



## ARTÍCULO

### CIENCIA DE MATERIALES: PERSPECTIVAS DIMENSIONALES

**Dra. Yesenia Arredondo León**  
*Instituto de Investigaciones en Materiales, Unidad Morelia*

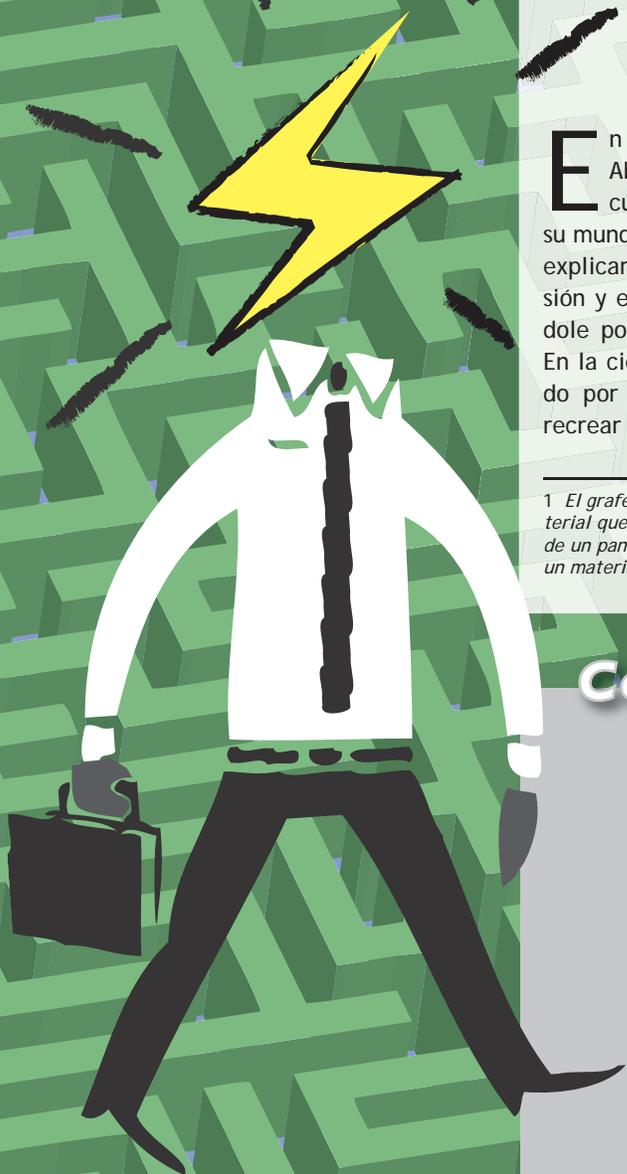
**E**n el libro de *Planilandia* de Edwin Abbott, el personaje principal, un cuadrado, narra cómo es la vida en su mundo bidimensional, intenta en vano explicar su mundo al reino en una dimensión y exaspera a una esfera preguntándole por mundos con más dimensiones. En la ciencia de materiales este recorrido por distintas dimensiones se puede recrear haciendo uso de un conjunto de

electrones. Recordemos que los átomos que forman la materia se componen de un núcleo con protones y neutrones, y de electrones, cuyo movimiento nos permite formar materiales más complejos. Salvo el grafeno<sup>1</sup>, que es un material bidimensional por naturaleza, el resto de los materiales son tridimensionales. Sin embargo, el aspecto que nos interesa observar es el movimiento de electrones de

<sup>1</sup> El grafeno fue producido con éxito por primera vez por A. Geim y K. Novoselov en 2005. Se trata de un material que consiste solamente de átomos de carbono ordenados en una red hexagonal, que asemeja a aquella de un panal de abejas y cuyo grosor es exactamente el de un átomo de carbono, por lo tanto, se le considera un material bidimensional.

## CONTENIDO

ARTÍCULO	
CIENCIA DE MATERIALES: PERSPECTIVAS DIMENSIONALES .....	1
GRAN ANGULAR	
OBTIENE EL DR. LOINARD CÁTEDRA MARCOS MOSHINSKY .....	4
ESTUDIANTES	
ÉL ESTUDIO DE LAS TORMENTAS SOLARES .....	5
BREVES DEL CAMPUS .....	6
PARA CONOCER MÁS .....	8
LIBROS	
RESUMEN DEL FUEGO: FERNANDO GONZÁLEZ GORTÁZAR	
CATÁLOGO DE EXPOSICIÓN .....	8



conducción en los materiales, que es la base de los dispositivos electrónicos de uso cotidiano. Consideremos que, cada vez que encendemos un interruptor, estamos permitiendo que haya un flujo de corriente eléctrica y que, de acuerdo al dispositivo, se requiere un mayor o menor paso de corriente.

Si comenzamos a jugar con los electrones en movimiento, diversos fenómenos surgen en función de las restricciones que se impongan en las dimensiones espaciales. Para ejemplificar lo anterior consideremos el siguiente escenario: imaginen que necesitan realizar un trámite oficial, para lo cual tienen una cita en un complejo de oficinas de servicios de atención ciudadana. El edificio cuenta con varios niveles, en cada uno de los cuales hay un cierto número de oficinas. Ustedes deben encontrar la oficina correcta para su trámite, pero ¡oh sorpresa!, al teléfono no les dieron información suficiente para ubicar la oficina apropiada. Comienza entonces su viaje por el complejo: subiendo y bajando en ascensores o por escaleras, su movimiento es bastante libre, interactuando de tanto en tanto con personas que van en sentido contrario o que les estorban en su paso; también se detendrán en varias ocasiones porque pedirán información sobre la oficina que ustedes buscan o porque se han topado con pasillos sin salida. Lo anterior corresponde a pensar en un electrón moviéndose dentro de un sólido en tres dimensiones encontrando a su paso otros electrones y núcleos atómicos, además de las propias fronteras del material. En algún momento, ustedes están seguros de que han ubicado el piso correcto, ahora solamente deben recorrer pasillos en busca de la oficina correcta. Su movimiento se ve restringido entonces a dos dimensiones, es decir, se moverán solamente en el plano correspondiente a ese nivel del edificio. Finalmente encontrarán la oficina que necesitan, pero verán con frustración que hay una larga fila de espera y se formarán en ella. Su movimiento se hallará entonces restringido a una dimensión, esperando que sea hacia adelante, sin embargo, es probable que alguien guardase el lugar a otra persona delante de usted y, al volver a ocupar su lugar, esa persona ocasionará un movimiento en la dirección opuesta. Usted ya no se podrá mover con tanta libertad y, de hecho, casi cualquier movimiento que intente afectará de manera importante a sus vecinos, ya sea que los presione para que avancen o que a usted lo empujen hacia atrás.

Lo anterior es semejante a lo que sucede cuando un electrón se ve restringido al movimiento en una dimensión: su propagación, ya sea hacia adelante o hacia atrás va a generar interacciones mucho más fuertes que aquéllas en los ejemplos de

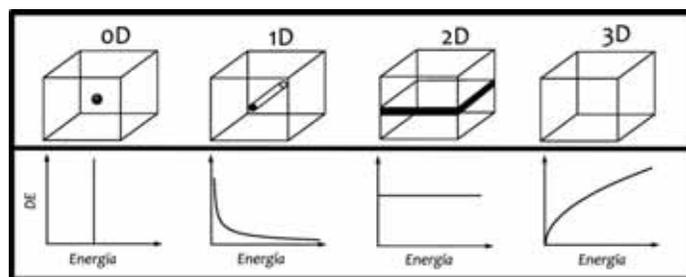


Figura 1. Se muestra la densidad de estados electrónicos en distintas dimensiones. Imagen: Yesenia Arredondo

mayores dimensiones. Incluso cuando el sólido (el complejo de oficinas) y el electrón (usted mismo) son entes espaciales en tres dimensiones, se observan diferencias importantes cuando su movimiento se ve restringido. En dos y tres dimensiones la física de sistemas electrónicos puede describirse con modelos estadísticos que consideran una gran cantidad de electrones, que no siempre andan solos, ya que su paso por el sólido genera ciertas perturbaciones que pueden acompañarlo en todo su recorrido (imaginen que se encontraron a otra persona que busca la misma oficina que ustedes, entonces es probable que intercambien información y que continúen el camino juntos). Se puede decir que se creó una nueva unidad que es el electrón más la perturbación (a lo cual se le llama *cuasi partícula*). En una dimensión, la imagen anterior ya no es posible, las interacciones serán más intensas y la correlación será mayor, es decir, lo que pase en algún punto de la línea se dejará sentir con mayor intensidad en la vecindad inmediata y va a decaer con la distancia. Como en un efecto dominó, los eventos ocasionarán respuestas colectivas.

Una forma de cuantificar la libertad de movimiento de los electrones es conociendo la densidad de estados (DE) electrónicos disponibles en un material, es decir, qué espacios disponibles existen para colocar a un electrón de una energía dada. Por ejemplo, incluso en nuestro laberinto original de oficinas en 3 dimensiones, no

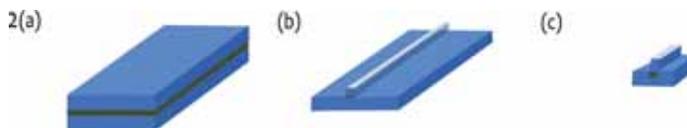


Figura 2. Estructuras heterogéneas de arsénico, galio y aluminio. a) para confinar a los electrones a un plano. b), c) Para confinar los electrones a una línea, o a un punto, se protege la región de interés y con un tratamiento químico se elimina el resto. Las zonas señaladas en verde indican la región de conducción de los electrones. Imagen: Yesenia Arredondo.

## DIRECTORIO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

### UNAM

#### RECTOR

DR. JOSÉ NARRO ROBLES

#### SECRETARIO GENERAL

DR. EDUARDO BÁRZANA GARCÍA

#### SECRETARIO ADMINISTRATIVO

LIC. ENRIQUE DEL VAL BLANCO

#### ABOGADO GENERAL

LIC. LUIS RAÚL GONZÁLEZ PÉREZ

#### COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DR. CARLOS ARÁMBURO DE LA HOZ

### CAMPUS MORELIA

#### CONSEJO DE DIRECCIÓN

DR. GERARDO BOCCO VERDINELLI  
DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ  
DR. JUAN AMÉRICO GONZÁLEZ ESPARZA  
DR. DANIEL JUAN PINEDA  
DRA. ESTELA SÚSANA LIZANO SOBERÓN  
DR. ALBERTO KEN OYAMA NAKAGAWA

#### COORDINADOR DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

ING. JOSÉ LUIS ACEVEDO SALAZAR

#### JEFE UNIDAD DE VINCULACIÓN

F. M. RUBÉN LARIOS GONZÁLEZ

#### CONSEJO EDITORIAL

DRA. BERTHA OLIVA AGUILAR REYES  
DRA. YESENIA ARREDONDO LEÓN  
LIC. GUADALUPE CÁZARES OSEGUERA  
M. EN C. ANA CLAUDIA NEPOTE GONZÁLEZ  
DR. DANIEL PELLICER COVARRUBIAS  
M. EN C. LEONOR SOLÍS ROJAS  
DR. DANIEL TAFOYA MARTÍNEZ

#### CONTENIDOS

MÓNICA GARCÍA IBARRA

#### DISEÑO Y FORMACIÓN

ROLANDO PRADO ARANGUA

BUM BOLETÍN DE LA UNAM CAMPUS MORELIA ES UNA PUBLICACIÓN EDITADA POR LA UNIDAD DE VINCULACIÓN DEL CAMPUS DIRECCIÓN U.N.A.M. CAMPUS MORELIA: ANTIGUA CARRETERA A PATZCUARO NO. 8701 COL. EX-HACIENDA DE SAN JOSÉ DE LA HUERTA C.P. 58190 MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

TELÉFONO/FAX UNIDAD DE VINCULACIÓN: (443) 322-38-61

CORREOS ELECTRÓNICOS: vinculation@csam.unam.mx

PÁGINA DE INTERNET: www.csam.unam.mx/vinculacion

se nos tiene permitido atravesar paredes ni quedarnos a descansar dentro de las columnas. Para un sistema cristalino tridimensional (ver figura 1) la DE aumenta con la energía de los electrones (si entran al edificio con un sistema de propulsión, que les proporcione más energía, podrán acceder también, por ejemplo, a ubicaciones suspendidos en el aire). Observamos también que, en dos dimensiones, no importa cuál sea la energía, la DE es constante y, en el caso unidimensional, es a bajas energías que se encuentra el mayor número de estados disponibles.

Para restringir el movimiento de los electrones, se hace uso de materiales compuestos por distintos tipos de átomos que

funcionan como barreras. Entre los más comunes, se tienen los materiales semiconductores que consisten típicamente en aleaciones de aluminio, arsénico y galio. En la figura 2a se muestra un arreglo de capas de estos materiales, lo cual restringe a los electrones a moverse en dos dimensiones, y en la figura 2b se muestra un arreglo para restringir el movimiento a una sola dirección, con lo cual se obtiene un *alambre cuántico*. En efecto, también

existen sistemas en cero dimensiones y son conocidos como *puntos cuánticos* (ver figura 2c). Los puntos cuánticos se obtienen al confinar los eventos electrónicos en las tres direcciones espaciales. Una forma de obtener puntos cuánticos consiste en llevar a cabo un tratamiento químico que reduzca la zona de movimiento electrónico a un área que puede medir algunas décimas de un nanómetro. Por otra parte, los materiales llamados *alótropos de carbono* (ver figura 3), no sólo representan un logro en la ingeniería de materiales, sino que se han convertido en laboratorios en los cuales se puede explorar el mundo cuántico.

Los efectos de la movilidad restringida de los electrones se observan en fenómenos físicos novedosos y con gran potencial de aplicaciones. En 1980, Klaus von Klitzing descubrió que, usando un sistema bidimensional de electrones a bajas temperaturas, y sujeto a intensos campos magnéticos, la conductividad de los electrones

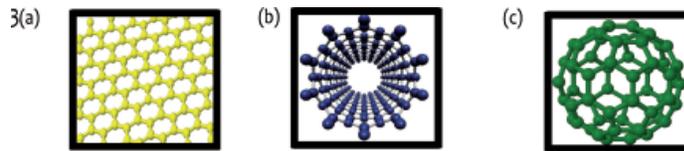


Figura 3. Ejemplos de alótropos de carbono son a) el grafeno, donde los átomos de carbono se acomodan en una red plana de hexágonos; b) un nanotubo de carbono de pared sencilla, y c) un fullereno, que consiste en un arreglo cerrado de átomos de carbono. En este caso se muestra el fullereno con forma de balón de soccer que tiene 60 átomos de carbono. Pero también existen fullerenos con 540 átomos de carbono. Imagen: Yesenia Arredondo.

de resistencia eléctrica y se ha considerado incluso para reformular la definición del kilogramo masa (ver figura 4a). El efecto Hall cuántico se ha observado a temperatura ambiente en el grafeno.

En una dimensión, los alambres cuánticos y los nanotubos de carbono se esperan usar en la creación de dispositivos electrónicos altamente eficaces, ligeros, y con un bajo consumo de energía (ver

figura 4b). Un ejemplo de esto son los llamados *nanocódigos de barras* que podrían servir como etiquetas de monitoreo de procesos dentro de organismos vivos.

En cero dimensiones, los puntos cuánticos podrían ser elementos clave en la creación de sistemas cuánticos de cómputo (ver figura 4c), para mejorar las propiedades de celdas solares, como sensores de gases, y como componentes catalizadores, para transformar contaminantes en compuestos

menos hostiles para el medio ambiente y los seres vivos. En general, los dispositivos de dimensión restringida se proyectan como componentes fundamentales de una nueva electrónica que permitiría explorar con gran detalle el mundo microscópico y los efectos macroscópicos de la manipulación de la materia a esta escala.<sup>10</sup>

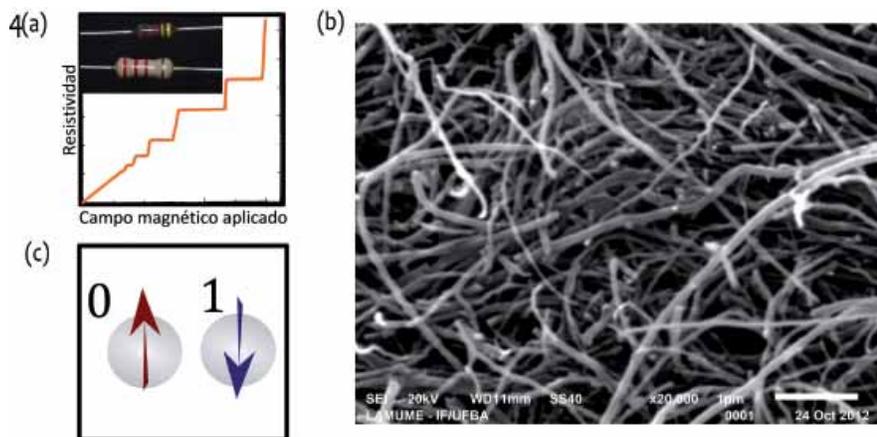


Figura 4. Ejemplos de fenómenos que surgen debido al movimiento restringido de los electrones. a) Efecto Hall cuántico. El campo magnético se incrementa hacia la derecha. A bajas intensidades del campo magnético se observa un comportamiento lineal de la resistividad eléctrica del material, pero a intensidades mayores se observan mesetas. Lo anterior ha permitido establecer un estándar universal de resistencia eléctrica. b) Imagen de nanotubos de carbono obtenida por microscopía electrónica de barrido con 20,000 aumentos. La barra blanca en la parte inferior derecha corresponde a 1 micrómetro. Imagen por cortesía de Ricardo Rangel (UMSNH). c) Los puntos cuánticos nos permitirían construir un sistema binario mucho más pequeño, basado en el espín de las partículas, y con mayor capacidad para realizar operaciones de cómputo que los que utilizamos en las computadoras de escritorio actuales. Imagen: Yesenia Arredondo.

#### LECTURAS SUGERIDAS:

- J. L. Morán López, J. L. Rodríguez López. *Los materiales nanoestructurados*. Fondo de Cultura Económica. pp 151, México (2012).
- D. W. Bruce, D. O'Hare, R.I. Walton (Editores). *Low-dimensional Solids*. John Wiley & Sons. pp. 308, Reino Unido (2010).
- <http://graphene-flagship.eu>. Esta página web presenta información sobre una de las iniciativas (de la comunidad europea) más ambiciosas en la investigación del grafeno.

## OBTIENE EL DR. LOINARD CÁTEDRA MARCOS MOSHINSKY

POR SU TRAYECTORIA DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE LA RADIOASTRONOMÍA, EL DOCTOR LAURENT LOINARD, INVESTIGADOR DEL CENTRO DE RADIOASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, SE HIZO ACREEDOR A LA CÁTEDRA MARCOS MOSHINSKY, auspiciada por la Fundación del mismo nombre, que cada año galardona los mejores proyectos de ciencia de investigadores mexicanos en nuestro país.

Marcos Moshinsky Borodiansky fue un destacado físico mexicano de origen judío y ucraniano cuyas investigaciones en el campo de la física de las partículas elementales lo hicieron acreedor al Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica en 1988. En su honor, se creó la Fundación Marcos Moshinsky en abril de 2011, la cual es una asociación civil cuya misión es impulsar la ciencia en México. Esto se realiza mediante la creación del programa de cátedras de investigación que lleva su nombre, y está destinado a jóvenes científicos mexicanos que hayan tenido ya una trayectoria sobresaliente en su área de especialización.

Dicho reconocimiento busca dar impulso a investigaciones exitosas en progreso. Los candidatos deben ser investigadores con alto potencial y logros probados, de quienes se espera que, al finalizar el período de la cátedra, contribuyan de manera importante al desarrollo científico de nuestro país.

La investigación, con la cual el doctor Loinard obtuvo este reconocimiento, es un proyecto que busca medir la distancia que existe de la tierra a una muestra grande de estrellas jóvenes cercanas, en las principales regiones de formación estelar más estudiadas como son Orión y Tauro, proyecto que ha logrado obtener más de dos mil horas de observación en el radiotelescopio llamado en inglés Very Long Baseline Array (VLBA).

Actualmente en este proyecto de investigación tres estudiantes realizan sus estudios de doctorado. Además, otros investigadores colaboran en este proyecto, como es el doctor Luis Felipe Rodríguez Jorge, también investigador del CRYA y otros astrónomos de Estados Unidos y Venezuela.

Con el apoyo que se obtuvo con la Cátedra, dijo, se busca apoyar las estancias de los estudiantes para el análisis de la información que se obtiene del instrumento de observación.

El doctor Laurent Loinard mencionó que en la mayoría de las regiones de formación estelar de Orión y Tauro, las estrellas no están distribuidas de manera aleatoria en el cielo sino que están en una estructura aplanada que se llama el cinturón de Gould y lleva ese nombre en honor al astrónomo Benjamin Apthorp Gould, quien lo identificó durante la década de 1870.

El cinturón de Gould es un anillo parcial de estrellas de unos tres mil años luz de diámetro, que abarca una zona entre los 16 y 20 grados con respecto al plano galáctico de nuestra galaxia. Su masa total (entre estrellas y materia interestelar) se estima entre uno y dos millones de masas solares. El cintu-



DR. LAURENT LOINARD. FOTO: CORTESÍA.

rón de Gould alberga una multitud de estrellas masivas muy calientes de reciente formación. Aunque no pertenece a él, nuestro Sol se encuentra inmerso en el cinturón de Gould.

Se estima que el cinturón tuvo su origen hace 30 - 50 millones de años, aunque todavía se desconoce su origen. Así, uno de los objetivos del proyecto de investigación es aportar información a las teorías de cómo se formó el cinturón de Gould.

"Si se toma una muestra amplia de estas estrellas, se mide la distancia de la Tierra a las estrellas, y además podemos obtener el movimiento de estas estrellas, su distancia y su velocidad, entonces es posible reconstruir cómo estaba en el pasado para establecer alguna teoría sobre lo que pudo haber producido este cinturón y lo que ocurre en su órbita, la cual está inclinada 20 grados con respecto del disco de la galaxia. También queremos estudiar qué pudo haber producido esta inclinación", mencionó el investigador.

Por su trayectoria en investigación, el doctor Loinard ha recibido otras distinciones como es la Distinción Nacional para Jóvenes Académicos en 2007; la beca de la Fundación Guggenheim de Estados Unidos en 2010; el premio de investigación Friedrich Wilhelm Bessel de la Fundación Alexander Von Humboldt en reconocimiento a su trayectoria de investigación en 2011 y en esta ocasión la Cátedra de Marcos Moshinsky en el área de ciencias físicas. [bum](http://www.bum)

## EL ESTUDIO DE LAS TORMENTAS SOLARES

**Por: Esmeralda Romero Hernández, estudiante de doctorado en el Posgrado en Ciencias de la Tierra, Área de Física Espacial, Unidad Michoacán del Instituto de Geofísica, UNAM.**

SOY ESTUDIANTE DE DOCTORADO EN EL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES EN EL INSTITUTO DE GEOFÍSICA, CAMPUS MORELIA. Estudié la carrera de Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Durante la carrera, me gustó adentrarme en el estudio de la astronomía, por está razón comencé a buscar áreas afines para realizar mis estudios de posgrado.

En el departamento de Ciencias Espaciales del Instituto de Geofísica se hacen estudios relacionados con el sistema solar, y fue éste el área que escogí para hacer mis estudios de maestría con el Dr. J. Américo González Esparza, con el trabajo de tesis: "Estudio de la dinámica de gran escala del viento solar. Mediciones de 5 naves: Helios, Voyagers e IMP 8". Este trabajo estuvo enfocado en estudiar la dinámica a gran escala de las perturbaciones solares que viajan a través de nuestro Sistema Solar (medio interplanetario), las cuales pueden ser generadas por las tormentas solares -eyecciones de masa coronal (EMCs)- y por la interacción de las corrientes de viento solar en el medio interplanetario

-regiones de interacción de corrientes (RICs)-. El Sol, a grandes rasgos, es una esfera de gas muy caliente (plasma) con un campo magnético asociado. Debido a su alta temperatura, el gas de esta esfera se expande continuamente, generando lo que conocemos como viento solar. El Sol es muy dinámico, y constantemente tiene explosiones sobre su superficie (EMCs), en donde libera gran cantidad de energía y material al medio interplanetario. A estas explosiones se les conoce como "tormentas solares" y son fenómenos interesantes, ya que el material que emerge al medio interplanetario es similar a una burbuja de gas que interacciona con el plasma ambiente y también puede impactar la magnetosfera de nuestro planeta y dar origen a otros fenómenos, como las "tormentas geomagnéticas". Durante las tormentas geomagnéticas, los sistemas de telecomunicaciones pueden ser severamente afectados, de ahí que su estudio y predicción sea de gran relevancia a nivel mundial.

Teniendo el mismo objetivo de fondo, durante el doctorado me he dedicado a estudiar las tormentas solares en el medio interplanetario, pero ahora empleando observaciones de Centelleo Interplanetario (CIP). El CIP es una técnica de monitoreo remoto, que emplea la señal de fuentes de radio (estrellas, galaxias, cuasares) muy lejanas para detectar el



FIGURA 1. FOTOGRAFÍA DE LA ANTENA DEL OBSERVATORIO DE CENTELLEO INTERPLANETARIO DE COENEO. LA ANTENA CONSISTE EN UN ARREGLO DE 4096 DIPOLOS CUBRIENDO UN ÁREA DE 9,600 METROS CUADRADOS (140 M EN LA DIRECCIÓN ESTE-OESTE Y 70 M EN LA DIRECCIÓN NORTE-SUR). FUENTE FOTO: WWW.MEXART.UNAM.MX

paso de perturbaciones solares (viento solar, RICs y EMCs). Cuando se monitorean fuentes de radio, en una gráfica de intensidad de la señal contra tiempo, algunas veces podemos observar que durante el tránsito de una fuente, la intensidad comienza a fluctuar como si hubiera mucho ruido, ésta es la firma característica del CIP. El CIP es la dispersión que sufren las ondas de radio provenientes de una fuente lejana a causa de las variaciones de la densidad en el medio interplanetario como consecuencia del paso de una perturbación solar. Con este tipo de observaciones podemos estimar la velocidad y la densidad de estas perturbaciones. Para emplear esta técnica, lo único que necesitamos es un radiotelescopio que pueda monitorear fuentes de radio distantes. Teniendo una malla de fuentes bien distribuidas podemos monitorear diferentes puntos de las estructuras, para de esta manera también estudiar su geometría. Para mi trabajo empleo el Mexican Array Radio Telescope (MEXART) ubicado en Coeneo, Michoacán. Este radiotelescopio trabaja a una frecuencia de 140 MHz, la cual es muy diferente a la de otros radiotelescopios en el mundo, esto también hace relevante este estudio. Actualmente, MEXART está en constante operación, y hemos establecido colaboraciones con otros radiotelescopios, como STELab en Japón y ORT en la India.

### SE CREA LA UNIDAD MORELIA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES

Con los retos de afianzar su infraestructura con la adquisición de equipo de avanzada que se sumará a la infraestructura ya disponible, aumentar la presencia y la colaboración científica y tecnológica, además de continuar desarrollando investigación de frontera que contribuya al desarrollo sustentable del estado de Michoacán y de México, se crea la Unidad Académica Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM) de la UNAM.

Lo anterior fue aprobado en la sesión ordinaria del Consejo Técnico de la Investigación Científica de la Universidad Nacional, el 3 de octubre del 2013.

El doctor Oracio Navarro Chávez, jefe de la Unidad Morelia del IIM, mencionó que el objetivo fundamental es contribuir al desarrollo regional en la investigación científica, la formación de recursos humanos, el desarrollo tecnológico, la innovación y la vinculación, en el tema de materiales sustentables.

Las líneas prioritarias de los investigadores de la Unidad Morelia del IIM se enfocan en los materiales para la captura de contaminantes, para la eficiencia energética, así como materiales reciclables y biodegradables, entre otras.

Navarro Chávez mencionó que actualmente se cuenta con una planta de cinco investigadores, mientras que participan un total de 10 estudiantes de licenciatura y posgrado.

La Unidad Morelia del IIM está enfocada a la investigación sobre materiales sustentables y la creación de un laboratorio de caracterización y servicios, así como al apoyo a la Licenciatura en Ciencias de Materiales Sustentables que se impartirá en la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia.

Dijo que, a través de diferentes proyectos de investigación, se contará con un laboratorio que realizará la caracterización de los materiales y dará un servicio especializa-

do al sector productivo público y privado de la región. Algunos de estos servicios tecnológicos son la determinación de fases, análisis microestructural, diseño, modelación y simulación de materiales, entre otros, contribuyendo a la resolución de problemas relacionados con los materiales sustentables.

Dentro del Campus Morelia de la UNAM, mencionó, la Unidad Académica del IIM contribuirá a la atención de problemas regionales en el área de los materiales, la divulgación de la ciencia y la tecnología, además de participar de manera activa con la ENES y sus labores académicas y de investigación.

Asimismo, añadió, el IIM se relacionará de manera decisiva con los demás centros existentes en el Campus Morelia. La Unidad Morelia del IIM pretende contribuir y apoyar de manera importante en la consecución de las metas del Campus Morelia, incrementando su presencia y su vinculación con diferentes Instituciones de Educación Superior e industrias de la región. [iim.unam.mx](http://iim.unam.mx)

### LAMENTABLE PÉRDIDA PARA LA UNAM

En noviembre pasado, la comunidad universitaria del Campus Morelia de la UNAM lamentó la pérdida de la Doctora Paola D'Alessio Vessuri, investigadora del Centro de Radioastronomía y Astrofísica (CRYA). En este número queremos rendirle un sencillo homenaje.

La doctora D'Alessio fue una reconocida experta a nivel mundial en el estudio de los discos que se forman alrededor de las estrellas jóvenes y que proveen la materia prima para la formación subsecuente de sistemas planetarios. Durante más de 15 años, a partir de su tesis doctoral, los cálculos de la doctora D'Alessio han constituido el estado del arte en modelos de discos protoplanetarios. Fue pionera del desarrollo de modelos detallados que han permitido inferir las propiedades físicas de los discos a partir de su comparación con datos observacionales. Entre sus resultados más importantes, Paola demostró la concentración y el crecimiento de partículas sólidas en los discos protoplanetarios, procesos que constituyen la primera etapa de la for-

mación de planetas. Junto con sus colaboradores, también descubrió discos protoplanetarios con surcos producidos por planetas gigantes en formación.

Paola mantuvo colaboraciones fructíferas con muchos grupos nacionales e internacionales de diversas instituciones: en el CRYA y el Instituto de Astronomía de la UNAM, en la Universidad de Michigan, la Universidad de Rochester, la Universidad de Indiana, Cornell, el Jet Propulsion Lab de la NASA, el Instituto de Astrofísica de Andalucía y el Herschel Science Centre en el European Space Astronomy Centre de la Agencia Espacial Europea, entre otras. Sus modelos han sido aplicados a observaciones de unos 500 discos obtenidas con los telescopios espaciales Hubble, Spitzer, Hers-



DRA. PAOLA D'ALESSIO VESSURI. FOTO: CORTESÍA CRYA.

chel, y telescopios terrestres submilimétricos como el Submillimeter Array y el Atacama Large Millimeter Array.

Publicó 100 artículos arbitrados que han recibido casi 7000 citas y siguen obteniendo alrededor de 700 citas por año. Además, publicó casi 50 artículos

de divulgación. Aunque dirigió pocas tesis, sin duda contribuyó a la formación de muchos jóvenes astrónomos en México y el extranjero.

D'Alessio fue reconocida con múltiples distinciones, incluyendo las medallas "Gabino Barreda" y "Alfonso Caso" de

la UNAM a su desempeño en la maestría y el doctorado, el Premio Weizmann 1997 a la mejor tesis doctoral en Ciencias Exactas, otorgado por la Academia Mexicana de Ciencias, y el Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz, que se confiere a las académicas destacadas de la UNAM,

en 2006. Por el alto impacto de sus artículos, recibió el Premio Scopus 2009, otorgado por Elsevier/CONACyT, y el Reconocimiento Thomson Reuters-Cinve-  
stav 2009. Además, en 2010 recibió el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología del Gobierno del Estado de Michoacán. [bmm](#)

## RECONOCEN A INVESTIGADORES DEL CRYA

Los doctores Gustavo Bruzual y Luis Felipe Rodríguez Jorge, ambos investigadores del Centro de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM fueron reconocidos por sus trayectorias académicas. El primero de ellos obtuvo la Cátedra Severo Ochoa, y el segundo la medalla Yucatán.

El doctor Gustavo Bruzual se hizo acreedor a una cátedra que forma parte del Programa Severo Ochoa "Genesis and Evolution in the Cosmos" que otorga el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) como puntero de investigación en

España. Este programa es financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España. Dentro de ese programa se le otorgó una beca para pasar tres meses en el IAC para realizar trabajos en su área de investigación que es síntesis de poblaciones estelares y evolución espectral de galaxias,



LOS DOCTORES GUSTAVO BRUZUAL (IZQ.) Y LUIS FELIPE RODRÍGUEZ. (DER.) CRÉDITOS FOTOS: R.T. ROOD Y R. PRADO.

en el marco del programa de evolución de galaxias cuyo investigador principal es el profesor Jordi Cepa Nogué, del IAC.

El objetivo principal de la estancia en el IAC es aplicar los modelos evolutivos desarrollados con sus colaboradores, principalmente con S. Charlot del Instituto de Astro-

física de Paris a las muestras de galaxias observadas por el grupo del profesor Cepa del IAC.

El doctor Luis Felipe Rodríguez Jorge, es merecedor de la Medalla Yucatán por sus aportaciones en la ciencia, ya que es investigador emérito del Centro de Radioastronomía y Astrofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y es el único astrónomo latinoamericano que aparece en la lista de científicos altamente citados del Science Citation Index.

Es autor de más de 400 artículos especializados, ha dado más de 300 conferencias de astronomía en el área de divulgación y docencia, ha escrito más de 60 artículos y tres libros. Uno de dichos libros es "Un universo en expansión" que ha rebasado los 100 mil ejemplares vendidos. [bmm](#)

## INICIA LA MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

Diecisiete profesores integran la primera generación de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS) que ofrece la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia a partir de este año.

Este programa de posgrado busca formar de manera sólida, con un carácter innovador, multidisciplinario y flexible, profesionales en la docencia del Nivel Medio Superior. Desde el 2004, la maestría forma parte de la oferta de posgrados de la máxima casa de estudios del país. Hasta la fecha, se han graduado poco más de 900 profesores de las áreas de Biología, Física, Español, Matemáticas, Química, Ciencias Sociales, Letras Clásicas e Historia.

Los alumnos que integran la primera generación realizarán sus estudios en un programa de inmersión en el que la práctica docente es fundamental para mejorar su ejercicio profesional. Además, podrán aprovechar la posibilidad de becas mixtas que favorecen estancias cortas de práctica en otro país o en otra universidad del país que aporten experiencias favorables en su formación.

Los alumnos inscritos provienen de nueve instituciones educativas entre las que se encuentran el Colegio de Bachilleres, la Universidad Intercultural Indígena, el CONAFE y el Programa de educación básica para niños de familias jornaleras agrícolas migrantes (PRONIM), por mencionar algunas. Los alumnos, en su mayoría profe-

sores activos, buscan mejorar su práctica docente en tres áreas del conocimiento, ocho de ellos en el área de biología, siete en español y dos en matemáticas.

La primera generación de alumnos de MADEMS tiene un potencial de incidir, por su labor docente, en ocho municipios del Estado de Michoacán, como Chiquimitío, Coeneo, Tzitzio, Pátzcuaro, Villa Morelos, Puruándiro, Huiramba y Morelia.

Con este programa la ENES busca contribuir al fortalecimiento de la enseñanza de las ciencias y las humanidades en el nivel medio superior de Michoacán y con la profesionalización de los docentes, que influyen en la transformación de las vidas de los alumnos que, en su momento, esperamos se incorporen a las aulas universitarias. [bmm](#)

CINE

Los jueves 13, 20 y 27 de febrero de 2014 se proyectará el ciclo "3 directoras mexicanas, 3 documentales inolvidables" en el Cineclub Goya. Todas las funciones se realizarán en el Auditorio de la Coordinación Administrativa. Consulta la cartelera en: [www.csam.unam.mx/vinculación/](http://www.csam.unam.mx/vinculación/)



EVENTOS DE DIVULGACIÓN

**Novedades astronómicas**  
Visita la página: <http://www.crya.unam.mx/web/divulgacion>

**Viernes de astronomía**  
Los días 28 de marzo, 25 de abril, 30 de mayo y 27 de junio, a las 19:00 horas, habrá charlas y observación con telescopios en el Auditorio de la Unidad Académica Cultural de la UNAM Campus Morelia. Más información en: <http://www.crya.unam.mx>



¿ES CIERTO...

... que los países en vías de desarrollo podrían obtener recursos por cuidar sus bosques?

¿Es cierto...

Aceptamos y reconocemos múltiples beneficios obtenidos de la naturaleza y en particular de los bosques. Estos beneficios son evaluados y estudiados por científicos de todo el mundo llamándolos comúnmente "servicios ambientales" o "servicios ecosistémicos".

Para saber más de esto visita la sección ¿Es cierto...? en la página: [www.csam.unam.mx/vinculación](http://www.csam.unam.mx/vinculación)

**RESUMEN DEL FUEGO:  
FERNANDO GONZÁLEZ  
GORTÁZAR  
CATÁLOGO DE EXPOSICIÓN**  
RESEÑA DE EUGENIA MACÍAS

La propuesta literaria que se ofrece en esta sección del Boletín corresponde a un compendio de la vasta obra del arquitecto Fernando González Gortázar. Se trata de un catálogo basado en la exposición titulada "Resumen del Fuego: Fernando González Gortázar" inaugurada en noviembre de 2013 en el Museo de las Artes de la Universidad de Guadalajara.

Tanto la exposición como su catálogo muestran cronológicamente la trayectoria de González Gortázar en sus múltiples facetas como arquitecto, urbanista, paisajista y escultor. ¿Por qué darle este espacio a un catálogo de exposición? En primer lugar, por el personaje en cuestión. Fernando González es egresado de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Guadalajara. Desde los años sesenta ha realizado diversas obras como escultor, urbanista, paisajista y arquitecto en Jalisco y Ciudad de México principalmente, pero también en Nuevo León, San Luis Potosí, Chiapas y Yucatán. Por su trayectoria ha recibido múltiples reconocimientos. En 1989 recibió el Premio Henry Moore, en 2009 el Premio América de Arquitectura y en 2012 recibió el Premio Nacional de Ciencias y Artes en la categoría de Arte y se convirtió en miembro Emérito del Sistema Nacional de Creadores. En noviembre pasado la Universidad de Guadalajara, su alma mater, le otorgo el doctorado Honoris Causa en reconocimiento a su excepcional trayectoria en la arquitectura y el arte, manifestada en sus obras y aportes a la nación mexicana y al mundo.

En segundo lugar, la investigación, la curaduría y la museografía realizadas para esta exposición estuvieron a cargo de Eugenia Macías, historiadora de arte y curadora quien actualmente coordina la recién creada licenciatura en Historia del Arte de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia de la UNAM.

El catálogo pone a la luz del lector y del observador, imágenes de las obras de Fernando González Gortázar. Se incluyen incluso, los planos de obras proyectadas pero nunca concretadas. Uno de los principales



aportes del arquitecto es el vínculo que busca recrear en torno a sus monumentos con la naturaleza y la vida cotidiana, para esto se ejemplifica con los proyectos Monumento Nacional a la Independencia (1966), Paseo de los Duendes (1991-2013), y con indagaciones desde la geometría, como testifican: Espejo del Sol y La Gran Puerta (1969).

Eugenia Macías enfatiza el cuestionamiento a las formas y a las estructuras presentes en la obra del arquitecto González Gortázar. Agrupa sus proyectos fundamentales en cinco ejes: Monumentos penetrables-transitables; Arquitectura Pública y Privada; Prehistoria Geométrica y experimentos posteriores; Derivaciones formales y Anomalías Azarosas. El catálogo incluye registros fotográficos de las obras que muestran los rasgos constructivos-estructurales de cada proyecto del arquitecto y acentúa la importancia que tuvo cada boceto como un instrumento que permite la creación y el cálculo simultáneamente.

Por último, el catálogo presenta además la obra y los registros fotográficos expuestos en la muestra y una cronología escrita y visual del artista. En ellos, se devela la vida social y familiar del arquitecto, mostrándolo como un personaje de campo, interesado en los espacios abiertos, y apasionado por conservar y respetar los elementos naturales, sus formas y sus texturas. Él mismo mencionó en 1993, que "la naturaleza sigue siendo la gran maestra de la vida, la cultura y el arte".

Un libro imprescindible para los que aprecian y disfrutan la arquitectura, la escultura y los espacios urbanos que enriquecen y transforman nuestro andar por la vida.



RESUMEN DEL FUEGO: FERNANDO GONZÁLEZ GORTÁZAR  
GARZA USABIAGA, D., ET.AL.  
FUNDACIÓN CULTURAL  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
Y MUSEO DE ARTE MODERNO-  
INBA. MÉXICO. 2013.