

# Nebulosas luminiscentes en tus manos

M. T. Martínez-Martínez<sup>1</sup>, W. Steffen<sup>2</sup>, G.A. Hirata-Flores<sup>1</sup>

1. Centro de Nanociencias y Nanotecnología-UNAM, Ensenada, BC.

2. Instituto de Astronomía-OAN-UNAM

4 y 5

# Qué hacemos en el Observatorio Astronómico Nacional

Manuel Álvarez, Leonel Gutiérrez, Joel Herrera, Francisco Guillén e Ise Plauchu

Instituto de Astronomía-OAN-UNAM, Ensenada, BC.

8 y 9

Edición No.19

Año. 6

Publicación cuatrimestral

Diciembre 2014

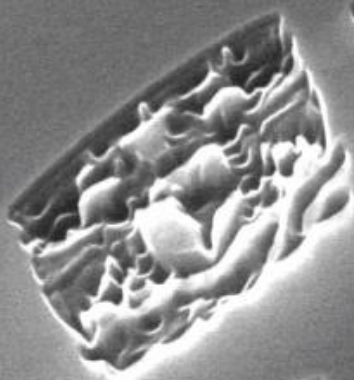
# 3aceta

Ensenada



Órgano informativo de la Universidad Nacional Autónoma de México

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Centro de Nanociencias  
y Nanotecnología



30kV

x3,300

5µm

2013/03/17



M.C. Marlene Cardoza  
CNyN-UNAM



## DIRECTORIO UNAM

Dr. José Narro Robles  
Rector

Dr. Eduardo Bárzana García  
Secretario General

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez  
Secretario Administrativo

Dr. Francisco José Trigo Tavera  
Secretario de Desarrollo Institucional

Dr. Carlos Arámburo de la Hoz  
Coordinador de la Investigación Científica

Dr. William Henry Lee Alardin  
Director del Instituto de Astronomía

Dr. Óscar Edel Contreras López  
Director del Centro de Nanociencias y  
Nanotecnología

Dr. Michael G. Richer  
Jefe del Observatorio Astronómico Nacional,  
Instituto de Astronomía,  
Campus Ensenada

### Consejo Editorial

M. en C. Manuel Alvarez Pérez-Duarte

M. en C. Arturo Gamietea Domínguez

Dr. Armando Reyes Serrato

Dr. Gustavo Alonso Hirata Flores

Ing. Israel Gradilla Martínez

Dr. David Hiriart García

Dr. Mauricio Reyes Ruiz

MC. Marco A. Moreno Corral

Diseño, formación y fotografía  
Norma Olivia Paredes Alonso

### Portada

M.C. Marlene Cardoza Contreras  
CNyN-UNAM

Gaceta UNAM campus Ensenada es una publicación cuatrimestral editada por el Centro de Nanociencias y Nanotecnología y el Instituto de Astronomía de la UNAM Ensenada, Baja California México.

Dirección: Carretera Tijuana-Ensenada km. 107 Ensenada, Baja California, México.

Teléfono: (646) 175 06 50 y (646) 174 45 80

Dirección electrónica:

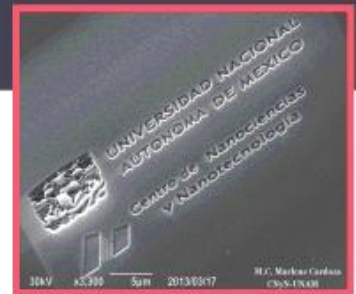
arturo@cnyun.unam.mx

nparedes@cnyun.unam.mx

alvarez@astrosen.unam.mx

# ÍNDICE

La revolución bidimensional en los materiales.....	3
Nebulosas luminiscentes en tus manos.....	4 y 5
¿Es el beneficio de la solución, mayor que el costo del problema? Riesgo y percepción de riesgo de la nanotecnología. ....	5
¿Es el Sol una estrella variable?.....	6
Super Luna. ....	7
Qué hacemos en el Observatorio Astronómico Nacional. ....	8 y 9
Rotación solar, 23 de octubre de 2014. (Región activa AR 2192). ....	10
Divulgación de la física en escuelas rurales de Ensenada. ....	11
Entrevista al doctor Sergio Fuentes Moyado. Investigador y exdirector del Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM, en Ensenada, Baja California. ....	12
Seminarios de posgrado CNyN-UNAM 2014-2. ....	13
Nanopartículas como herramienta para inmunoterapia del cáncer. ....	14
Descubrimiento matemático sorprendente por todos lados. ....	15



## Nuestra Portada Centro de Nanociencias y Nanotecnología-UNAM

La imagen de microscopio electrónico de barrido presentada a la arriba muestra un ejemplo de la capacidad y precisión del sistema JIB-4500 con el que se cuenta en este centro de investigación. La imagen muestra el logotipo y nombre de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Centro de Nanociencias y Nanotecnología, fabricados por la erosión con el haz de iones en un sustrato de Al/SiO<sub>2</sub>/Si.

El sistema JIB-4500 SEM-FIB es una poderosa herramienta que combina la obtención de imágenes de alta resolución por la columna de electrones de LaB<sub>6</sub> y la versatilidad de aplicaciones de la columna de iones de Ga<sup>+</sup> enfocados. El haz de iones operado a corrientes bajas permite obtener imágenes de alta resolución, mientras que a corrientes altas induce el proceso de erosión (milling), cuya precisión consiente el nanomaquinado de la muestra. Además, si un compuesto metal-orgánico es introducido en el camino del haz de iones con la ayuda del sistema de inyección de gas, ocurre la descomposición del compuesto gaseoso debido a su interacción con los iones de Ga<sup>+</sup>, provocando que parte del elemento metálico del compuesto sea depositado sobre la superficie de la muestra, mientras que el resto es removido por el sistema de vacío. De esta forma, materiales como Pt, C y W pueden ser fácilmente depositados mediante FIB con precisión nanométrica.

Este trabajo fue hecho por la estudiante de doctorado Marlene Nohemi Cardoza Contreras del Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales de la UNAM bajo la supervisión del Dr. Oscar Edel Contreras López del departamento de Nanoestructuras del CNyN.

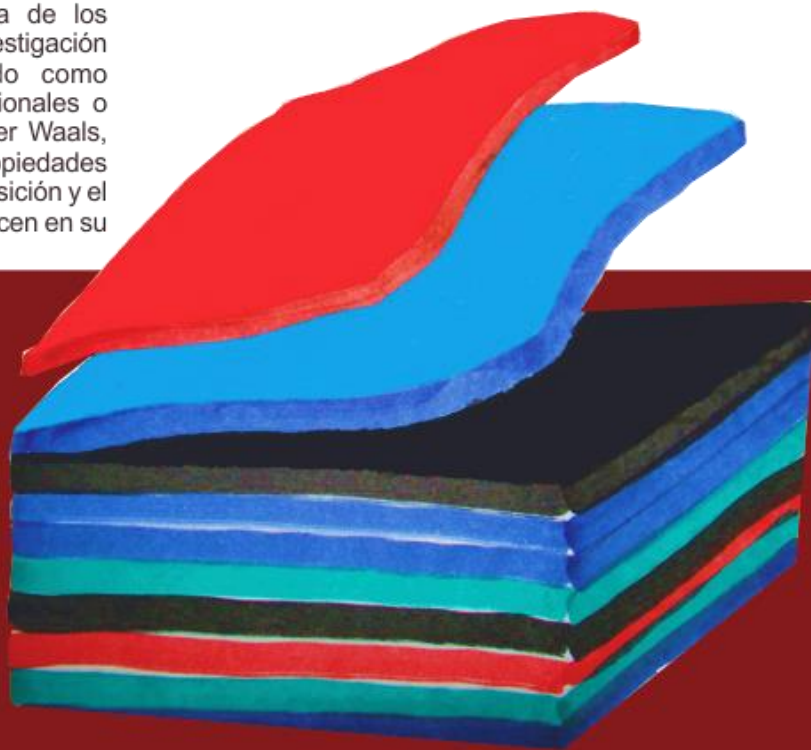
A partir de la obtención y manipulación de materiales de dimensión geométrica menor que tres y de longitudes nanométricas, se abrió un universo de posibilidades para obtener materiales nuevos que tienen propiedades físicas muy interesantes y normalmente muy diferentes de las que presentan los materiales a escala macroscópica. La dimensión geométrica y longitudinal reducida es la que da origen a las características particulares del material, ya que nos ubica en la escala atómica y molecular.

Para manipular los elementos mencionados se cuenta por lo menos con los microscopios de tunelaje y el de fuerza atómica, así como algunas técnicas de crecimiento y obtención de materiales de dimensionalidad reducida. La generación de materiales nuevos o materiales artificiales, así como de dispositivos con dimensiones menores que 100 nanómetros, está en el área de la tecnología denominada nanotecnología. El área de la ciencia que explica los fenómenos de los materiales a dichas escalas es la que se denomina nanociencia.

A diez años del trabajo publicado sobre el grafeno y a cuatro del otorgamiento del premio Nobel de Física a los investigadores que lo descubrieron, nos encontramos en plena revolución bidimensional en la ciencia de los materiales. En la actualidad se hace mucha investigación para obtener materiales nuevos utilizando como elementos de construcción cristales bidimensionales o 2D. Las heteroestructuras o materiales van der Waals, como también se les conoce, presentan propiedades nuevas que pueden ser controladas por la disposición y el número de cristales bidimensionales que se utilicen en su construcción.

El trabajo de investigación relacionado con los materiales van der Waals, apenas comenzó y ya tenemos un buen número de cristales bidimensionales que podemos utilizar para su diseño, además del grafeno, tenemos los cristales 2D: grafeno con oxígeno, grafeno con flúor, nitruro de boro hexagonal o "grafeno blanco", los disulfuros de tungsteno y los de molibdeno, óxido de itrio, óxido de cinc, micas y algunos superconductores. Además de los trabajos experimentales, también se hacen cálculos teóricos para determinar estructuras cristalinas bidimensionales posibles, útiles para el diseño de nuevas heteroestructuras.

La capacidad para obtener materiales nuevos y fenómenos físicos aún no descubiertos, dependen de nuestra imaginación, de las propiedades fisicoquímicas de los cristales 2D y de la instrumentación que nos permita trabajar a escalas nanométricas. Al trabajar con lo extremadamente pequeño, el futuro que nos espera es extremadamente grande.



Representación simbólica de la construcción de una heteroestructura o material de Van der Waals con cristales bidimensionales. La escala para este arreglo es de nanómetros.

# Nebulosas luminiscentes en tus

**E**l desarrollo de un software astronómico novedoso en combinación con la herramienta tecnológica recién creada impresión 3D y partículas luminiscentes, ofrece la posibilidad de crear modelos astronómicos interactivos versátiles.

Actualmente se pueden visualizar modelos volumétricos de nebulosas en los planetarios, mediante proyecciones tridimensionales que permiten "viajar" a través de ellas, pero con este proyecto nuevo se pasará al siguiente nivel: además de ver a las estrellas, se podrá "tenerlas" en las manos.

Se sabe que la estructura de las nebulosas circunestelares está determinada fundamentalmente por la evolución de la estrella o estrellas centrales. La naturaleza y la evolución del sistema dejan huellas características en la nebulosa que se pueden reconstruir en modelos 3D y proporcionan información sobre el objeto central y su evolución.

El modelado morfo-cinemático de las nebulosas se ha mejorado considerablemente en los últimos años por medio del software llamado SHAPE, el cual se está convirtiendo en la herramienta estándar en el ámbito internacional para el modelado de nebulosas. Este paquete cuenta con funciones adicionales tales como el modelado hidrodinámico, transporte radiactivo de líneas de emisión atómica y molecular, emisión de altas energías, campos magnéticos y gravitatorios, efectos relativistas, visualización de simulaciones externas, variabilidad, animación, entre otras.



Impresión 3D "Homúnculo" de *Eta Carinae*

Hasta la fecha se han modelado una variedad grande de nebulosas, pero en 2014 se empezaron a convertir los modelos al formato STL que permite su impresión en 3D. Hasta el momento estos modelos de plástico tridimensionales sólo pueden mostrar la forma de las nebulosas y carecen de la característica que les da su belleza: su luz propia colorida frente al fondo oscuro del universo.

La incorporación de partículas luminiscentes en los modelos tridimensionales impresos de nebulosas nos permitirá obtener modelos sólidos que brillarán con luz sus colores propios mediante estimulación de luz ultravioleta; también llamada luz "negra".

La síntesis de las partículas fotoluminiscentes se ha llevado a cabo por dos métodos: a) síntesis por combustión y b) sol gel. Por medio de estos métodos se han obtenido nanopartículas luminiscentes dopadas con tierras raras, en particular  $Y_2O_3:Eu$ ,  $Sr_2BaSiO_4:Eu^{2+}$  y  $Y_2SiO_5:Ce, Tb$ , entre otras. El uso de nanopartículas luminiscentes de diferentes composiciones permitiría obtener varios colores de emisión dentro de los polímeros o resinas utilizados en la impresión 3D de nebulosas.



Fotografía del "Homúnculo" de *Eta Carinae* obtenida por el telescopio Espacial Hubble (NASA).

[Continua Hoja 5](#)

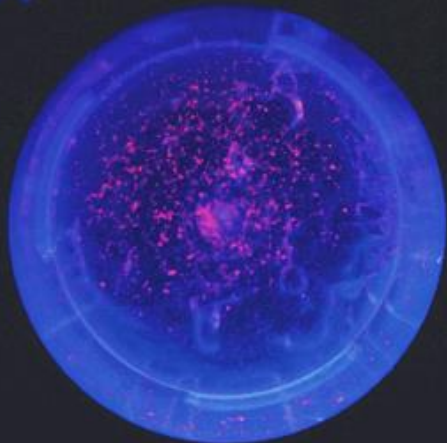
La impresión tridimensional de nebulosas se consiguió mediante dispositivos de inyección de polímeros, cuya característica principal debe ser su transparencia. Se han hecho pruebas con material "ABS" transparente (acrilonitrilo butadieno estireno) y Bendlay<sup>MR</sup> (un ABS modificado). Pero la limitante en la inyección ha sido la generación de líneas de impresión entre las capas, ya que hace opacos los objetos impresos. Adicionalmente, los polímeros disponibles comercialmente como filamento para las impresoras 3D filtran los rayos UV, lo que interfiere con la excitación de las partículas luminiscentes embebidas en el material.

La incorporación de las partículas luminiscentes en el polímero antes de ser aplicado en la impresión es clave en la producción de estos modelos. Por ello se probaron diferentes resinas disponibles comercialmente, para evaluar la distribución de las partículas luminiscentes embebidas y la excitación de las mismas por medio de luz ultravioleta.

La impresión tridimensional de nebulosas servirá para discutir la estructura y entender la evolución de estos objetos celestes en el ámbito científico, además se pondrá a la disposición del público en general como modelo a escala, en el cual se podrá apreciar en detalle a las nebulosas.

La impresión de modelos tridimensionales de nebulosas sin la incorporación de partículas luminiscentes podrá ser utilizada como una herramienta tífotécnica que ayude a explorar a través del tacto las estructuras de las nebulosas.

Se agradece a los proyectos  
 DGAPA-PAPIIT No. 101014 y No. 109913



Partículas fotoluminiscentes sinterizadas en el CNyN embebidas en una resina polimérica (poliacrilamida).

¿Es el beneficio de la solución, mayor que el costo del problema? Riesgo y percepción de riesgo de la nanotecnología.

**P**ercepción de riesgo: proceso cognoscitivo que reside en la: subjetividad, cultura, sociedad, información; que integra de igual forma aspectos políticos, económicos y que es un proceso inmediato que se organiza en un juicio de valor.

En el contexto de la nanotecnología, existe un riesgo inminente, que ha sido opacado principalmente por lo extraordinario de los resultados tan "prometedores" del mundo nano.

Es difícil controlar los avances tecnológicos; poder medir la influencia que tendrán en la sociedad o en el medio, es una tarea que quedará a los investigadores del mañana. El problema con la nanotecnología es que es un área nueva, de conocimientos incipientes; en los nanomateriales no se necesitan altas cantidades para tener alta reactividad en su medio y es difícil recuperar la mayoría de éstos en condiciones fuera del laboratorio.

Existen pocos científicos que tienen una percepción de riesgo que les haga tomar conciencia de la influencia que puede causar la nanotecnología en su entorno. Ejemplos:

- Aún no se sabe cómo manejar desechos de nanomateriales.
- Generalmente los nanomateriales desarrollados cumplen con su cometido, pero aún no se sabe si pudieran o no reaccionar con su entorno y causar algún daño.
- Faltan investigaciones para casos en que se requiera recuperar nanomateriales empleados en diversos productos.
- Faltan investigaciones enfocadas al análisis del flujo de la nanotecnología en los ámbitos: social, ambiental o económico.

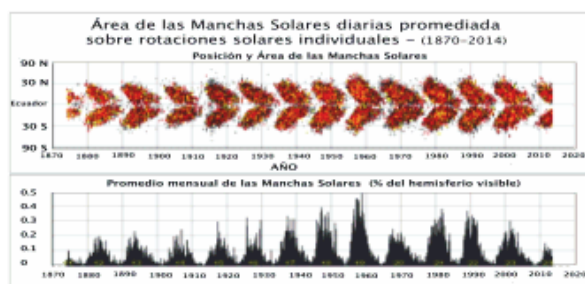
La finalidad de este escrito es influir en la percepción de riesgo de las personas involucradas en el mundo de la nanociencia y la nanotecnología.



Para la mayoría de la gente, el Sol parece comportarse como un objeto inmutable. En realidad, el Sol muestra cambios en muy diversas escalas de tiempo, desde el cambio más notable descubierto por Galileo, quien en 1610, observó el Sol con su pequeño telescopio y descubrió las “manchas solares”. Tuvieron que pasar varios años y muchas observaciones del jesuita Christoph Schneider para notar y aceptar la propuesta de Galileo que estas “manchas” rotaban sobre la superficie del Sol. De esta forma, se determinó que el Sol tiene un período de rotación de 28 días.

## Constancia del flujo solar

Ahora sabemos que el número de “manchas solares” varía con el tiempo, su intensidad cambia con un período de (2 veces) 11.1 años aunque manifiesta un cambio en su flujo de radiación de tan sólo 0.1% por lo que sus efectos son poco significativos para la vida en la Tierra.



Existe una periódica variabilidad en el número de manchas y en su posición sobre el Disco Solar, sus efectos tienen poca influencia en las actividades de la vida en la Tierra.

Panel superior “posición de las Manchas Solares” sobre la superficie del Sol. Al iniciar un ciclo aparecen alrededor de los 30 grados de latitud Norte y Sur; a medida que pasa el tiempo, su posición se desplaza hacia el ecuador solar hasta llegar a los 5 grados N y S cuando el Sol está en época de mínima actividad magnética. Se le conoce como “diagrama de mariposa” por su apariencia

Panel inferior promedio mensual del número de manchas solares desde 1875 hasta el 2014.

En época de máxima actividad solar, en la superficie del Sol hay en promedio de más de 200 manchas solares que desaparecen en época de mínima actividad. Para el 2015, el Sol alcanzará un nuevo máximo con menos de 100 manchas sobre su superficie. En los dos máximos anteriores, hubo 150 y 200 manchas sobre su superficie. El Sol alcanzó su máxima actividad en la década de los años sesenta del siglo pasado con más de 4 veces el número de manchas solares observadas actualmente.

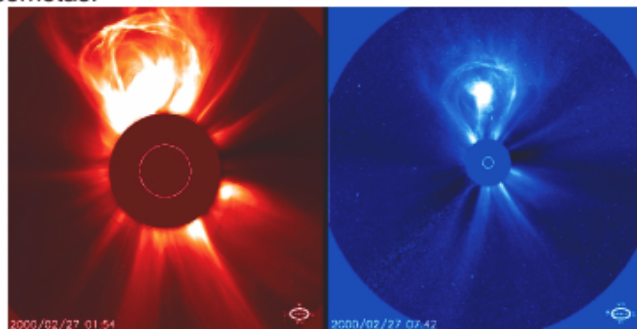
## Telescopios espaciales solares

Los modernos telescopios solares espaciales, como el SOHO (Solar and Heliospheric Telescope) o el SDO (“Solar Dynamics Observatory”) o la Misión STEREO, nos muestran

la intensa actividad solar con gran detalle al detectar, además de la luz visible, la radiación que no penetra nuestra atmósfera.

La sonda espacial SOHO, está colocada en el “punto de Lagrange L1” lo que hace que su órbita sea muy estable. En este punto, la atracción gravitacional de la Tierra contrarresta a la del Sol. Esta sonda espacial observa las oscilaciones de la superficie solar para determinar su composición interior. Mide también los campos magnéticos y la velocidad en la fotosfera para estudiar las regiones de convección en el Sol.

Con la radiación ultra violeta emitida por la Corona solar, la parte más externa de la atmosfera solar, y detectada por los telescopios espaciales, se miden los flujos de plasma, temperatura y densidad del material que compone la Corona. Se observan las hermosas Eyecciones de Masa Coronal (CME) que muestran la interacción que tiene el Sol con el medio interplanetario. SOHO ha descubierto cerca de la mitad de los actuales cometas conocidos, algunos “rasantes” y otros que quedan atrapados por la gravedad solar. En los primeros 15 años de vida, SOHO ha descubierto más de 2,200 cometas.



Imágenes tomadas por la “sonda espacial SOHO”, donde observamos las hermosas e interesantes regiones exteriores del Sol. El pequeño disco central (del tamaño del Sol), bloquea la intensa luz Solar para poder observar la “corona solar” cercana.

El segundo disco de 1 millón de kilómetros de radio nos permite observar las “eyecciones coronales de masa” (ECM) que nos muestran filamentos y enormes prominencias que salen de las regiones activas de la superficie del Sol. La “actividad magnética” solar se extiende hasta poco más de 6 radios solares (más de 4 millones de kilómetros sobre la superficie del Sol).

La imagen de la derecha nos muestra que las intensas ECM se extienden hasta más de 10 radios solares. Algunas partículas energéticas que son expulsadas del Sol, alcanzan a la Tierra que está protegida por un “escudo magnético” formado por el campo magnético terrestre que forma los “anillos de Van Allen”. Cuando estas partículas energéticas chocan con la atmósfera superior de la Tierra, forman las “auroras boreales” y son las que ocasionalmente pueden provocar problemas técnicos en los sistemas de telecomunicación modernos.

# Super luna

Varios pintores y poetas son los que se han inspirado en ella. La ciencia la ha estudiado durante varios siglos. El hombre ha hecho un largo viaje por el espacio sólo para llegar a ella. Sí, se trata de la Luna, el único objeto celeste diferente a la Tierra que el hombre ha logrado visitar.

Cada 28 días la Luna completa una órbita alrededor de la Tierra, de la cual sabemos que es elíptica y no circular. Una órbita de este tipo implica que en ocasiones la Luna estará más cerca de la Tierra y en ocasiones más lejos. Al punto más cercano de esta órbita se le conoce como perigeo, mientras que el punto más alejado, apogeo (véase la figura 1). Entre el perigeo y el apogeo existe una distancia aproximada de 50,000 km y por ello, se suele utilizar como referencia una distancia promedio entre la Tierra y la Luna de 384,400 km.



**Figura 1:** Diagrama que muestra las posiciones del perigeo, apogeo lunares y fases de Luna nueva y llena. La proporción de los tamaños de los cuerpos celestes son sólo ilustrativos.

## Fases Lunares

La Luna vista desde la Tierra presenta diferentes aspectos aproximadamente cada 29 días la Luna alcanza la fase llena. Esto ocurre cuando la Tierra se encuentra entre el Sol y la Luna. En este punto, la Luna se ve iluminada completamente por el Sol (puntos 3 y 4 en figura 1). Asimismo, 14.5 días después la Luna estará en su fase nueva, su cara se "ve" oscura desde la Tierra. En este punto, la Luna se encontrará entre el Sol y la Tierra (puntos 1 y 2 en figura 1). En cualquier otro punto de la órbita lunar entre ambas fases observaremos que la superficie lunar estará parcialmente iluminada por el Sol. Por ejemplo, si observamos la Luna hoy y vemos que está en su fase llena, sabremos que casi 7 días después estará en su fase cuarto menguante, unos 14.5 días después estará en su fase nueva, 22 días más estará en su fase cuarto creciente y finalmente 29 días después nuevamente en su fase llena.

Ilse Plauchú Frayn  
IA-OAN-UNAM  
Campus Ensenada, BC



**Figura 3:** Edificio del Telescopio de 2.1m del OAN-SPM y la extra-Superluna del pasado 10 de agosto.

## Una super Luna

En ocasiones ocurre que la Luna está en su fase llena y al mismo tiempo en el perigeo. Cuando esto ocurre se tiene una Superluna. Debido a que la Luna se encuentra más cerca, la vemos ligeramente más grande y brillante. ¿Pero cuanto más grande y más brillante? Cuando la Luna está en el perigeo, el diámetro aparente de ésta puede aumentar hasta un 14% y su brillo un 30% comparado con aquellos en el apogeo. Es importante mencionar que el tamaño intrínseco de la Luna no cambia, sólo su tamaño aparente en el cielo.

## Eventos de super luna

El pasado 10 de agosto de 2014, la Luna estuvo en perigeo y en su fase llena. En realidad esto sucedió también el 14 de julio y el 9 de septiembre de 2014. Sin embargo, la hora a la cual la Luna alcanzó el perigeo y la hora en que llegó a su fase de llena no fue la misma, sino mayor a 1 hora para los meses de julio y septiembre (21 y 22 horas respectivamente). En agosto, la Luna alcanzó su perigeo a las 10:44 AM (PDT) y su fase de llena a las 11:11 AM, una diferencia de sólo 27 minutos entre los dos sucesos. Cuando esto sucede se podría decir que se tiene una extra-Superluna, mientras que si el tiempo entre ambos eventos está entre 1 y 24 hrs se tienen una Superluna.



## Figura 2:

La extra-Superluna del 10 de agosto vista al atardecer. El mejor momento para observar este suceso es cuando la Luna se encuentra cerca del horizonte.

Próxima extra-Superluna: 28 de septiembre de 2015  
Próximas Superlunas: 30 de agosto y 26 de octubre de 2015

# Qué hacemos en el Observatorio Astronómico Nacional Instituto de Astronomía-UNAM

Manuel Alvarez, Leonel Gutiérrez, Joel Herrera, Francisco Guillén e Ise Plauchu,

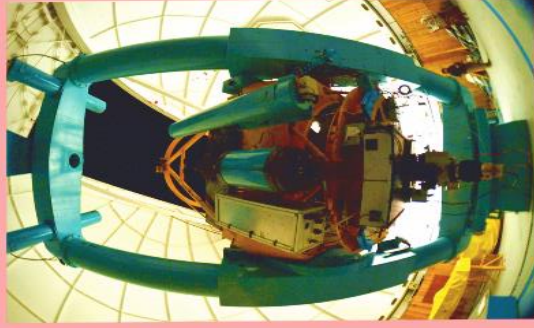
El Observatorio Astronómico Nacional (OAN) es una dependencia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que se encuentra ubicado en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir en Baja California. Otra sede del OAN se localiza en Tonantzintla, Puebla. Los astrónomos iniciaron la prospección del lugar en la década de los sesenta del siglo pasado; el primer telescopio se comenzó a utilizar en 1971 y el telescopio de 2.12 metros en su óptica principal fue inaugurado el 17 de septiembre de 1979, para conmemorar el quincuagésimo aniversario de la declaración de la autonomía de la Universidad Nacional. El Parque Nacional se estableció por Decreto Presidencial y en febrero de 1975 se le responsabilizó a la UNAM la conservación de la flora y fauna del lugar. Actualmente la SEMARNAT es la responsable de su conservación.

## LOS PRIMEROS AÑOS

El Observatorio Astronómico Nacional instalado en la Sierra de San Pedro Mártir en Baja California, tiene tres telescopios reflectores con instrumentación novedosa y son actualizados por el personal técnico quienes desarrollan su trabajo de manera eficiente y dedicada.



Espejo Primario



Domio Teles 21m

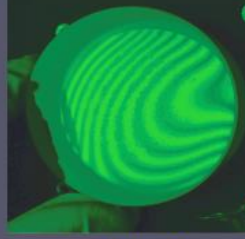
Entre los iniciadores de este proyecto podemos citar al Dr. Guillermo Haro. En ese entonces Director del IA-UNAM, al Dr. Eugenio Mendoza, fotometrista del IA-UNAM, al Dr. Harold Johnson de la Universidad de Arizona entre los principales promotores del sitio. Tomaron la decisión de salir del centro del país e instalar el OAN en un lugar en el que "cuando menos por los próximos cincuenta años", sería la casa del lugar más oscuro y adecuado para observar el cosmos.



Telescopio 84cm



Dormitorios



Interferograma



Laboratorio



Cuarto de Observación

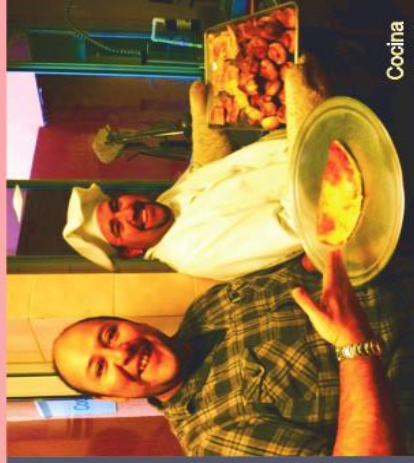
## DESARROLLO A PLENITUD

En la década siguiente, la responsabilidad de continuar con este proyecto, lo aceptó con entusiasmo y la desarrolló a plenitud el Dr. Arcadio Poveda, entonces Director del IA-UNAM, con un equipo de colaboradores quienes lograron que este magno proyecto siguiera el derrotero que imaginaron los iniciadores.



Espejo Secundario

## Cocina



El funcionamiento del OAN requiere de personal especializado (astrónomos, ingenieros, ópticos, electrónicos, etc.), pero también personal de operación, de mantenimiento (cocina e intendencia, entre otros), expertos en telecomunicaciones, que mantienen en operación toda una cadena de operación lista para que cada una de las noches de observación astronómica pueda efectuarse con eficiencia y obtener información confiable y de gran calidad.

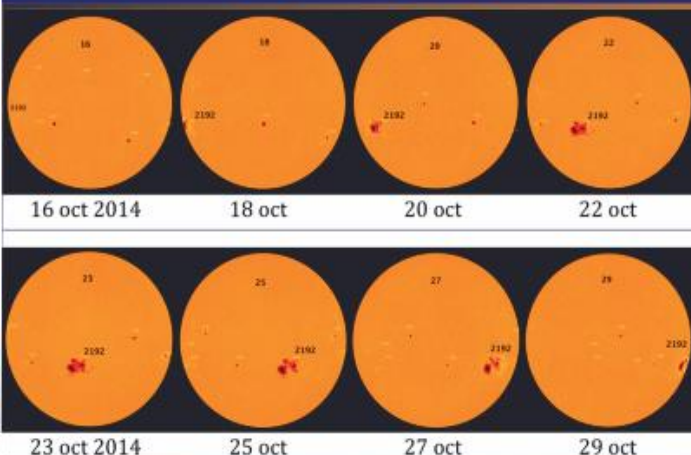
Algunas de las imágenes que mostramos en esta nota: Telescopios de 2.12 m 1.5 m y 0.84 metros de diámetro en su óptica principal. Instrumentos tales como fotómetros, espectrómetros, detectores CCD, polarímetros, entre los principales. Los espejos de los telescopios requieren mantenimiento y para ello el OAN cuenta con una cámara de aluminiado, sistemas de vacío para la instrumentación y una gran cantidad de instrumentos, muchos de los cuales son construidos en las propias instalaciones y en la ciudad de Ensenada por el personal que labora en el Observatorio.





# Rotación solar- 23 de octubre 2014 (Región activa AR-2192)

Manuel Álvarez  
Instituto de Astronomía-OAN-UNAM  
Campus Ensenada, B. C.  
alvarez@astrosen.unam.mx



Podemos comprobar la "rotación solar" de 28 días con la región activa AR 2192. Apareció en el limbo sureste del Sol el 16 de octubre. Mostró su evolución los 14 días que fue visible hasta desaparecer en el limbo suroeste el 30 de octubre.

Esta región inició su actividad días antes con la emisión de varias ráfagas solares clase M (muy activas según la clasificación) y durante su vida manifestó signos variados de actividad, incluyendo ráfagas de clase X aún más intensas. También fue la fuente de Eyecciones de Masa Coronal (CME en inglés); eventos muy hermosos cuya emisión puede alcanzar a la Tierra y provocar perturbaciones en los delicados sistemas de comunicación actuales.

El Sol es un plasma gaseoso que tiene una "rotación diferencial", gira en menos de 28 días cerca del ecuador y hasta 36 días en los polos.

El disco solar el 23 de octubre de 2014 durante el eclipse parcial de Sol que lo observamos en Ensenada, Baja California, México y podemos leer el reporte sobre esta actividad en este número de la Gaceta Ensenada- UNAM.

Este eclipse tuvo máximo ocultamiento en las regiones polares, también pudo ser observado en Japón, Rusia y la parte norte del continente americano.

Estas son algunas "ligas" a las páginas de la NASA siguiendo a la "gran mancha" y su evolución:

<http://www.nasa.gov/content/goddard/tracking-a-gigantic-sunspot-across-the-sun/index.html>

Video del Sol con la "gran mancha" girando sobre su superficie.

<http://www.nasa.gov/sites/default/files/monster-sunspot.gif>

Imagen del SOHO que muestra las regiones externas del Sol con una eyección de masa coronal (CME)

que se produjo al expulsar una "prominencia activa" el 2 de noviembre de 2014.

[http://spaceweather.com/images2014/02nov14/cme\\_anim.gif?PHPS ESSID=ut06es3c6fpkao0edddcbk36i81](http://spaceweather.com/images2014/02nov14/cme_anim.gif?PHPS ESSID=ut06es3c6fpkao0edddcbk36i81)

(Adaptado a partir de imágenes de la página spaceweather.com de la NASA).



## Club de Ciencias 2015



Para mayor información

Contactanos:  
[clubesdeciciamex@gmail.com](mailto:clubesdeciciamex@gmail.com)

<http://clubesdeciencia.mx>, <http://quieroaprender.masporfavor.com>  
Visita la página: [www.cnyun.unam.mx](http://www.cnyun.unam.mx)

El sector más marginado de nuestra sociedad es, sin duda, el rural, particularmente el migrante. Campesinos que se desplazan a diferentes lugares de la República con su familia, buscando el trabajo de temporada. Lejos de las ciudades, de los recursos y del atractivo los profesores que prefieren el ambiente ciudadano, las escuelas rurales compiten en fuerte desventaja con el resto del sistema educativo de México ([www.enlace.sep.gob.mx/ba/](http://www.enlace.sep.gob.mx/ba/)). El Consejo Nacional para el Fomento Educativo (CONAFE) está a cargo de muchas de estas escuelas rurales, casi todas de multigrado, es donde un maestro atiende a varios grados simultáneamente.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) lleva a algunas de esas escuelas una serie de experimentos de física, con el patrocinio de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) y proyectos del Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) y Comisión de Asuntos Culturales Universitarios (CACU). Voluntarios de la UNAM, Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) visitan cada semana una escuela. Por un lado se realizan experimentos, relacionados con los temas que forman parte de los textos de ciencias. Queda material permanentemente en la escuela para que el profesor siga haciendo esos y otros experimentos. Este proyecto inició en 2013. Durante el resto de 2014 y en 2015 seguirán las visitas, ahora llevando a profesionistas de diferentes tipos, quienes platicarán con los chicos, motivándolos a estudiar mucho y a no dejar la escuela. Médicos, ingenieros, biólogos, físicos, soldados, bomberos, artesanos, agricultores, etc. serán algunos de nuestros participantes. Sincronizamos las asambleas mensuales de maestros y padres de familia, con eventos "Noches de estrellas", con apoyo de la Sociedad Astronómica de Ensenada ([www.facebook.com/astrobaja1000](http://www.facebook.com/astrobaja1000)). Sin duda que ver el Sol, la Luna, los planetas sigue teniendo la misma fascinación ahora que la que generaba en los primeros hombres.

"Las chicas solares" es el grupo promotor de estas actividades; desde 2007 ha promovido la ciencia con diferentes proyectos (ver su sitio [tuciencia.org](http://tuciencia.org)). Hemos visto a jóvenes que desde la licenciatura entregan su mejor esfuerzo, y ahora están en diferentes posgrados. El entusiasmo y la inventiva de los voluntarios es invaluable. También es de admirar la entrega de los becarios de CONAFE, su talento y dedicación motivan a los niños y a nosotros.

Los resultados, imposibles de cuantificar, no serán a corto plazo. No es posible medir la alegría de los niños, ni el brillo en su mirada cuando hacen los experimentos. Nuestra esperanza es que sigan estudiando y, por qué no, que se dediquen a la ciencia.



Niña fascinada por un experimento. Maneadero, Ensenada.

La Escuela, Pablo O'Higgins, 1940





# Entrevista al doctor Sergio Fuentes Moyado

Arturo Gamietea  
CNyN-UNAM  
Campus Ensenada, BC.  
arturo@cnyunam.mx

Investigador y exdirector del Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM, en Ensenada, Baja California

Dr. Sergio Fuentes  
Foto: Olivia Paredes

**P. Hay en el Centro un laboratorio nuevo que se llama NanoFAB, ¿nos podría decir por favor a grandes rasgos de que trata?**

R. Es el Laboratorio de Nanofabricación que requiere de un cuarto limpio grado 100, es decir de máximo 100 partículas por pie cúbico, para producir dispositivos micro y nanométricos nuevos, que puedan reescalarse a las industrias como la: petrolera, médica, electrónica, entre otras.

**P. ¿En qué fase se encuentra en estos momentos: proyecto, operación, producción?**

R. El proyecto está escrito en un 80%, firmemente apoyado por el coordinador de la investigación científica de la UNAM, Dr. Arámburo y el Dr. Contreras, Director del CNyN. Se someterá a la convocatoria de Desarrollo Regional de CONACYT para que otorgue el financiamiento. Así mismo el Dr. Contreras, ha formalizado relaciones con la Universidad de Sonora, el Instituto de Ingeniería de la UABC y la empresa Skyworks, con sede en Mexicali para que se sumen al proyecto.

**P. ¿Qué es lo que se espera a corto, mediano y largo plazo?**

R. La formación de un Polo de Desarrollo Regional en Nanotecnología. Estamos en fase de inicio, se planteó al Subsecretario de Economía del Estado, quien percibió el gran potencial para el desarrollo de empresas por lo que lo va a apoyar, de igual manera se buscará interactuar con el estado de Sonora.

**P. ¿Cuánto personal labora en estos momentos y cuántas personas esperan que trabajen en él?**

R. Inicialmente hay 4 investigadores responsables: Víctor García Gradilla, Oscar E. Contreras López, Manuel Quevedo López y yo. Se espera que sus usuarios sean centenas por año: estudiantes que vengan a capacitarse, a elaborar tesis de grado y posgrado, personal de empresas que busquen satisfacer necesidades industriales. Esto llevaría al laboratorio a ser el primero en México de este tipo.

**P. ¿Qué preparación se necesita para poder trabajar en este laboratorio?**

R. Por ser de alta tecnología, se ocuparán personas que hayan terminado licenciatura, así como de posgrado.

**P. ¿Se fabricarán prototipos o se producirá en serie?**

R. Solamente se desarrollarán prototipos, el escalamiento corresponderá a la industria. Pero se tendrá cuidado en que los prototipos sean apropiados para su escalamiento industrial.

**P. ¿Cómo prevén el paso de la fase de laboratorio a la fase industrial?**

R. Por dos vías, sea por escalamiento de la empresa interesada o por la formación de nuevas empresas de base tecnológica.

**P. ¿Quiénes serán sus usuarios o clientes?**

R. Tanto la academia para seguir haciendo ciencia básica, como los empresarios con necesidades específicas.

**P. ¿Hay posibilidades de ampliación al mercado internacional?**

R. Si, colabora la Universidad de Dallas en Texas, se está en pláticas con la Universidad de Arizona y algunas empresas de Estados Unidos de América.

**P. ¿Se espera que sea autofinanciable y que además genere recursos para la UNAM?**

R. Aunque el tiempo de retorno de la inversión no es corto, la idea es que llegue a ser autosustentable.

**P. ¿Cuáles serían los beneficios directos para el municipio de Ensenada?**

R. Consolidarlo como un polo de desarrollo científico y tecnológico.

**P. ¿Cuáles son las fortalezas de tener un laboratorio de este estilo en esta parte del país?**

R. La condición de estar en la frontera, el que existan las capacidades humanas y de infraestructura y el que muchas empresas tienen necesidades de innovar.

**P. ¿Cuáles serían los retos a vencer?**

R. La idiosincrasia de no colaborar, que es generalizada en el ambiente latinoamericano. Se busca formar lo que se llama la triple hélice: Académicos, Empresarios y Gobierno.

**P. Alguna otra cosa que desee mencionar para sus lectores.**

R. Tenemos grandes esperanzas en este proyecto y esperamos que se logre.

## Películas Multiferroicas: Estructura, Propiedades y Fenómenos de Interfaces

Seminario presentado por el Dr. Oscar Raymond Herrera.

Por José Antonio Tejeda Rodríguez

Los elementos multiferroicos son aquellos materiales que combinan dos (o más) de los parámetros primarios de orden ferroico de una sola fase. Las formas ferroicas de orden primario son el ferromagnetismo, la ferroelectricidad y la ferroelasticidad. El interés en estos tipos de materiales está motivado porque exhiben efectos de acoplamiento entre la fase magnética y la ferroeléctrica, lo que puede conducir a la fabricación de dispositivos en los que el orden magnético sea controlado por voltajes eléctricos en lugar de campos magnéticos.

Las estructuras multiferroicas compuestas en forma de bulto se exploran para utilizarlas como sensores de campo magnético de alta sensibilidad de corriente alterna o como dispositivos de microondas eléctricamente sintonizables tales como filtros, osciladores o desplazadores de fase (en los que la resonancia ferri, ferro o anti ferromagnética se sintoniza eléctricamente en vez de magnéticamente).

En películas delgadas multiferroicas, los parámetros de orden magnético y ferroeléctrico acoplados pueden explotarse para el desarrollo de dispositivos magnetoelectrónicos. Estos incluyen dispositivos de espintrónica novedosos como la magnetorresistencia de túnel (TMR) o sensores y válvulas de espín con funciones ajustables de campo eléctrico.

El Dr. Oscar Raymond, en colaboración con sus estudiantes, han desarrollado materiales multiferroicos a base de perovskita ( $\text{CaTiO}_3$ ) (PFN) un mineral compuesto principalmente de titanato de calcio que se encuentra en depósitos naturales en todo el mundo.

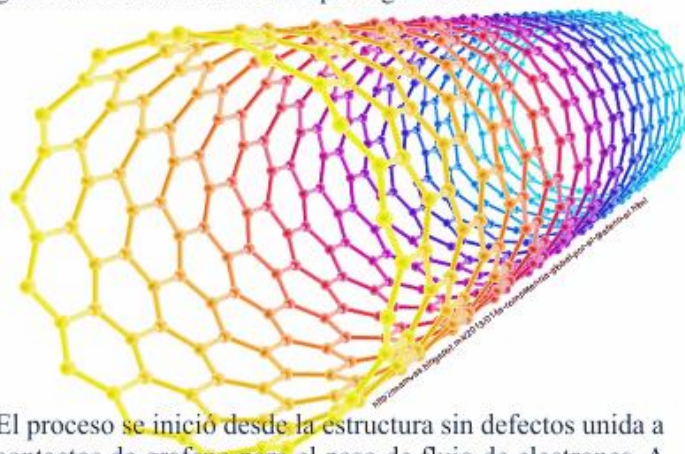
Con experimentos de histéresis eléctrica, el Dr. Raymond comparó los materiales PFN con materiales multiferroicos como el ferrato de bismuto (BFO) y obtuvo resultados satisfactorios. Las muestras de PFN expuestas a distintas temperaturas desde  $2^\circ \text{K}$  hasta  $100^\circ \text{K}$  mostraron tener mayor actividad magnética en experimentos de magnetización, ferromagnetismo, ferroelectricidad y acoplamiento magneto-eléctrica que el BFO. También se determinó que la estructura (1, 0, 0) para el sistema de planos cristalográficos produce la mejor respuesta de los materiales multiferroicos mencionados.

## Propiedades electrónicas y de transporte de estructuras de grafeno circulares que incluyen un defecto pentagonal.

Seminario presentado por el Dr. Fernando Rojas.

Por Angélica María Garzón Fontecha

El grafeno es un material estudiado ampliamente debido a sus propiedades interesantes en la electrónica y transporte. La formación de enlaces  $\pi$  del grafeno permite la transición de electrones en su estructura. Un estudio teórico reciente relacionado con las propiedades electrónicas determinó los efectos de alterar la forma y la geometría de una estructura de grafeno circular con defectos pentagonales.



El proceso se inició desde la estructura sin defectos unida a contactos de grafeno para el paso de flujo de electrones. A través del modelo de función de Green se determinó la función de transporte y la densidad de estados del material. Posteriormente, se generó el defecto pentagonal y se observó que la curvatura de la estructura cambió significativamente. A través de la función de onda en la base de sitio, se calculó la probabilidad de encontrar al electrón y se determinó la energía del sistema en la estructura con defecto y sin defecto. Los resultados obtenidos muestran que hay cambios en los estados debido al defecto y se evidencian nuevos picos en la densidad de estados que se encuentran en función de la energía. En una estructura cerrada el defecto ocasiona que los picos se presenten en energías alrededor de cero. Lo anterior indica que existen estados de borde originados por los defectos. Por los resultados anteriores se concluyó que las estructuras de grafeno con frontera circular cuando tienen defectos de tipo pentagonal, cambian su proporción con respecto a las de bordes en zigzag. El desarrollo de este trabajo contribuye a la implantación de dispositivos electrónicos constituidos por grafeno.

El sistema inmunológico es el conjunto de células y moléculas encargadas de proteger a nuestro cuerpo de enfermedades e infecciones, sin embargo, en el caso del cáncer, algunas células tumorales evaden la respuesta inmune antitumoral, proliferan y en algunos casos, invaden a otros tejidos.

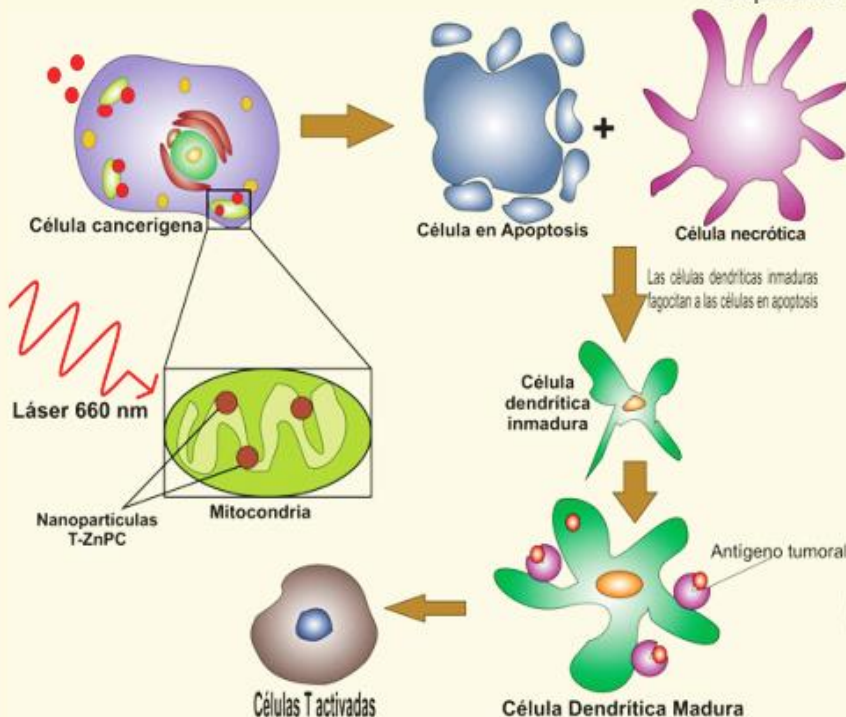
La erradicación de las células cancerígenas por el sistema inmune, se basa en la estimulación de células como linfocitos T, macrófagos, células NK y células dendríticas además en la síntesis de moléculas efectoras conocidas como citosinas. El interferón gamma (IFN- $\gamma$ ), es una citosina secretada por las células dendríticas, capaz de ayudar en la respuesta antitumoral. Por esta razón, las células dendríticas han sido consideradas como una herramienta en la inmunoterapia contra el cáncer, pues se pueden crecer y mantener en condiciones de laboratorio (*in vitro*). Sin embargo, su mayor limitante, es que al momento de evaluarlas *in vivo* (introduciéndolas a un sistema biológico), estas células son incapaces de desencadenar una respuesta inmune suficientemente fuerte como para eliminar a los tumores.

Para superar estas limitaciones, se ha propuesto unir dos técnicas de la biomedicina: a) la dirección específica o "targeting" de nanopartículas fotosensibles a la mitocondria de las células tumorales y b) la terapia fotodinámica, ambas podrían mejorar la respuesta inmune generada por las células dendríticas (Figura 1).

La razón principal de dirigir nanopartículas (NP) fotosensibles a la mitocondria, es que en ella se encuentran la mayor cantidad de especies reactivas de oxígeno (iones oxígeno, radicales libres y peróxido), éstos son importantes porque regulan diferentes procesos celulares como la muerte celular programada (apoptosis) y la muerte por lesiones celulares (necrosis). Los dos tipos de muerte celular en conjunto, activan fuertemente a las células dendríticas, desencadenando una respuesta inmune que elimina a las células muertas.

La propuesta del uso de las nanopartículas fotosensibles para la inmunoterapia del cáncer es la siguiente: dirigir NP fotosensibles a la mitocondria de las células tumorales, activarlas mediante terapia fotodinámica con una longitud de onda de 600-800 nm para inducir la producción masiva de especies reactivas de oxígeno y muerte celular. Poner en contacto a estas células tumorales con las células dendríticas cultivadas y evaluar si existe la activación de la respuesta inmune antitumoral<sup>1</sup>.

Las NP que han sido utilizadas para tal función, son sintetizadas en base a un polímero biodegradable con un foto-sensibilizador como la zinc-ftalocianina (ZnPc), estas NP fueron puestas en contacto con células de cáncer de mama y posteriormente activadas mediante la exposición a un láser. Se demostró que en la oscuridad, las NP no eran tóxicas, sin embargo, después de exponerlas por un minuto a un láser de 600 nm, las células tumorales empezaron a morir por apoptosis y necrosis. Al exponer



estas células tumorales al contacto con las células dendríticas se observó, que éstas se estimulaban y producían cantidades superiores de IFN- $\gamma$ . Estos resultados, abren la posibilidad de poder utilizar las NP fotosensibles para activar las células dendríticas e iniciar la respuesta antitumoral mediada por el sistema inmune. Una ventaja es que las células dendríticas pueden producirse en grandes cantidades y su calidad puede verificarse antes de ser administradas al paciente.

1. S. Marrache, S. Tundup, D.A. Harn, S. Dhar. *Ex vivo* programming of dendritic cells by mitochondria-targeted nanoparticles to produce interferon-gamma for cancer immunotherapy. American Chemical Society Nano. 2013 7(8):7392-7402.

Si los números enteros han provocado una fascinación muy grande a los seres humanos, los números primos lo han hecho aún más. Recuerde que los números primos son los números que sólo pueden ser divididos entre ellos mismos y la unidad de manera que el resultado sea un número entero.

La pasión por los números primos tiene varios orígenes: porque no hay una fórmula que los caracterice; porque son como la materia prima para construir a todos los demás números enteros; porque varias de sus propiedades no se han podido demostrar a pesar del paso del tiempo y de que muchos matemáticos de primera línea han hecho esfuerzos titánicos.

Si se recorre la sucesión de números naturales de manera creciente: 1, 2, 3, 4..., a veces se encuentran primos "cercaños" y otras veces pasan muchos números antes de encontrarse otros; por ejemplo (3, 5) y (17, 19) son primos separados por un solo número; a estas parejas, se les llama primos gemelos. Al continuar el recorrido se ve que entre los gemelos (659, 661) y (809, 811) no hay otros. Saber si el número de primos gemelos es finito o no, tuvo muy atareados a los matemáticos desde hace varios milenios.

El 17 de abril de 2013 sucedió un hecho extraordinario en el mundo de las matemáticas, el profesor Zhang Yi Tang, encontró que la cantidad de números entre dos parejas de primos gemelos no puede ser mayor a 70,000,000, con lo cual demostró que son una infinidad y que no pueden estar separados más de setenta millones de números.

Además de la demostración imprevista, también causó sorpresa que Zhang Yi Tang lo hubiera probado; porque era desconocido en el mundo de las matemáticas.

Zhang Yi Tang nació en China en 1955, se recibió de matemático en 1982 en la universidad de Pekín. Continuó sus estudios de matemático en la universidad de Purdue, Indiana EEUU, en donde se doctoró en 1991 en la misma disciplina.

Después de obtener su doctorado, Yi Tang tuvo dificultades para conseguir trabajo como científico, en particular por la falta de apoyo de parte de su asesor de tesis doctoral; pero Yi Tang nunca le pidió alguna recomendación.

Al no encontrar trabajo como académico, se puso a trabajar como contador y repartidor de comida para un restaurante en Nueva York por varios años, otro de sus empleos fue en un hotel de Kentucky, además en una cadena de comida rápida, finalmente pudo ser conferencista en la universidad de Hampshire de 1999 a 2014.

La demostración matemática ha sido tan sobresaliente que llevó a Yi Tang de la oscuridad del anonimato a los resplandores de los reflectores del mundo matemático que le ha otorgado varios premios: "2013 Morningside Special Achievement Award in Mathematics", "2013 Ostrowski Prize", "2014 Frank Nelson Cole Prize in Number Theory" y "2014 Rolf Schock Prize in Mathematics". También recibió en 2014 "MacArthur "Genius" Award".

Hay muchas cosas que propician la reflexión alrededor de este hecho y para algunos ha sido tan apasionante esta situación que no han dejado de pensar llevar al cine la vida de este matemático.

Ahora en todo el mundo se le ofrece trabajo, se le invita a colaborar, pero la posición del profesor Zhang Yi Tang es que a su edad prefiere tranquilidad, no le llama la atención ni el dinero ni la fama, aunque a diferencia de otros matemáticos él no ha rechazado ninguno de los premios que se le han otorgado.





## EL RINCÓN DE LAS PALABRAS

Por María Isabel Pérez Montfort

miperez@cnyun.unam.mx

### Metáforas en la ciencia

Las metáforas son un giro del lenguaje, por lo general, relacionado con la poesía. Una metáfora es la descripción de una idea o de un objeto a través de una analogía con otra idea u objeto proveniente de una esfera distinta de la experiencia humana. Algunas metáforas inmediatas son las que nos describen el cabello "de oro" de alguna muchacha rubia, que fulanito es un "roble" o una sonrisa que "ilumina" nuestra vida.

Es interesante notar que las metáforas están presentes en muchos aspectos de nuestra realidad, actualmente se sostiene que son esenciales para nuestro conocimiento del mundo. Nos ayudan a visualizar de manera sintética y clara conceptos abstractos que no entendemos fácilmente, a tratarlos como si fueran objetos concretos. Algunos de estos conceptos son, por ejemplo: la vida, el tiempo, la inteligencia y el amor. Hablamos de la vida como si fuera un camino, como las famosas palabras de Dante Alighieri: "En medio del camino de la vida..." en La Divina Comedia. Al tiempo lo relacionamos con el viento y al viento con las aves, "el tiempo pasó volando"; a la inteligencia con una planta, "nos heredó los mejores frutos de su mente" y al amor con fenómenos eléctricos o gravitacionales, "en sus ojos había chispas y sintieron una atracción irresistible".

En las ciencias, la metáfora es una herramienta potente de enseñanza, ya que su simbología permite comprender un hecho en términos de otro más accesible. El uso de metáforas constituye una forma de acercarse a conceptos científicos abstractos puesto que, bien elegidas, pueden ilustrar de manera gráfica y resumida la naturaleza de un fenómeno. A todos nos queda claro que el discurso científico debe ser objetivo, sin emplear un lenguaje que distorsione la verdad. Sin embargo, nos topamos una y otra vez con que usamos metáforas para ilustrar los conceptos. Algunos ejemplos en la biología son que los aminoácidos son los "bloques de construcción" de las proteínas, que en nuestros cromosomas existen "bibliotecas" genómicas; del campo de la física, el efecto "túnel", el "entrelazamiento" cuántico y el "punto" cuántico.

Actualmente, se reconoce que las metáforas pueden utilizarse no sólo para ilustrar ideas, sino como inspiración para proponer hipótesis nuevas. El uso de metáforas en la ciencia pone de manifiesto que en nuestras formas de conocer, la científica entre ellas, participa un elemento aventurero que nos lleva a explorar a tientas lo desconocido. En esta exploración no nos encontramos totalmente desvalidos: nos podemos ayudar con la capacidad descriptiva y creativa de nuestras metáforas.

Visita la página: <http://www.cnyun.unam.mx>

El Centro de Nanociencias y Nanotecnología-UNAM Reconoce al Dr. Jesús Leonardo Heiras Aguirre, por sus 45 años de trabajo en la UNAM.



Dr. Jesús Heiras Aguirre  
Investigador CNYN-UNAM  
Foto: Olivia Paredes

El Dr. Jesús L. Heiras A., nació en la Cd. de Chihuahua, el 5 de enero de 1946.

Obtuvo los grados de Licenciatura (1967) y Maestría en Ciencias (Física) (1969) en la Universidad de Texas en El Paso. Posteriormente inició su carrera de investigación en el Centro de Materiales de la UNAM e inició sus estudios de doctorado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, en donde obtuvo el título en 1979. Parte de la investigación del doctorado la llevó al cabo en la Universidad de Alberta en Edmonton, Canadá, estudios de efecto túnel con electrodos superconductores.

El Centro de Materiales se convirtió en el Instituto de Investigaciones en Materiales en el que el Dr. Heiras, llevó a cabo investigaciones en el campo de la superconductividad hasta 1999. Ya como investigador titular tuvo una estancia como Científico Invitado en el Instituto de Física de Estado Sólido Nuclear, en Karlsruhe Alemania (1988) ahí llevó a cabo investigaciones en el área de Superconductores de Alta Tecnología. En este mismo tema, en 1996 llevo al cabo una estancia sabática como Profesor Invitado en el Grupo de Películas Delgadas de la Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

En 1999 se incorporó al Centro de Ciencias de la Materia Condensada-UNAM, en donde labora hasta la fecha como miembro del departamento de Materiales Avanzados.

Su investigación se basa en el estudio de cerámicas y películas delgadas de materiales ferroeléctricos y multiferroicos. Para la elaboración de las películas utiliza erosión iónica. Para la caracterización estructural y composicional de estos materiales se utilizan técnicas de Difracción de Rayos-x y microscopías electrónicas de transmisión (alta resolución) de barrido y de fuerza atómica y técnicas espectroscópicas como EDS y XPS. Para determinar las propiedades ferroeléctricas y ferroelectromagnéticas se utilizan diversas técnicas electrónicas y ópticas, entre las que se incluyen medición de permisividad, de lazos de histéresis, elipsometría, etcétera

El Dr. Heiras ha publicado más de 50 artículos de investigación en revistas con arbitraje de circulación internacional, ha escrito un capítulo de un libro y ha presentado 160 trabajos en congresos nacionales e internacionales. Ha graduado a 14 estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado. Ha sido profesor de preparatoria, licenciatura y posgrado.

Visita la página: <http://www.astrosen.unam.mx>