

Congreso de Ondas, Materiales y Metamateriales

21 al 26 de Noviembre de 2021

Sede: Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México

Hotel Sede: Hotel Fiesta Inn, Toluca Centro

COMIDA: Fiesta Inn

Sesión de la tarde: Fiesta Inn

Miércoles en la mañana: Recorrido por el jardín botánico (Cosmovital) y un museo.

Inscripción: \$2,000.00

Fecha límite para envío de resumen: 5 de noviembre.

Organizadores: Gabriela Báez (gbaez@azc.uam.mx), Moisés Martínez (moi@xanum.uam.mx), Delfino

Reyes (dreyesc@uamex.mx), Rafael Méndez (mendez@icf.unam.mx), Enrique Flores (enrique22809@gmail.com),

Mayra Toledano (maira.tomm@gmail.com)

Instituciones Financiadoras: CONACYT (Proyectos CB2016/284096, CB2016/285776), UAEMEX,

DGAPA-UNAM Proyecto PAPIIT-IN111021

Tópicos: Ondas elásticas, acústicas, electromagnéticas y cuánticas. Cristales fonónicos y fotónicos.

Síntesis, caracterización y propiedades de Materiales. Diseño, caracterización, simulaciones numéricas

y propiedades emergentes de metamateriales electromagnéticos, acústicos, ópticos, magnéticos, etc.

Hora	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
09:00		Traslado	Traslado	Traslado	Traslado	Traslado
09:45-10:00		Inauguración				
10:00-11:00		C. Noguez	G. Monsivais		E. Sadurní	J. Sánchez-Dehera
11:00-11:30		M. Toledano	S. Martínez		B. González	J. Manzanares
11:30-12:00		Café	Café		Café	Café
12:00-12:30		F. Castañeda	A. Arreola		J. Colín	Jaziel
12:30-13:30		V. Domínguez	V. Contreras		A. Otero	Mesa redonda
13:30-16:00		Comida	Comida	Comida	Comida	
16:00-17:00	Inscripción	A. Morales y L. Gutiérrez	R. García	J. Arriaga	A. Franco	
17:00-17:30	Inscripción	J. Martínez	M. Mayorga	F. Sabina	G. González	
17:30-18:00	Inscripción	Y. Hernández	M. Mayorga	F. Sabina	O. Sánchez-Dena	
18:00-18:30	Inscripción	E. Carrillo	J. Torres	N. Zamora	B. Manjarrez	
18:30-19:00	Inscripción			A. Fernández		
18:30-20:00	Bienvenida	Cena	Cena	Cena	Cena	

ONDAS, MATERIALES, Y METAMATERIALES, PROGRAMA PRELIMINAR

Noviembre 21-26, 2021

Domingo

18:00–20:00 Inscripciones y bienvenida

Lunes

9:45–10:00 Inauguración

10:00–11:00 Cecilia Noguez, Instituto de Física, UNAM.

“Respuesta óptica de redes plasmónicas y transferencia de calor radiativa a la nanoescala”.

11:00–11:30 Mayra Toledano, Instituto de Ciencias Físicas, UNAM.

“Caracterización experimental de una molécula artificial de benceno”.

Resumen: Se presenta la caracterización experimental de una molécula artificial elástica tipo benceno. El sistema está constituido de seis resonadores que son placas de aluminio con forma hexagonal los cuales están unidos por medio de enlaces, también placas de aluminio pero con estructura localmente periódicas, en un arreglo hexagonal. Para la caracterización utilizamos la técnica experimental conocida como espectroscopia acústica resonante o ARS por sus siglas en inglés. Esta técnica nos permite obtener la respuesta de un sistema elástico ante una excitación externa, de forma no invasiva; típicamente en un espectro de frecuencias en magnitud y fase. Como resultado obtenemos las mediciones análogas que se obtendrían en la molécula real de benceno y que a la vez concuerdan con los resultados obtenidos en las simulaciones numéricas del correspondiente sistema elástico.

12:00–12:30 Felipe Castañeda, Departamento de Física, UAM-Iztapalapa.

“Simetrías en transporte cuántico en dispositivos de tres terminales: caída de voltaje”.

12:30–13:30 Víctor Domínguez Rocha, Departamento de Física, UAM-Iztapalapa.

“Puntos excepcionales”.

Resumen: En esta charla se hablará sobre las condiciones necesarias para la creación de un punto excepcional (EP), sobre la implementación de pérdidas y ganancias en el sistema y de las posibles aplicaciones tecnológicas. En particular discutiremos sobre la naturaleza de un punto excepcional inducido por el entorno de un par de osciladores mecánicos acoplados. Dichos osciladores son un par de pilares tallados en un medio elástico isotrópico hecho de aluminio a los que se aplican pérdidas diferenciales cuidadosamente controladas y en el que el acoplamiento entre los osciladores se origina exclusivamente a partir de los modos asociados al “entorno”.

16:00–17:00 Alejandro Morales Mori y Luis Gutiérrez, Instituto de Ciencias Físicas, UNAM.

“Detección electromagnética de ondas elásticas”.

17:00–17:30 Joel Martínez González, Facultad de Química, UAEMex.

“Análisis estructural de nanocintas de grafeno obtenidas por mecanosíntesis”.

Resumen: En este trabajo, se presenta el análisis estructural de nanocintas de grafeno (GNRs) obtenidas por mecanosíntesis, se utilizó grafito recuperado de pilas Zn-C como materia prima. La exfoliación se produjo a 12 (RG-12h) y 18 h (RG-18h), la fuerza de impacto ocasionó deformación y deslaminación de sus capas. Se utilizó espectroscopia Raman se para identificar las nanocintas de grafeno, la banda RBLM (288 cm^{-1}) corroboró la formación y el número de láminas. La calidad estructural se confirmó con la relación de intensidades entre las bandas D y G (ID/IG); las muestras RG-12h y RG-18h presentan valores de ID/IG de 0.32 y 0.40. El tamaño del cristalito se calculó con la ley de Tuinstra y Koenig, se obtuvo como resultado 60 y 48 nm para RG-12h y RG-18h. La reducción del tamaño de partícula se asocia a la variación del tiempo de molienda, es considerada una buena forma de controlar sus dimensiones y defectos en los bordes de las GNRs. La molienda agresiva ocasionó un aumento en la densidad de defectos (D) de $9.2 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ (RG-12h) a $11.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ (RG-18h). Se demuestra que el uso de grafito reciclado, puede formar GNRs de buena calidad y ser una alternativa para la obtención de nanomateriales autosostenibles.

17:30–18:00 Yael Hernández, Instituto de Física, UNAM.

“Emulación espectral de campos magnéticos en cadenas cuasiperiódicas de amarre fuerte”.

18:00–18:30 Enrique Carrillo, Instituto de Física, UNAM.

“Estados Doorway en estructuras de grafeno”.

Martes

10:00–11:00 Guillermo Monsivais, Instituto de Física, UNAM.

“Estudio teórico y experimental de ondas axiales en sistemas visco-elásticos con estado doorway”.

Resumen: Se desarrolla una formulación basada en las ecuaciones de la mecánica clásica combinadas con el modelo viscoelástico de Voigt para describir el comportamiento de ondas axiales en cuerpos elásticos con estados doorway. Concretamente, los sistemas considerados son barras de aluminio con estructura compleja. La formulación proporciona una expresión para la aceleración que sufren las distintas partes de una barra cuando es excitada por una fuerza armónica. Se derivan las expresiones analíticas de las resonancias gigantes y de las resonancias comunes que se presentan en este tipo de barras. También se derivan la fórmula cerrada para la anchura de las resonancias gigantes y la anchura de las resonancias comunes. Estas fórmulas mostrarán explícitamente los papeles que juegan el coeficiente de viscosidad y los otros parámetros del sistema sobre las resonancias. Se presenta también evidencia experimental de la validez de la formulación desarrollada.

11:00–11:30 Sara Martínez, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.

“Diseño de un aislante topológico para ondas elásticas”.

Resumen: Los aislantes topológicos son materiales artificiales que tienen la peculiaridad de ser aislantes en su interior, pero presentan estados de conducción en los bordes o en las superficies del sistema. Este tipo de materiales, desarrollados y estudiados originalmente para electrones y fotones, han inspirado el diseño de nuevos sistemas elásticos estructurados, con propiedades que permiten el control inteligente de la propagación de las ondas elásticas. En este trabajo se muestra el proceso del diseño de un Aislante Topológico bidimensional elástico, obtenido por medio de COMSOL Multi-

physics. El material elástico estructurado se diseñó a partir de una celda hexagonal de aluminio que presenta conos de Dirac en la estructura de bandas de su espectro de frecuencias. Por otra parte, se presenta la simulación numérica de una muestra finita del aislante topológico elástico diseñado en el cual, para ciertas frecuencias específicas, se observan estados localizados en los bordes del sistema. Así mismo, se muestran estados confinados en la interfase de dos estados topológicos distintos, a manera de guía de ondas elásticas.

12:00–12:30 Arturo Arreola Lucas, Departamento de Física, UAM-Iztapalpa.
“Novedades Experimentales usando la técnica de Espectroscopia Acústica Resonante”.

Resumen: Se presentan los resultados más novedosos obtenidos hasta la fecha usando la Espectroscopia Acústica Resonante (ARS). Se demuestran, como primer punto, el análisis, diseño y construcción del filtro elástico selector de una frecuencia en una barra de aluminio con estructura. A continuación, como segundo resultado, se revela el hecho aparentemente contrario a la intuición de que el caos ondulatorio aparece en el espectro de flexión de las placas delgadas rectangulares libres, es decir, surgen cruces evitados en los modos normales de dichas placas. Por último, se muestra el surgimiento de las Oscilaciones de Bloch (BO) y del atrapamiento de arco iris para medios elásticos estructurados y se comprueba por primera vez la relación que existe entre ambos fenómenos.

12:30–13:30 Víctor Contreras, Instituto de Ciencias Físicas, UNAM.
Desarrollo de levitadores acústicos uniaxiales de arreglos de sensores ultrasónicos.

Resumen: La levitación acústica se refiere a la habilidad de atrapar y sostener, sin contacto con superficies o soportes, objetos micrométricos y milimétricos en fluidos como el aire por medio de ondas ultrasónicas. Desde su concepción, los levitadores acústicos han utilizado principalmente transductores tipo Langevin (TL) como fuente de emisión. Sin embargo, en la última década se han desarrollado levitadores novedosos que sustituyen los TL por arreglos de múltiples transductores más compactos que pueden ordenarse de manera que la superficie emisora total represente una superficie discretizada similar a la de un TL. Esta discretización presenta ciertas ventajas respecto a los levitadores basados en TL entre las que destaca el diseño de superficies emisoras más amplias y de geometrías más variadas, lo que repercute directamente en la capacidad de levitar objetos más densos. En este trabajo se describe un estudio paramétrico de levitadores uniaxiales de arreglos de transductores con el objetivo de optimizar su desempeño. Para la optimización de los levitadores la parametrización busca maximizar numéricamente la amplitud del “exceso de presión promedio” dentro de las trampas acústicas en función de parámetros específicos. Los parámetros estudiados numéricamente incluyen: la longitud de la cavidad, la curvatura del arreglo de transductores, la geometría de la cavidad y la fase relativa entre los arreglos de transductores. Una vez optimizado numéricamente el diseño de la cavidad, se construyen los levitadores y se realizan las pruebas experimentales correspondientes que validan los resultados numéricos. La cavidad acústica se optimiza experimentalmente utilizando técnicas ópticas como la deflectometría schlieren, que permite visualizar los gradientes de densidad del medio y asociarlos a la distribución de presión dentro de los levitadores.

16:00–17:00 Raúl García Llamas, Departamento de Investigación en Física, UNISON.
“Cálculo de la polarizabilidad atómica de un electrón en un cristal unidimensional usando formalismo cuántico de Dirac y teoría de perturbación dependiente del tiempo”.

17:00–18:00 Miguel Mayorga, Facultad de Ciencias, UAEMex.
“Diseño optimizado de metamateriales acústicos”.

Resumen: Se describe la relación entre absorción irreversible del sonido en metamateriales y el

diseño estructural con base en las propiedades elásticas, viscoelásticas y viscotérmicas para el control de la propagación de ondas acústicas en diversas aplicaciones de mitigación de ruido y manejo de ondas mecánicas.

18:00–18:30 José Torres, Universidad Politécnica del Estado de Morelos.

”Elastodinámica de estrés plano para el modelado de oscilaciones flexionales en sistemas elásticos estructurados 1D”.

Miércoles

16:00–17:00 Jesús Arriaga, Instituto de Física, BUAP.

”Transmisión no-recíproca del sonido en un sistema con ruptura de simetría”.

17:00–18:00 Federico Sabina, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas, UNAM.

“Homogeneización dinámica para materiales compuestos con inclusiones elipsoidales multiorientadas incrustadas”.

Resumen: Se estudia un análisis de la propagación de ondas en el dominio de baja frecuencia utilizando el método del medio autoconsistente (SCM) para un compuesto con inclusiones elipsoidales distribuidas aleatoriamente incrustadas en una matriz. Los componentes de los cuales pueden tener propiedades transversalmente isotrópicas. Se da una extensión del método SCM propuesto por Sabina et al. (1993) para composites transversalmente isotrópicos con varios tipos de inclusiones (diferentes formas geométricas y materiales). En ese sentido, se analiza la influencia de las diversas formas geométricas de las inclusiones tanto en régimen estático como dinámico. Se consideran ondas cuasi-longitudinales y cuasi-transversales en función de la dirección de la onda incidente. Algunas comparaciones con resultados anteriores utilizando el mismo método pero considerando solo un tipo de inclusiones elipsoidales son excelentes. Se realizan comparaciones con cálculos de elemento finito y asintóticos de dos escalas.

18:00–18:30 Noé Zamora, Instituto de Física, UASLP.

“Estudio Experimental y Numérico sobre la Amortiguación de Vibraciones Mecánicas de Espumas de Poliuretano”.

Resumen: Se presenta un estudio experimental y numérico sobre la amortiguación de vibraciones mecánicas de tres espumas de poliuretano de diferentes densidades. Las espumas se colocan en el doblez de una placa de aluminio que se dobla en forma de “J”. Los experimentos se llevan a cabo utilizando la técnica de espectroscopia acústica resonante, la cual permite estudiar la respuesta vibratoria del sistema a las excitaciones mecánicas. Las simulaciones numéricas de vibraciones se realizan utilizando el software COMSOL. Se seleccionan dos resonancias características para cuantificar el efecto amortiguador de las espumas y su absorción de vibraciones se calcula utilizando el factor de calidad dado por la frecuencia de resonancia dividida por el ancho de resonancia: $Q = f_0/\Delta f$, que se ve reducido hasta un 84% para la primera resonancia y al 67% para la segunda con una de las muestras. Este sistema cuantifica la amortiguación de las vibraciones inducidas por tres espumas diferentes para frecuencias en torno a los 4 kHz.

18:30–19:00 Antonio Fernández, Departamento de Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico de Tehuacán.

“Impacto de la radiación electromagnética en guías de ondas en el rango de los GHz”.

Resumen: La radiación electromagnética se manifiesta como ondas de radio, luz visible y rayos gamma. Por mencionar, las microondas se utilizan en sistemas de comunicación en un amplio ancho de banda, radares y como fuente de calor para nuestros hornos de microondas así como en aplicaciones industriales. Un paquete de ondas lanzado en un medio dispersivo puede penetrar esa región y/o puede ser rechazado eventualmente. Por lo tanto, uno podría preguntarse cuánto tiempo ha pasado el paquete de ondas dentro del medio. Esta pregunta fundamental fue abordada por E. P. Wigner y F. T. Smith, quienes demostraron que el tiempo de retardo de un paquete de ondas está relacionado con la derivada de la fase de S con respecto a la frecuencia angular. En esta charla abordaremos el tema sobre cómo se distribuye el tiempo de retardo en guías de microondas y exploraremos la idea de diseñar configuraciones de heteroestructuras electromagnéticas que nos permitan almacenar energía electromagnética en el rango de los 7 a los 12 GHz.

Jueves

10:00–11:00 Emerson Sadurní, Instituto de Física, BUAP.

“Operadores de onda singulares en arreglos de amarre fuerte”.

11:00–11:30 Blanca Angélica González Morales, Departamento de Física, UAM-Iztapalapa.

“La matriz S óptica y el tiempo de retardo de Wigner”.

Resumen: Usando un problema de dispersión simple y conocido, que consiste de un potencial delta enfrente de una pared impenetrable, verificamos la relación existente entre el kernel de Poisson y el tiempo de retardo de Wigner. Esta relación nos permite determinar de una manera indirecta la matriz S óptica sin recurrir a datos numéricos o experimentales del problema.

12:00–12:30 Josemaría Colín Galvez, Departamento de Física, UAM-Iztapalapa.

“El Kernel de Poisson para un sistema con simetría $\mathcal{PT}$ ”.

Resumen: Analizamos el comportamiento de un sistema cuántico unidimensional abierto no Hermitiano con simetría de Paridad-Tiempo ($\mathcal{PT}$). Este sistema está formado por un dímero, el cual presenta pérdidas y ganancias balanceadas descritas por un parámetro Γ . Al variar Γ las resonancias, que están separadas naturalmente, coalescen en el llamado punto excepcional. Se analiza el espectro de transmisión por medio del formalismo de la matriz de dispersión (o matriz S) y examinamos las funciones de onda que corresponden a las resonancias como función del parámetro Γ . En particular, buscamos la distribución de las fases de la matriz S antes, en y después del punto excepcional, y las comparamos con la distribución del Kernel de Poisson con simetría $\mathcal{PT}$.

12:30–13:30 Antonio Otero, Instituto Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México.

“Estudio de la propagación de ondas en barras de sección transversal arbitraria”.

Resumen: Se presenta un modelo teórico usando el Método Semi-Analítico de Elemento Finito para obtener las curvas de dispersión (Velocidad de fase-frecuencia, Velocidad de grupo-frecuencia) y formas de las ondas en barras de sección transversal arbitraria. Se utiliza la simetría de la barra para obtener de forma independiente las ondas longitudinales, torsionales y de flexión. Se muestra comparaciones entre resultados teóricos y experimentales.

16:00–17:00 John Alexander Franco Villafañe, Instituto de Física, UASLP.

“Avances del gravímetro cuántico transportable Grávico y su relación con las vibraciones mecánicas”.

17:00–17:30 María Guadalupe González Pedroza, Facultad de Ciencias, UAEMex.

”Biosíntesis y caracterización de nanopartículas metálicas”.

Resumen: La síntesis de nanopartículas de metálicas es de gran interés para diferentes áreas, debido a las múltiples propiedades que ofrecen: ópticas, eléctricas, magnéticas y térmicas que pueden incorporarse en aplicaciones antimicrobianas, materiales biosensores, fibras compuestas, materiales superconductores criogénicos, productos cosméticos y componentes electrónicos, entre otras. Generalmente, la síntesis de nanopartículas se puede llevar a cabo utilizando tres métodos diferentes, incluidos enfoques físicos, químicos y biológicos. El método físico es aplicado mediante técnicas de evaporación-condensación utilizando un horno de tubo a presión atmosférica. Es un proceso de síntesis rápido basado en el uso de radiación como agente reductor y sin participación de sustancias químicas peligrosas. Sin embargo, el bajo rendimiento, el alto consumo de energía, la contaminación por solventes y la falta de distribución uniforme limitan su uso. Los métodos químicos utilizan agua o disolventes orgánicos y generalmente emplean tres componentes principales, como precursores metálicos, agentes reductores y agentes estabilizantes / protectores, este método se caracteriza por su alto rendimiento, sin embargo, las partículas fabricadas carecen de la pureza esperada y tienen sedimentación de productos químicos en sus superficies. Además, es muy difícil preparar nanopartículas con un tamaño bien definido, lo que requiere un paso más para evitar la agregación de partículas, es un método extremadamente caro que provoca la formación de demasiados subproductos tóxicos y peligrosos. Los métodos biológicos superan estas limitaciones, de hecho, actualmente, la producción de nanopartículas de tamaño definido utilizando diferentes sistemas biológicos que incluyen bacterias, hongos, extractos de plantas y pequeñas biomoléculas (por ejemplo, vitaminas y aminoácidos) es un método alternativo para la síntesis de diversas nanopartículas metálicas. La síntesis verde o biosíntesis, basada en la explotación de las capacidades naturales del extracto de metabolito secundario vegetal de hojas, raíces, tallos o, desde la cáscara de una planta hasta un organismo completo, tiene ventajas sobre los métodos sintéticos físicos y químicos de rutina. Su configuración experimental de un solo paso para reducir y estabilizar, la naturaleza biocompatible, la importancia terapéutica y el bajo costo la convierten en una herramienta muy atractiva que vale la pena explotar.

17:30–18:00 Oswaldo Sánchez-Dena,

”Ajuste teórico de curvas de extinción óptica para el análisis de los principales parámetros morfológicos en películas granulares de oro obtenidas por evaporación térmica”.

Resumen: Las nanoestructuras basadas en oro constituyen el material de mayor interés dentro de la Plasmónica. Se trata de un área de investigación científica que ha tenido un vertiginoso crecimiento en los últimos diez años, tanto la parte teórica como la experimental, debido a sus potenciales aplicaciones en los rubros de sensado y biomedicina. Nanopartículas de oro se pueden soportar en sustratos transparentes, formando películas cuyas propiedades ópticas son altamente sensibles a cambios en los parámetros de síntesis. La forma funcional de las curvas de extinción o absorción presentan cambios drásticos en ciertos regímenes de la composición metal-dieléctrico (oro-sustrato). La determinación de volúmenes fraccionarios (metal y medio dieléctrico) por análisis de micrografías obtenidas por Microscopía Electrónica es una labor ardua y tediosa, que conlleva gran uso de tiempo y energía. También, el grosor de película es un parámetro de relevancia que no siempre se puede determinar por medio de un procedimiento experimental directo. Ambos parámetros se pueden determinar con alta precisión si se logran ajustar efectivamente las propiedades ópticas, que se obtienen por mediciones simples y rutinarias de transmisión óptica en función de la frecuencia de la luz, dentro del rango ultravioleta-visible. En la presente contribución se presentan algunos resultados obtenidos con el modelo de medio efectivo Maxwell-Garnett Generalizado y con el de medios mixtos de Bruggeman, que describen la función dieléctrica efectiva de un medio granular mixto compuesto por una componente metálica (oro en este caso) y una componente dieléctrica (vidrio en este caso).

18:00–18:30 Bryan Manjarrez, Centro de Investigación en Ingenierías y Ciencias Aplicadas, UAEM.

“Diseño de un metamaterial elástico con velocidad de grupo evanescente”.

Resumen: La creación de materiales que presenten fenómenos físicos que no se encuentran en los materiales naturales conlleva a diseñar materiales modernos mediante el acoplamiento de celdas unitarias. A estos arreglos se les conoce como metamateriales o materiales artificiales. Se propone un metamaterial elástico que presente un fenómeno en el cual se obtenga una velocidad de grupo cercana a cero mediante el acoplamiento perturbativo de celdas unitarias cuadradas. Mostrando los resultados numéricos obtenidos en COMSOL Multiphysics de las diferentes estructuras de bandas en función del cambio de los parámetros de la celda unitaria. Dichos resultados son de un metamaterial infinito y un metamaterial finito de 36 celdas unitarias. Observando que presenta una velocidad de grupo de 50 m/s, siendo esta solo el 1% de la velocidad en que se propaga el sonido en guías de onda elásticas que es del orden de los 5000 m/s. Agradecimientos al proyecto PAPIIT-IN111021 de la DGAPA UNAM y también al proyecto 284096 de CONACYT ciencia básica.

Viernes

10:00–11:00 José Sánchez-Dehesa, Universitat Politècnica de València.

“Redirección de la energía en medios acústicos y elásticos”.

Resumen: En esta charla se presentarán ejemplos de cómo es posible redireccionar la energía transportada por ondas acústicas y por ondas de flexión, respectivamente. Respecto a las ondas acústicas, se discutirá brevemente el caso de filas de caparazones de cilindros de pequeño grosor y cómo son capaces de desviar la energía de las ondas acústicas que le llegan gracias al acople resonante con estados guiados a lo largo de la estructura periódica de cilindros. Este efecto, conocido como efecto Poisson ha sido extendido recientemente al caso de hileras de agujeros circulares perforados en una placa metálica delgada. Se analizarán los modelos y las simulaciones numéricas que explican de los mecanismos físicos que describen dichas desviaciones. La validación experimental de las predicciones teóricas se ha realizado recientemente usando placas de aluminio de 1 mm de espesor.

11:00–11:30 Jesús Manzanares

12:00–12:30 Jaziel

12:30–13:30 Gabriela Báez (10m), Delfino Reyes (10m), Enrique Flores (10m) y Rafael Méndez (10m).

“Perspectivas de las Ondas, los Materiales y los Metamateriales”.
