	Salida de alumnos
11:30 a 12:00				Receso		Receso		Receso		Receso	Salida
12:00 a 13:00		Llegada alumnos		Dra. Alejandra López Suarez		Dra. Citlali Sánchez		Dr. Benjamín Leal		Dra. Ma. Estela Calixto	
13:00 a 14:00		Inauguración 3:30 PM a cargo del Dr. Jaime E. Arau Roffiel director del consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos		Dr. Ernesto Belmont		Dra. Herlinda Montiel		Dra. Isabel Gamboa		Dra. Sandra Ramírez	
14:00 a 16:00	Comida										
16:00 a 17:00	Dr. Pedro Reyes	Dra. Antígona Segura	Dr. Osvaldo Flores	Dra. Gabriela Baez	Dr. Fermín Castillo	Dr. Arturo Menchaca	Dr. Bernardo Campillo	Dra. Hailin Zhao Hu	Dr. Pedro Reyes	Dr. Mayo Villagrán	
17:00 a 18:00		Dr. Ignacio Figueroa		Dr. Sergio Gamboa		Visita Laboratorios		Dr. Naveen Kumar		Dr. Arturo Galván	
18:00 a 19:00		Dr. Víctor Contreras		Dr. Olmo González		ICF		Dr. Carlos Muñoz		Dr. Jorge Seman	

XIII ESCUELA DE FÍSICA EXPERIMENTAL

4-9 de agosto de 2025

Escuela apoyada por PAPIME PE102225

INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS

Ponentes de la XIII Escuela de Física Experimental 2025

Dra. Antígona Segura	ICN UNAM	antigona@nucleares.unam.mx
Dra. Isabel Gamboa de Buen	ICN UNAM	gamboa@nucleares.unam.mx
Dra. María Herlinda Montiel	ICAT UNAM	herlinda.montiel@ccadet.unam.mx
Dra. Hailin Zhao Hu	IER UNAM	hzh@ier.unam.mx
Dra. Susel Del Sol Fernández	ICF UNAM	sdelsol@icf.unam.mx
Dr. José Chavez Carbayar	IIM UNAM	josech@unam.mx
Dra. Gabriela Báez Juárez	UAM-Azc.	gbaez@azc.uam.mx
Dra. Alejandra López Suarez	IF UNAM	chipi@fisica.unam.mx
Dra. Lucero Díaz Peralta	ICF UNAM	lucero@icf.unam.mx
Dra. Judith Percino Zacarías	CQ BUAP	judith.percino@correo.buap.mx
Dra. Ma. Estela Calixto Rodríguez	IF BUAP	ecalixto@ifuap.buap.mx
Dra. Citlali Sánchez Aké	ICAT UNAM	citlali.sanchez@ccadet.unam.mx
Dr. Arturo Menchaca Rocha	IF UNAM	menchaca@fisica.unam.mx
Dra. Betha Oliva Aguilar Reyes	IIM UNAM	baguilar@iim.unam.mx
Dra. Sandra I. Ramírez Jiménez	CIQ- UAEM	ramirez_sandra@uaem.mx
Dr. Naveen Kumar Reddy Bogireddy	ICF UNAM	naveen@icf.unam.mx
Dr. Sergio Gamboa Sánchez	IER UNAM	sags@ier.unam.mx
Dr. Carlos Peña Malacara	IBT UNAM	carlosf@ibt.unam.mx
Dr. Ernesto Belmont Moreno	IF UNAM	belmont@fisica.unam.mx
Dr. Víctor Contreras Loera	ICF UNAM	victor@icf.unam.mx
Dr. José Manuel de la Rosa	ESIME IPN	mdelaros@ipn.mx
Dr. Jorge Seman Harutinian	IF UNAM	seman@fisica.unam.mx
Dr. Mayo Villagran Muniz	ICAT UNAM	mayo.villagran@icat.unam.mx
Dr. Ignacio Figueroa Vargas	IIM UNAM	iafigueroa@unam.mx
Dr. Benjamín Leal Acevedo	ICN UNAM	benjamin.leal@nucleares.unam.mx
Dr. Arturo Galván Hernández	ICF UNAM	arturo@icf.unam.mx
Dr. Olmo González Magaña	ICF UNAM	olmogm@icf.unam.mx
Dr. Carlos Muños Garay	ICF UNAM	cgaray@icf.unam.mx
Dr. Efraín Chávez Lomeli	IF UNAM	chavez@fisica.unam.mx

RESUMENES
XIII ESCUELA DE FÍSICA EXPERIMENTAL

Estudios experimentales de meteoritos y micrometeoritos

Antígona Segura Peralta
Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México

En esta charla compartiré con los y las estudiantes participantes el proyecto multidisciplinario Citlalmitl en el que generamos un dispositivo experimental para simular procesos de alta temperatura en meteoritos y micrometeoritos.

Microscopía de Fuerza Atómica: Una Ventana al Mundo Nanoscópico de Materiales y Sistemas Biológicos

Arturo Galván Hernández
Instituto de Ciencias Físicas, UNAM

Esta presentación ofrecerá una visión general de la microscopía de fuerza atómica y su impacto en el estudio de materiales y sistemas biológicos a escala nanométrica. Se destacarán las capacidades únicas del AFM para caracterizar propiedades topográficas, mecánicas y eléctricas, y cómo estas mediciones han contribuido al avance en campos como el desarrollo de nuevos materiales, la nanotecnología y la biología celular.

Imagenología de pirámides por atenuación de muones atmosféricos

Arturo Menchaca
Investigador Emérito.
Instituto de Física, UNAM

Resumen: Las técnicas de inspección no-destructiva de grandes volúmenes para detectar variaciones significativas de densidad en su interior, utilizando radiación cósmica, es un tema en pleno desarrollo a nivel mundial. En México, nuestro grupo fue el primero en implementar esta metodología, construyendo un detector de muones atmosféricos que fue instalado bajo la Pirámide del Sol, Teotihuacan, para buscar posibles cavidades ocultas. En la actualidad formamos parte del proyecto NAUM (Non-invasive Archaeometry Using Muons) que aplicará esta técnica la pirámide El Castillo en Chichén Itzá. La plática incluirá nociones de física de partículas, de rayos cósmicos y de técnicas de detección de partículas, así como una descripción elemental sobre las motivaciones multidisciplinarias asociadas a la arqueología.

Niveles de radiación ambiental en las inmediaciones de una instalación radiactiva 1-A

Benjamín Leal-Acevedo, benjamin.leal@nucleares.unam.mx, y Isabel Gamboa-deBuen, gamboa@nucleares.unam.mx, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

De acuerdo con el Reglamento General de Seguridad Radiológica, Titulo 5, Capítulo 1, Artículo 100, las instalaciones Tipo 1-A contemplan a los irradiadores donde las fuentes salen de sus blindajes, como es el caso del Irradiador Gammabeam 651 PT. Como parte de las rutinas de operación se contempla la medición del fondo natural de radiación en las inmediaciones de la Instalación. Si bien es un equipo que produce una alta tasa de exposición, desde el diseño y construcción se tiene contemplado que el campo radiológico esté siempre contenido en el blindaje. En este trabajo se presentan los valores de exposición registrados en los levantamientos de niveles de radiación de rutina y la composición por espectrometría de rayos gamma del fondo ambiental en las inmediaciones de la instalación.

Compuestos tipo doble perovskita para espintrónica: del diseño a la caracterización

Bertha Oliva Aguilar Reyes
Instituto de Investigaciones en Materiales
e-mail: baguilar@iim.unam.mx

El estudio de compuestos tipo doble perovskita basados en el Sr2FeMoO6 (SFMO) es fundamental para entender la electrónica y propiedades magnéticas de los sistemas semimetálicos. Estos sistemas son de gran interés en las últimas décadas debido a que presentan propiedades de conductor en un canal de espín y aislante en el otro canal de espín, permitiendo controlar la conducción electrónica con un grado más de libertad. En el sistema SFMO, un orden estructural perfecto entre los átomos de Fe y Mo presenta polarización de espín completo, alta temperatura de Curie (TC = 410–450 K) y baja magnetorresistencia de campo (MR). La disposición ordenada de Fe y Mo es responsable del estado ferromagnético semimetálico y el comportamiento de MR mediante procesos de dispersión de portadores dependientes del espín [1,2]. La TC asociada a la doble perovskita SFMO, puede incrementarse mediante el dopaje en los sitios de Sr. Sin embargo, los defectos antisitio inducidos afectan negativamente las propiedades magnéticas [3-5]. El defecto o trastorno anti-sitio (AS) es inducido en los sitios de Fe y Mo (S) por el dopaje. En los últimos años, se han obtenido compuestos dopados con La, Nd, Ce, Ba y Ca en los sitios de Sr, con la finalidad de comparar los cambios estructurales y las propiedades magnéticas que resultan de la variación en el número de electrones itinerantes de los sistemas resultantes. Los compuestos han sido obtenidos tanto por la técnica sol-gel como por reacción en estado sólido. La caracterización microestructural se realiza mediante Difracción de rayos X y Microscopía electrónica de barrido, mientras que la caracterización magnética se lleva a cabo a partir de mediciones de susceptibilidad magnética (para obtener TC) así como mediciones de resistividad eléctrica y/o obtención de ciclos de histéresis magnética.

[1] T.H. Kim, M. Uehara, S.-W. Cheong, S. Lee, Appl. Phys. Lett. 74 (1999) 1737.
[2] D.D. Sarma, Sugata Ray, K. Tanaka, M. Kobayashi, A. Fujimori, P. Sanyal, H.R. Krishnamurthy, C. Dasgupta, Phys. Rev. Lett. 98 (2007), 157205.
[3] B. Aguilar, T.E. Soto, J. de la Torre Medina, O. Navarro, Phys. B Condens. Matter 556 (2019) 108.
[4] E.J. Guzman, F. Estrada, B. Aguilar, O. Navarro, M. Avignon, Rev. Mexic. Fisica 64 (2018) 145.
[5] D. Rubi, C. Frontera, J. Nog_es, J. Fontcuberta, Condens. Matter 16 (2004) 3173.

Espectroscopia de rompimiento inducido por láser: aspectos fundamentales y aplicaciones biológicas

C. Sánchez Aké
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito
Email: citlali.sanchez@icat.unam.mx

La espectroscopía de rompimiento inducido por láser (LIBS, por sus siglas en inglés *Laser Induced Breakdown Spectroscopy*) es una técnica de espectroscopía atómica que utiliza un láser de alta potencia para inducir ablación en una muestra, generando un plasma cuya emisión óptica permite identificar y, bajo ciertas condiciones, cuantificar los elementos presentes. Entre sus principales ventajas destacan la mínima o nula preparación de muestras, la posibilidad de realizar análisis a distancia mediante acceso óptico, su alta resolución espacial y el daño limitado a escalas micrométricas. Además, LIBS es aplicable a muestras en estado sólido, líquido y gaseoso.

A pesar de su potencial, el desempeño analítico de LIBS ha enfrentado desafíos, principalmente debido al complejo análisis espectral causado por el denominado “efecto matriz”, así como a sus límites de detección relativamente altos en comparación con otras técnicas. No obstante, LIBS ha demostrado ser una herramienta valiosa en la obtención de imágenes con mapeo elemental y ha encontrado aplicaciones relevantes en sectores como la industria, el análisis ambiental, la biomedicina y la conservación del patrimonio cultural.

En esta plática se abordarán los fundamentos de la técnica LIBS, con especial énfasis en el esquema experimental y la instrumentación empleada. Se discutirán diversas estrategias para mejorar sus límites de detección, incluyendo el uso de nanopartículas. También se presentarán las bases de la imagenología con LIBS y sus aplicaciones emergentes en el campo biomédico. Finalmente, se analizarán las limitaciones actuales de la técnica y sus perspectivas futuras en dicho ámbito.

Fuentes de Iones

Efraín Chávez y Roberto Gleason
Instituto de Física, UNAM

En este curso se describirá el funcionamiento de cuatro tipos de fuentes de iones. Tres de ellas son fuentes de iones positivos: Radio Frecuencia, Plasma por descarga y Resonancia de Ciclotrón. La cuarta produce iones negativos: Ablación atómica con Cesio.

En nuestro grupo, las fuentes de iones están asociadas a aceleradores (electrostáticos todos ellos) en el Instituto de Física, por lo que se describirá brevemente tanto a los aceleradores como los laboratorios en los que están instalados y las principales aplicaciones de los haces de iones acelerados.

Detectores de radiación ionizante para altas energías y astrofísica

Ernesto Belmont Moreno
Instituto de Física, UNAM

Se presentarán rápidamente los temas y respectivos experimentos actualmente en curso de lo más relevante en física. Posteriormente se centrará en aquellos que hacen uso de radiación ionizante, se presentarán los principios de funcionamiento de los detectores y se presentara lo más nuevo en estas técnicas. Se terminará con un repaso más detallado de los experimentos donde la radiación ionizante es central.

Obtención de películas delgadas de seleniuro de plata por electrodepósito para aplicaciones en dispositivos termoeléctricos

C.A.M. Román-Varela, Ma. Estela Calixto, C.J. Diliegros-Godines
Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas", BUAP

Es posible convertir energía térmica en energía eléctrica mediante el efecto Seebeck, usando dispositivos termoeléctricos, los cuales convierten directamente una diferencia de temperatura entre sus extremos caliente y frío en energía eléctrica. Es decir, en estos dispositivos en un extremo tenemos la "fuente de calor" que captura la "energía térmica" y la convierte en una diferencia de potencial (voltaje) en el otro extremo del dispositivo. El seleniuro de plata (β-Ag2Se) se considera uno de los materiales semiconductores con conductividad eléctrica tipo n más prometedores para ser usados en aplicaciones termoeléctricas debido a su bajo valor de banda de energía prohibida, coeficiente de Seebeck y un factor de potencia (FP) superior a temperatura ambiente. Sin embargo, una de las principales desventajas de utilizar β-Ag2Se como material termoeléctrico a gran escala es el uso de métodos físicos que usualmente se usan para su obtención, los cuales requieren un alto vacío, precursores de alta pureza, y tiempos muy largos de síntesis, además de su alto costo. Por el contrario, la técnica de electrodepósito es una técnica de bajo costo, confiable, ecológica y reproducible que permite el depósito de películas delgadas sobre áreas grandes en condiciones de baja temperatura, con un buen control del espesor de las películas y potencialmente una alta utilización de especies iónicas en la disolución electrolítica, lo cual es especialmente importante cuando se plantea su escalamiento a niveles de procesamiento industrial, además facilita el control preciso de composición química y espesor de las películas. En esta plática se presenta una metodología sencilla para obtener películas delgadas de β-Ag_2Se, también se presentan los resultados de la caracterización de sus propiedades físicas y químicas, además de su rendimiento termoeléctrico.

Ingeniería de metamateriales elásticos

Gabriela Baez, UAM-Azcapotzalco

El diseño de materiales artificiales, con propiedades anómalas emergentes, es una investigación de frontera muy activa hoy en día debido a las múltiples y novedosas aplicaciones. Estos nuevos materiales, también llamados metamateriales, se caracterizan por su fenomenología ondulatoria que desafía nuestra intuición: superenfoque, invisibilidad y ralentización, entre otros.

El principal desafío de los metamateriales es su producción en masa ya que, hasta ahora, solo se han fabricado muestras cuyas propiedades emergentes anómalas se han verificado en pequeños intervalos de frecuencia. Las primeras muestras fabricadas con éxito, a principios del siglo XXI, fueron metamateriales electromagnéticos, caracterizados por su índice de refracción negativo. Por su parte, los metamateriales elásticos presentan un mayor grado de dificultad, debido al acoplamiento entre las diferentes polarizaciones de las ondas mecánicas, así como a la conversión entre ellas.

En esta conferencia presentamos evidencia experimental del control de ondas mecánicas a través de algunos metamateriales elásticos estructurados, estratégicamente diseñados y fabricados en nuestro grupo de investigación: Átomos, moléculas, cristales artificiales y aislantes topológicos elásticos, que emulan a los sistemas cuánticos originales.

Esta investigación de frontera tiene aplicaciones potenciales en sismología; en el diseño de ciudades modernas y en las industrias automotriz, aeronáutica y aeroespacial, ya que la comodidad, el mantenimiento y principalmente la seguridad de los vehículos dependen del control de las ondas elásticas y las vibraciones mecánicas en ellos.

Parámetros biofísicos de las Bicapas lipídicas celulares y bicapas modelo

Carlos Muñoz Garay y Brandt Bertrand,
Laboratorio de Física de Membranas Biológicas del Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM

En nuestro laboratorio estudiamos las propiedades físicas de la membrana celular. La membrana es la envoltura que contiene a la célula (todas sus estructuras) y está compuesta por lípidos perfectamente ordenados, que comúnmente conocemos como grasa. Estudiar esta envoltura nos permite comprender mejor como la célula sobrevive ante todo el estrés al que está sometida (temperatura, presión, presencia de desechos, deshidratación, etc.,) y como regula el intercambio de materiales entre su interior y el exterior de la célula, son tareas que la membrana tiene que hacer entre muchos otros trabajos. También, nos permite comprender como cambios en la composición de los lípidos pueden relacionarse con enfermedades como el cáncer, la degeneración de neuronas o el proceso natural del envejecimiento. Uno de los temas en el que nos hemos enfocado en el laboratorio es en cómo la membrana celular puede ser dañada por compuestos conocidos como “péptidos antimicrobianos”, algunos de los cuales forman poros en ella o la disuelven. Lo interesante de estos péptidos es que pueden hacerlo muy bien en membranas celulares de microbios, pero no tan bien o sin lograr afectar, en algunos casos, a las membranas de células de animales.

El desconocimiento de la composición lipídica de una membrana celular y como está influye en la vida celular, fue una gran limitación para comprender, en su verdadera proporción, la importancia de las membranas y de los lípidos mismos, no solo para envolver a la célula, sino para que la célula sobreviva. En la última década se han logrado avances importantes en el conocimiento de las características y virtudes de las membranas, gracias al desarrollo de técnicas biofísicas. Ahora se comprende mejor los elementos que regulan las cantidades y tipos de lípidos presentes en la membrana celular, gracias a que contamos con un gran inventario de genes, proteínas y lípidos para algunas especies y célula (incluso para un momento particular del ciclo celular).

Entonces, el reto es descubrir la vasta información contenida en las membranas biológicas. La composición de lípidos y sus interacciones entre ellos implican claramente un nivel de organización molecular comparable a una secuencia de nucleótidos en el ADN o al orden de los aminoácidos en una proteína; secuencias que en sí mismas codifican las propiedades y capacidades funcionales de estas macromoléculas. En el caso de la membrana, el tipo de lípidos, la proporción y la naturaleza de sus interacciones entre ellos determina las propiedades de la membrana lipídica y sus funciones.

La propuesta del laboratorio (Hipótesis) es que los “péptidos antimicrobianos” afecta a la membrana

celular por que reconoce las características físicas de la membrana, como su dureza o blandura, espesor, cambios de espesor, estructuras (tipo domos o cráteres), superficies con cargas positivas o negativas y la presencia de lípidos que solo están en la célula de la bacteria que mata. Todas o algunas de estas características son las que permiten a los péptidos antimicrobianos, que puedan matar bacterias y no células de animales.

En el estudio de los péptidos antimicrobianos, es importante entender la forma en que ellos pueden ejercer su efecto toxico a la bacteria u otro microorganismo para matarla. Así como poder modificarlos de forma razonada para diseñar péptidos más eficientes que maten microorganismos de forma específica y entonces poder usarlos como antibióticos de nueva generación.

Para explorar esta idea, en el laboratorio usamos membranas artificiales (sintéticas) en las que podemos reproducir diferentes características físicas de la membrana para ver como esta condición evita o ayuda a la mejor inserción del péptido. De este modo caracterizando la actividad de diferentes péptidos en distintas membranas (distinta composición de lípidos) estamos relacionando las propiedades de los péptidos y las de las membranas, buscando las mejores y peores combinaciones que nos ayuden a entender que péptidos perturban mejor a que membranas. La información obtenida en estos experimentos de laboratorio siempre es confirmada en las membranas de los microorganismos y células de interés. Al momento, en la mayoría de los casos se ha visto que cuando describimos mayor actividad o menor actividad en nuestro modelo, la respuesta es igual en los ensayos con bacterias y células, validándose así nuestra aproximación experimental que empleamos.

Preparación de películas delgadas de perovskita híbrida bajo condiciones ambientales para su aplicación en celdas solares.

Hailin Zhao Hu, IER-UNAM)

Las celdas solares de perovskite híbrida pueden ser preparadas por métodos de solución, que es una técnica que no requiere equipos sofisticados. Esta técnica surge de los métodos de preparación para celdas solares sensibilizadas con tinte y celdas solares orgánicas. La alta eficiencia de conversión y el bajo costo de producción de celdas solares de perovskita las hacen muy atractivas para su posible comercialización. En esta plática se muestran los procesos de preparación de películas delgadas de perovskita bajo condiciones de alta humedad relativa en laboratorios del IER-UNAM, los trabajos relacionados con la modificación de diferentes capas de celdas solares de perovskita, con la finalidad de mejorar la eficiencia y estabilidad de las celdas. Se presentan los problemas encontrados en el escalamiento de estas celdas, y se concluye que aún hay muchos obstáculos que vencer para lograr buenas eficiencias de conversión de celdas solares de perovskita en área grande preparadas bajo condiciones ambientales.

Multicapas magnéticas para para el desarrollo de sensores magnéticos y dispositivos espintrónicos

María Herlinda Montiel Sánchez
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM

Una multicapa magnética es un conjunto de capas conformadas por diferentes materiales magnéticos por lo que también son conocidas como heteroestructuras. Las componentes de las multicapas magnéticas son diversos y pueden ser: metales, óxidos, vidrios. Las multicapas presentan importantes propiedades de transporte eléctrico y magnético, por lo que el interés en este tipo de estructuras sigue vigente a pesar de que se inicia su estudio en las décadas de 1950 y 1960, con Louis Néel y Bloch, en donde comienza la investigación sobre acoplamientos entre capas ferromagnéticas separadas por un espaciador no magnético, anisotropías por efectos de superficie y acoplamiento de materiales ferromagnéticos y antiferromagnéticos. Actualmente se realiza investigación sobre las técnicas de depósito en alto vacío y ultra alto vacío, permitiendo tener avances en el control de crecimiento de las capas delgadas y multicapas. Además, estos sistemas presentan importantes fenómenos magnéticos donde se destaca la magnetorresistencia gigante, GMR por sus siglas en inglés «Giant magnetoresistance», y se ha convertido en uno de los descubrimientos más importantes de las últimas décadas, la magnetoimpedancia y la resonancia ferromagnética.

En esta plática les presentare el estudio de materiales magnéticos basados en multicapas simétricas y/o asimétricas, cabe señalar que esta área de investigación es un paso previo y básico para el desarrollo sensores magnéticos y de dispositivos espintrónicos.

Caracterización dosimétrica de haces de rayos X generados en un irradiador X-RAD320

Javier Gutiérrez Romero, María Isabel Gamboa de Buen
Instituto de Ciencias Nucleares UNAM

Los rayos X de ortovoltaje (120 a 320 kV) se utilizan en radioterapia para el tratamiento de cáncer de piel, en la obtención de imágenes en radiodiagnóstico y en radiobiología para determinar los efectos inducidos en los sistemas biológicos para lo cual es necesario hacer la caracterización dosimétrica del equipo de rayos X. El Organismo Internacional de Energía Atómica y la Asociación de Estados Unidos de Físicos en Medicina, entre otras instituciones, han establecido protocolos de dosimetría para diferentes haces de radiación ionizante entre los que se encuentran los rayos X de energía intermedia (ortovoltaje).

En el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, se adquirió un equipo X-RAD320 que puede generar haces de rayos X con diferencias de potencial entre 5 y 320 kV en el que se pueden irradiar sistemas físicos, como dosímetros, y biológicos, como células y animales pequeños que debe ser caracterizado dosimétricamente antes de ser utilizado para exponer los diferentes sistemas.

El objetivo de este trabajo es realizar la caracterización dosimétrica del equipo X-RAD320 para haces de 150, 200, 250 y 320 kV filtrados con 2 mmAl + 0.25 mmCu.

Las medidas dosimétricas se realizaron con una cámara de ionización tipo Farmer modelo T30013 de la marca PTW calibrada en términos del kerma en aire para heces de rayos X de 150 y 250 kV. Para obtener el kerma en aire y la dosis en agua se utilizó el protocolo de la AAPM TG-61 (1). El equipo cuenta con un programa en el que se establecen los diferentes parámetros de irradiación tales como la diferencia de potencial y la corriente del haz, la distancia entre la fuente de rayos X y la superficie en donde se mide, la dosis en agua o el kerma en aire a ser impartidos o el tiempo de irradiación, entre otros. Además, tiene un sistema de colimación con el que se pueden formar campos rectangulares de hasta 20 cm de lado.

Se evaluaron el kerma en aire a partir de la calibración del equipo en términos del kerma en aire con la cámara de ionización (kerma en aire prescrito), el kerma en aire en función de la distancia y de la corriente, la uniformidad del haz, la concordancia del campo de radiación y el campo de luz, así como los parámetros utilizados para determinar la calidad del haz (capa hemirreductora y energía efectiva). Se encontró que las medidas de kerma en aire en función del kerma en aire prescrito, del tiempo de irradiación y de la corriente, siguen una relación lineal por lo que se pueden hacer irradiaciones variando

dichos parámetros sin necesidad de hacer una calibración del equipo utilizando los nuevos parámetros. Se observó que el haz de radiación está correctamente colimado y que es uniforme, pero se encontró una discrepancia de 0.5 cm entre el campo de radiación y el campo de luz. Los resultados de la calidad del haz y las medidas de la dosis servirán como referencia en la planificación de irradiaciones a distintas muestras físicas, químicas y biológicas.

1) Ma CM, Coffey CW, DeWerd LA, Liu C, Nath R, Seltzer SM, Seuntjens JP; American Association of Physicists in Medicine. AAPM protocol for 40-300 kV x-ray beam dosimetry in radiotherapy and radiobiology. Med Phys. 2001 28(6):868-93. doi: 10.1118/1.1374247. Erratum in: Med Phys. 2023 Jun;50(6):3886. PMID: 11439485.

Espectroscopia de reflectancia difusa resuelta espacialmente

José Manuel de la Rosa Vázquez y Jorge Evelio Azcuy Breto.
Departamento de Ingeniería Fotónica, ESIMyE, Instituto Politécnico Nacional

Se discute la importancia que tiene el conocer cómo es que la luz se propaga en la piel para las aplicaciones de las tecnologías ópticas en el diagnóstico y tratamientos médicos. Se presenta además un sistema desarrollado y aplicado para medir la reflectancia difusa resuelta espacialmente que permite establecer los coeficientes de absorción y esparcimiento en fototipos III Y IV.

La importancia de los polímeros en la formación coloides y nanopartículas fluorescentes

Judith Percino Zacarías y Enrique Pérez-Gutiérrez
Unidad de Polímeros y Electrónica Orgánica Instituto de Ciencias - Centro de Química BUAP,
http://polimeros.buap.mx/

En un coloide, una fase dispersa se encuentra distribuida en una fase dispersante en forma de partículas muy pequeñas, que no se disuelven completamente pero tampoco se sedimentan fácilmente. Las partículas coloidales tienen un tamaño intermedio entre una solución y una suspensión, típicamente entre 1 y 1000 nanómetros. En ausencia de estabilizadores, las partículas se atraen entre sí por fuerzas de van der Waals y coagulan. Comprender las fuerzas que rigen la estabilidad coloidal es un requisito esencial para la preparación de nanopartículas coloidales. A su vez, la estabilización de las partículas coloidales está íntimamente relacionada con los procedimientos de preparación y primordialmente con polímeros con interacciones electrostáticas que evitan la agregación de las partículas y su precipitación en la fase dispersa.

En esta plática se explicarán los principios fisicoquímicos de sistemas coloidales, ejemplos y aplicaciones, así como materiales, enfocándose en polímeros que se usan para la estabilización de sistemas coloidales tales como Poli(etilenglicol), metilcelulosa, poli(alcohol vinílico), poli(vinilpirrolidona) o poli(óxido de etileno). Además, se analizará la preparación de nanopartículas con una aproximación coloidal y se mostrarán nanopartículas con propiedades fluorescentes preparadas por el Grupo de Polímeros.

Síntesis, estudios de dimerización y evaluación de la toxicidad aguda y antimicótica del "G-A21"

Lucero Díaz-Peralta[a], Arturo Galván-Hernández[a], Lourdes Rodríguez-Fragoso[b], Iván Ortega-Blake[a].
[a]Instituto de Ciencias Físicas, UNAM, [b]Facultad de Farmacia, UAEM

El éster metílico de *L*-histidina de anfotericina B, también conocido como A21, es un derivado del fármaco anfotericina B (AmB). A21 es un nuevo derivado macrólido poliénico. Se clasifica así debido a la presencia de la subunidad poliénica hidrófoba, que está unida a la porción de poliol hidrófila de la molécula. La estructura química es similar a la del AmB. La molécula consta de un anillo de macrolactona de 38 miembros y una fracción de aminoazúcar unida a él mediante un enlace β-glicosídico. Un lado del anillo macrólido está compuesto por una cadena lipofílica rígida de siete dobles enlaces conjugados en conformaciones trans y en el lado opuesto hay un número igual de grupos hidroxilo. La presencia del grupo éster metílico de la *L*-histidina sustituye al grupo carboxilo de la AmB. A21 ha demostrado una mayor selectividad hacia las células fúngicas en comparación con las células de mamíferos. Muestra una mayor seguridad en el tratamiento de diferentes micosis (alrededor de 6 veces por vía intraperitoneal) en comparación con AmB e igual de eficaz. Otra ventaja de A21 es su mayor solubilidad en soluciones acuosas como buffer salino de fosfatos (PBS) en comparación con AmB. Dada su igual eficacia y su mayor solubilidad y seguridad, A21 es un candidato interesante para el tratamiento de las infecciones fúngicas sistémicas, que constituyen un riesgo sanitario creciente. *Teviashova et. al.* reportó que la formación de sales de glutamato en derivados de AmB prometedores, mejorarían sustancialmente la solubilidad y como consecuencia la seguridad en este trabajo se presenta la síntesis y estudios de dimerización y microbiológicos preliminares del glutamato de A21 (G-A21).

Aplicaciones de láseres de ns

Mayo Villagrán Muniz, ICAT-UNAM

Los láseres de pulsos de nanosegundos de duración tienen muchas aplicaciones porque concentran mucha energía en corto tiempo, lo que permite, por ejemplo, ablacionar materiales. A su vez la ablación, que es un proceso de interacción de la luz con la materia, tiene diversas aplicaciones que van desde el marcado y corte del material, hasta la formación de películas delgadas. En la ponencia expondré diversas aplicaciones que hemos hecho con este tipo de láser en el Laboratorio de Fotofísica y Películas Delgadas del ICAT, que van desde simular explosiones de relámpagos y estrellas, hasta explicar los efectos del choque del meteorito en Chicxhulub hace 66 millones de años.

Materiales compuestos matriz metálica

Ignacio Alejandro Figueroa
Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México

Los materiales biodegradables como sustitutos temporales de fracturas óseas han atraído gran atención en el campo de los biomateriales debido a su capacidad de degradarse progresivamente, evitando así las segundas intervenciones quirúrgicas, reduciendo molestias al paciente y costos. Un defecto óseo es generalmente tratado con rellenos naturales o sintéticos. Las cerámicas como los fosfatos de calcio (CaPs) son los sustitutos óseos más utilizados en la ingeniería de tejidos debido a su composición similar a la del hueso y a su excelente biocompatibilidad especialmente la hidroxiapatita (HA) y el fosfato tricálcico (TCP). Sin embargo, la baja resistencia mecánica y su fragilidad aún limitan muchas de sus aplicaciones en la clínica. Los materiales metálicos en especial aquellos metales biodegradables como el Magnesio (Mg) y sus aleaciones tienen potencial para actuar como un material sustituto de fijación ósea temporal, gracias a que son biodegradables, osteocompatibles y eliminan problemas como la reabsorción del hueso. Sin embargo, la rápida velocidad de corrosión de las aleaciones de Mg en ambientes fisiológicos limita sus aplicaciones clínicas. Esto implica que se genere una pérdida en la integridad mecánica del implante impidiéndole proporcionar el soporte necesario para la regeneración del tejido óseo.

Actualmente, la investigación en compuestos con aleaciones de Mg se centra primordialmente en el estudio de sus propiedades mecánicas y su velocidad de degradación, con el objetivo de mejorar, adaptar su desempeño y comportamiento como dispositivos temporales para reparación interna de fracturas. Dado que la estructura de este material puede consistir en un arreglo en tres dimensiones donde ambas fases son continuas, un control de las variables geométricas asociadas es crítico para fines del análisis y diseño. Uno de los métodos de fabricación más utilizados para producir materiales compuestos de matriz metálica es la infiltración en estado líquido el cual, normalmente presenta una distribución más uniforme del refuerzo cerámico, un grado menor de porosidad y mínimas reacciones interfaciales entre el refuerzo y la matriz. Este trabajo presenta los últimos resultados de materiales compuestos de matriz metálicas producidos por infiltración en estado líquido en donde, la matriz es Mg y el refuerzo un andamio natural de hidroxiapatita (HA). También se discutirá el efecto de la velocidad de degradación controlada con los requerimientos microestructurales y mecánicos necesarios para desempeñarse como materiales de fijación ósea temporal de los compuestos obtenidos

Investigaciones Sostenibles para la Detección y Mitigación de Problemas Ambientales Emergentes

Naveen Kumar Reddy Bogireddy
Instituto de Ciencias Físicas, UNAM

Esta charla ofrece información concisa y accesible sobre los aspectos clave del problema ambiental, las soluciones tecnológicas disponibles actualmente y las más relevantes para la detección y eliminación de contaminantes tóxicos emergentes en el agua. También destaca el impacto potencial de integrar enfoques multidisciplinarios para desarrollar soluciones sostenibles que prevengan y mitiguen los impactos causados por estos contaminantes.

Experimentos de enjambres para el estudio de iones negativos

Olmo González, ICF-UNAM

En la charla se repasa brevemente la física de plasmas de baja temperatura (PBT) y aplicaciones de descargas eléctricas en gases débilmente ionizados. Se introducen los experimentos de enjambres de partículas cargadas y se discute la técnica pulsada de Townsend que se utiliza actualmente en el laboratorio de PBT del ICF. Se dan ejemplos de estudios en gases de interés atmosférico e industrial. En la segunda parte de la plática, se discuten los experimentos recientes para el estudio de los iones negativos formados en la avalancha de Townsend y su simulación con el simulador de avalanchas SIMAV IV desarrollado exprofeso en el laboratorio [Bekstein, de Urquijo, et al. 2012 *J. Phys.: Conf. Ser.* **370** 012006].

Aplicación de materiales bidimensionales en celdas de combustible microbianas

Sergio A. Gamboa[1,*], Karina Zagal-Padilla[2], Raúl Suárez Parra[1] y Alberto Álvarez Gallegos[2]

[1]Instituto de Energías Renovables. Universidad Nacional Autónoma de México.
[2]Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicada. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Las celdas de combustible microbianas (CCM) son una tecnología prometedora para la generación de energía y el tratamiento de aguas residuales, aunque su eficiencia está restringida por la lenta cinética de la reacción de reducción de oxígeno (ORR) en el cátodo. Este estudio exploró el uso de óxido de zinc (ZnO), sintetizado mediante un método de química verde y tratado térmicamente, como material catódico para superar esta limitación. La caracterización reveló la estructura hexagonal wurtzita del ZnO, morfología bidimensional con partículas nanométricas, bandgaps reducidos favorables para la absorción de luz visible y la presencia de defectos nativos. En pruebas con CCM bajo iluminación visible, las celdas con cátodos de ZnO mostraron una reducción del 45% en la resistencia interna y un incremento del 200% en la densidad de potencia en comparación con celdas de control convencionales. Esta notable mejora se atribuyó a la intensificación de la ORR debido a las propiedades superficiales del semiconductor y a los efectos plasmónicos inducidos por la luz, que facilitan la transferencia de electrones. Los cátodos de ZnO demostraron rendimiento superior frente a los de carbono en medios neutros, alcalinos y ácidos, destacando la importancia de los defectos nativos, como las vacancias de oxígeno (VO), y su interacción con iones específicos del electrolito en diferentes pH. Estos hallazgos subrayan el gran potencial de los cátodos de ZnO fotoactivados para optimizar el rendimiento de las CCM.

Biofísica Aplicada a sistemas complejos: Diseño e implementación de herramientas físicas para interrogar y controlar funciones celulares

Susel Del Sol Fernández
ICF, UNAM

Nuestras células utilizan un conjunto de receptores capaces de percibir señales físicas de su entorno, que intervienen en procesos fisiológicos como el tacto o la nocicepción y en procesos patológicos como las cardiomiopatías, dolor crónico o la progresión del cáncer. Durante los últimos años, se han dedicado muchos esfuerzos al desarrollo de herramientas para la manipulación a distancia de estas funciones celulares, utilizando estímulos físicos no invasivos como la luz, los ultrasonidos o los campos magnéticos. Estas tecnologías pueden contribuir a mejorar nuestra comprensión de los procesos biológicos, allanando además el camino para el desarrollo de nuevas herramientas para la investigación básica y las aplicaciones clínicas con un nivel de precisión sin precedente. Esta charla aspira a introducirlos en el mundo de la Biofísica Aplicada, a través del diseño de herramientas físicas basada en nanopartículas magnéticas para interrogar y controlar dianas celulares cruciales para funciones como la regeneración, cierre de heridas, flujos de calcio, y muerte celular. Para ello, abarcaremos diferentes temáticas que incluirán: - Principios físicos del nanomagnetismo; - Síntesis y funcionalización de nanopartículas magnéticas, - Mecanismos de generación de calor (hipertermia magnética) y/o fuerzas mecánicas (magnetomecánica) por nanopartículas magnéticas; -Estado del arte de las diferentes herramientas físicas para controlar funciones celulares in vitro e in vivo. Al finalizar la charla los participantes tendrán una idea global de la Biofísica Aplicada como rama multidisciplinaria que combina principios de la física, la biología y la ingeniería para desarrollar tecnologías innovadoras que permiten el control preciso de funciones celulares, abriendo nuevas oportunidades tanto para la investigación fundamental como para aplicaciones clínicas.

Desarrollo y aplicaciones de levitadores acústicos de arreglos en fase

Víctor Ulises Lev Contreras Loera
Instituto de Ciencias Físicas, UNAM

Un levitador acústico es un dispositivo que genera ondas ultrasónicas en aire para contrarrestar el peso de objetos micrométricos y milimétricos, manteniéndolos atrapados en posiciones específicas. Existen distintos métodos de levitación acústica; sin embargo, la levitación mediante ondas estacionarias es uno de los métodos más comunes y explorados debido a su potencial científico, tecnológico e industrial. En la última década se han desarrollado novedosos levitadores acústicos construidos a partir de arreglos de múltiples transductores compactos que permiten modificar electrónicamente, y de manera independiente, la fase de los transductores para controlar la dirección y distribución de las ondas emitidas por todo el arreglo. Además, pueden agruparse para formar superficies radiantes amplias y de múltiples geometrías.

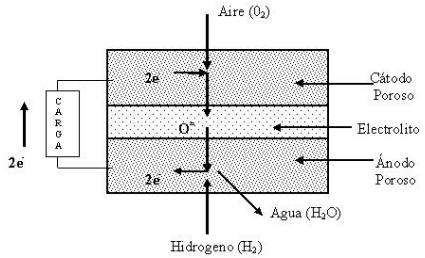
En esta plática se presenta un panorama general de las investigaciones que se llevan a cabo en el Laboratorio de Óptica y Acústica (LOA) del Instituto de Ciencias Físicas asociadas al desarrollo de levitadores acústicos de arreglos en fase. Al final de la charla se presentan algunas aplicaciones de los levitadores desarrollados en el LOA-ICF en conjunto con técnicas ópticas, como el caso de espectroscopia de emisión atómica para el análisis de elementos químicos disueltos en agua

Materiales cerámicos nanoestructurados para nuevas fuentes de energía

José Álvaro Chávez Carvayar
IIM - UNAM

El desarrollo de la humanidad, a lo largo de la historia, está fuertemente ligado a la generación y aprovechamiento de la energía. Si bien la dependencia actual de un buen número de países, entre ellos México, sobre los combustibles fósiles ha ayudado a su desarrollo durante varias décadas, también ha causado una serie problemas a nuestro entorno ecológico: la contaminación ambiental, el deterioro de nuestra fauna y otros más relacionados con la salud. Algunos de estos problemas (ambientales) pueden minimizarse de manera importante con el uso de otro tipo de fuentes de energía, particularmente las asociadas al uso del hidrógeno, el cual además de poseer un valor energético casi tres veces superior a otros combustibles de uso común, presenta una serie de características importantes que permiten utilizarlo de manera segura y eficiente.

Frente a esta situación, es necesaria la creación de nuevas fuentes de energía eficientes que permitan satisfacer estas demandas. Una de estas nuevas fuentes de energía es la tecnología de las celdas de combustible y, ente ellas se encuentran, las celdas de combustible de óxidos sólidos (*SOFC*, por sus siglas en inglés). Una celda de combustible es un dispositivo electroquímico que convierte la energía química de un combustible directamente en electricidad, y el único subproducto que genera es agua 100% pura. Si bien, estos dispositivos operan a partir de principios electroquímicos, existe mucho más que electroquímica en las tecnologías de celdas de combustible, lo que promueve un amplio intervalo de posibilidades, tanto en investigación básica como en desarrollos tecnológicos.



En esta plática se dará una breve introducción sobre el principio de operación de las celdas de combustible, con especial énfasis en las celdas de combustible de óxidos sólidos, sus aplicaciones y tendencias de desarrollo. Se mencionarán algunas técnicas experimentales para determinar las

propiedades de estas celdas y de sus componentes, así como algunos factores importantes para mejorar su eficiencia. Finalmente, se presentarán algunos resultados de las investigaciones que se llevan a cabo en el Departamento de Materiales Metálicos y Cerámicos del IIM.

La mecánica cuántica y los orbitales atómicos.

Sandra I. Ramírez Jiménez
CIQ, UAEM

Una de las consecuencias de la mecánica cuántica, en el área de la Química, corresponde con la descripción de la distribución de un electrón en un átomo a través de una función de onda conocida como orbital atómico.

A través de las propiedades de los orbitales atómicos se pueden comprender algunos conceptos básicos de las propiedades periódicas atómicas, de la reactividad de los átomos para formar moléculas, o de la caracterización de la materia a través de la espectroscopia, además por supuesto de tener un mejor entendimiento de la dualidad partícula-onda del electrón.

Producción de Bioplásticos Amigables con el Ambiente: un reto de la Biotecnología

Carlos F. Peña
Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis Instituto de Biotecnología, UNAM

Los polihidroxialcanoatos (PHAs) son termoplásticos biodegradables y biocompatibles que presentan propiedades similares a las de algunos plásticos de origen petroquímico, por lo que se han propuesto como sustitutos sostenibles de estos materiales. Entre los PHAs, el poli-3-hidroxibutirato (P3HB) es el más ampliamente estudiado y es sintetizado por diversas cepas de *Azotobacter vinelandii,* una bacteria capaz de acumular hasta un 90 % de su peso seco en forma de P3HB. Las propiedades termomecánicas y la biodegradabilidad de los PHAs dependen tanto de su composición monomérica como de su peso molecular (PM). En nuestro grupo de investigación, nos hemos enfocado en comprender cómo las condiciones de cultivo afectan el metabolismo microbiano de diferentes cepas de *Azotobacter,* con el fin de diseñar estrategias para la producción de biopolímeros con composiciones monoméricas y pesos moleculares específicos, adecuados para aplicaciones en ingeniería de tejidos. Por ejemplo, utilizando una cepa con doble mutación en los sistemas de regulación negativa (OPNA), hemos logrado alcanzar concentraciones superiores a 30 g/L de P3HB en cultivos por lote alimentado. Asimismo, mediante el cultivo de una cepa mutante con la depolimerasa inactivada (PHBZ1) bajo condiciones de baja velocidad de transferencia de oxígeno (VTO), hemos obtenido P3HB de ultra-alto peso molecular, en el rango de 8000– 10,000 kDa. Además, hemos encontrado que mediante la adicción de ácidos grasos en el cultivo, como el valerato, en combinación con una condición de alta transferencia de oxígeno, se pueden generar copolímeros PHBV (hidroxibutirato-hidroxivalerato), con propiedades mecánicas superiores a las presentes en el hompolímero de P3HB. Así también, hemos evaluado la biocompatibilidad de andamios fabricados por impresión 3D a partir de P3HB, mediante el cultivo de queratinocitos. Los resultados indican que dichos andamios no son citotóxicos y permiten una proliferación celular homogénea y elevada de células HaCaT. Más recientemente, hemos explorado nuevas estrategias para la extracción y purificación de bioplásticos, centradas en el uso de cepas sobreproductoras del polímero y en la aplicación de solventes de baja toxicidad, compatibles con el medio ambiente. Estas estrategias han permitido obtener biopolímeros con un alto rendimiento (hasta un 95 %) y una pureza elevada (97 %). En síntesis, el uso de cepas modificadas de *Azotobacter vinelandii,* en combinación con innovadoras metodologías de producción y separación, permite generar bioplásticos con propiedades químicas específicas y alta pureza, adecuados para aplicaciones en ingeniería de tejidos y medicina regenerativa.

Observando el mundo cuántico a escala macroscópica: el fenómeno de la condensación de Bose-Einstein

Jorge Amin Seman Harutinian
Laboratorio de Materia Ultrafría y Laboratorio Nacional de Materia Cuántica
Instituto de Física, UNAM

La mecánica cuántica es una teoría física fundamental que describe la dinámica de los constituyentes microscópicos de la materia y de la luz, tales como los átomos, los electrones y los fotones. Es considerada una de las teorías más exitosas pues permite realizar las mejores predicciones de la ciencia.

Típicamente, los efectos de la mecánica cuántica están restringidos al mundo microscópico y no es posible observarlos en nuestra experiencia diaria. Sin embargo, al disminuir la temperatura de un gas, es posible suprimir los efectos térmicos y, en ciertas situaciones, es posible observar efectos cuánticos a escala macroscópica. Tal es el caso de la condensación de Bose-Einstein: al aproximar la temperatura de algunos gases muy cerca del cero absoluto, todos los átomos ocupan el mismo estado microscópico, comportándose de manera idéntica.

En esta ponencia explicaré de manera amplia el fenómeno de la condensación de Bose-Einstein en gases atómicos diluidos. Presentaré también los métodos experimentales que utilizamos en el Laboratorio de Materia Ultrafría del Instituto de Física de la UNAM para producir y estudiar estos sistemas. Por último, hablaré sobre algunas de las aplicaciones más importantes del uso de estos condensados en el desarrollo de tecnologías cuánticas.