

Cáncer: Una enfermedad de alto impacto mundial

Dra. Karla Oyuky Juárez Moreno

Centro de Nanociencias y Nanotecnología-UNAM, Ensenada, B. C. >5

El Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir  
da un vistazo a la supernova en M82

Dra. Ilse Plauchu Frayn

Instituto de Astronomía-OAN-UNAM, Ensenada, B. C. >8

Edición No.17

Año. 5

Publicación cuatrimestral

Abril 2014

# Gaceta

ENSENADA



Órgano informativo de la Universidad Nacional Autónoma de México





## 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 Alardín  
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

Fis. Estela De Lara Andrade  
MC. Arturo Gamietea Domínguez  
Dr. Armando Reyes Serrato  
Dr. Gustavo Alonso Hirta 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

Espectroscopia electrónica de alta resolución  
Fotografía: Olivia Paredes

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: (546) 175 06 50 y (546) 174 45 80  
Dirección electrónica:  
estela@astrofen.unam.mx  
arturo@cnyun.unam.mx  
nparedes@cnyun.unam.mx

# ÍNDICE

Organismos al límite.....	3
Tipos de galaxias espirales.....	4
Cáncer: Una enfermedad de alto impacto mundial.....	5
Belleza y significado metafórico de los compuestos químicos.....	6
¿Determinístico y aleatorio... aleatorio y determinístico?.....	7
El Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir da un vistazo a la supernova M82.....	8
Reseña de libro: "Preludio a la fundación" de Isaac Asimov.....	9
¿Cómo practicar el cálculo numérico mental?.....	10
Museo Sol del niño.....	11
De la portada y más.....	12
El microscopio de fuerza atómica, un portal al mundo de la nano-escala.....	13
Seminarios de Posgrado CNYN-UNAM 2014-1.....	14
Nuestro universo ecológico: Reciclaje de estrellas para crear planetas.....	15



Espectroscopia electrónica de alta resolución  
Responsables: Dr. Leonel Cota y Dr. Jesús Antonio Díaz  
Fotografía: Olivia Paredes





La Tierra florece hoy con una gran diversidad de seres vivos, desde diminutas bacterias hasta animales complejos, pero no siempre fue así. Los primeros organismos unicelulares tuvieron que sobrevivir a condiciones extremas, en un tiempo en el que la Tierra apenas se enfriaba y carecía de atmósfera. En el número anterior de la Gaceta comentamos una de las estrategias para buscar vida fuera de la Tierra: la exploración espacial. Ahora abordaremos otra estrategia: el estudio de los EXTREMÓFILOS: organismos que viven bajo las condiciones ambientales más extremas de nuestro planeta. Estudiar a los extremófilos nos ayuda a pensar en las características que deberían tener los posibles organismos que habiten otros mundos. Por ejemplo, por un lado existen psicrófilos que pueden vivir a temperaturas de  $-2^{\circ}\text{C}$  mientras que los termófilos pueden vivir felices a  $115^{\circ}\text{C}$ . Los halófilos viven en aguas muy salinas, mientras que los acidófilos se desarrollan en aguas de alta acidez.

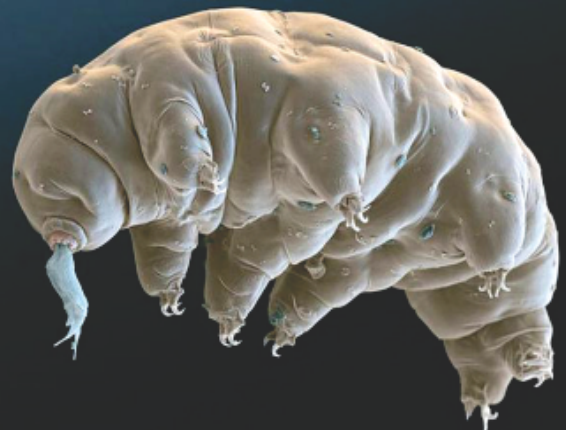
Los extremófilos son en su mayoría unicelulares. Sin embargo, también existen organismos más complejos como gusanos, peces, insectos, etc. En el grupo de los termófilos tenemos a los microorganismos *Sulfolobus*, *Pyrodictum*, *Methanococcus* (del dominio de las arqueas) y el poliqueto *Alvinella pompejana* (gusano de Pompeya), que viven en fuentes hidrotermales y volcanes oceánicos mientras que los psicrófilos viven en la plataforma de la Antártida. Algunas algas psicrófilas, como las *Chlamydomonas* y *Ankistrodesmus*, producen coloración en la nieve de estas regiones.

Los barófilos resisten las altas presiones, como los holoturoideos o "pepinos de mar", que al vivir en las mayores profundidades oceánicas soportan hasta casi 1100 atmósferas (por cierto, en Japón es un rico platillo típico). También hay otros extremófilos que pueden resistir grandes dosis de radiactividad, como la bacteria *Deinococcus radiodurans*, la cual posee varias copias de su genoma para reparar su ADN dañado por la radiación.

Sin embargo, el campeón extremófilo es el tardígrado conocido también como "osito de agua". Se trata de organismos de un tamaño de entre 0.06 a 1.5 mm que viven en ambientes húmedos. En su estado de criptobiosis o latencia pueden sobrevivir a temperaturas extremas (frías y calientes), soportar presiones de hasta 1,200 atmósferas y resistir a 1,000 veces más radiactividad que los humanos. Incluso han sobrevivido varios días en el espacio exterior.

Además del interés astrobiológico, el estudio de los extremófilos tiene impacto biotecnológico, ya que las enzimas (o extremoenzimas) de estos organismos son de gran utilidad en procesos industriales. Por ejemplo, su gran estabilidad en condiciones extremas de pH les permite por un lado fijar aromas en los perfumes y por otro utilizarse en los alimentos, como los lactobacilos del yogur. Además, las enzimas procedentes de organismos alcalófilos permiten su adición a biodegradantes que pueden ejercer su efecto en condiciones alcalinas de lavado. Estas mismas enzimas son utilizadas en la extracción de petróleo. Como éstos, hay decenas de ejemplos en los que las extremoenzimas realizan su trabajo bajo condiciones que desnaturalizarían a las enzimas normales. Una de las enzimas más famosas de este tipo es la polimerasa Taq de la bacteria *Thermus aquaticus* utilizada en biología molecular para realizar múltiples copias de ADN utilizando la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (técnica PCR).

El conocimiento de la biología de los extremófilos nos brinda una amplia gama de posibilidades para nuestra búsqueda de vida fuera de la Tierra. Sería interesante buscar bacterias termófilas en fuentes termales de la luna lo de Júpiter, o psicrófilos en la superficie congelada de Marte. Sin duda, los extremófilos son el grupo de organismos a estudiar en este siglo.



<sup>1</sup>Directora del Instituto de Estudios Avanzados de Baja California, A. C. (IdEABC).

<sup>2</sup>Investigador del Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México (Campus Ensenada).

Los autores agradecen el apoyo del CONACYT mediante el proyecto 128563. Imagen a microscopio electrónico de un tardígrado, organismo multiextremófilo. Fotografía: Nicole Ottawa & Oliver Meckes / Eye of Science / Science Source Images ([www.sciencesource.com](http://www.sciencesource.com)).

En una noche muy oscura primero notaremos las estrellas más brillantes. Cuando nuestro ojo se adapte a la oscuridad, podremos ver más estrellas así como a la Vía Láctea, una banda luminosa llamada así por su aspecto "lechoso". De esta misma raíz, se deriva la palabra galaxia. La Vía Láctea es la galaxia donde habita nuestro Sistema Solar. Existen otras galaxias además de la nuestra, si uno voltea a la constelación de Andrómeda, encontrará una pequeña mancha a simple vista. Ésta es una galaxia espiral conocida como la Galaxia de Andrómeda; otra es M33 ubicada en la constelación del Triángulo. Con el invento del telescopio se han catalogado un gran número de galaxias. Muchas de éstas son espirales, de las que platicaremos un poco más.

A través de telescopios ópticos como los de San Pedro Mártir, se observa que las galaxias espirales son grandes aglomerados de estrellas, nebulosas y algo de polvo. Generalmente, tienen un disco y un centro abultado. El disco tiene estrellas más jóvenes que el bulbo. M101 (Fig.1) es una galaxia espiral típica. Con radiotelescopios se ha encontrado que este tipo de galaxias tiene grandes cantidades de hidrógeno atómico. Los telescopios en infrarrojo muestran mucho del polvo que contienen. Es interesante que en imágenes de distintas longitudes de onda aún se observe el característico patrón espiral.

Gracias al efecto Doppler, con espectroscopía se puede determinar la velocidad orbital de grupos de estrellas en una galaxia. Esta técnica funciona bien para galaxias cercanas, las observaciones muestran que las estrellas orbitan a velocidades más altas de las que se calculan considerando la gravedad de las estrellas y gas visibles. Esto sugiere que existe una componente de materia no detectable en las observaciones, pero que afecta a la dinámica de la galaxia. Se le ha bautizado como materia oscura y se considera que el halo oscuro es el mayor contribuyente a la masa de una galaxia.

En los catálogos de galaxias espirales se observa una gran cantidad de formas de los brazos espirales. Por esta razón, los astrónomos las clasifican por el enrollamiento de sus brazos. Las más enrolladas son Sa, seguidas por Sb, hasta las menos enrolladas que son Sc. También, se clasifican por la prominencia de sus brazos. Existen galaxias con un patrón de dos brazos prominentes conocidas como "de gran diseño" (Fig. 2). También, hay otras que muestran poca estructura espiral llamadas "floculentas" (Fig. 3). Se cree que las galaxias de gran diseño se forman por la interacción gravitacional con un satélite pequeño, mientras que las floculentas se generan a partir de brotes de formación de grupos de estrellas que se van enrollando por la rotación de la galaxia. Muchas de las galaxias espirales observadas muestran una forma de barra en el centro (Fig. 4) y se clasifican como SBa, SBb y SBc. La clasificación de las galaxias se resume en el Diagrama de Hubble (Fig. 5). Los brazos y las barras son estructuras en el disco que pueden formarse a partir de inestabilidades. Los astrónomos desarrollan simulaciones en supercomputadoras para modelar estos procesos y dar una posible explicación de la formación de dichas estructuras. Astrónomos del Instituto de Astronomía investigan el origen de estos objetos.

Finalmente, cualquier persona puede apreciar su belleza en la gran cantidad de imágenes que hay en la red.

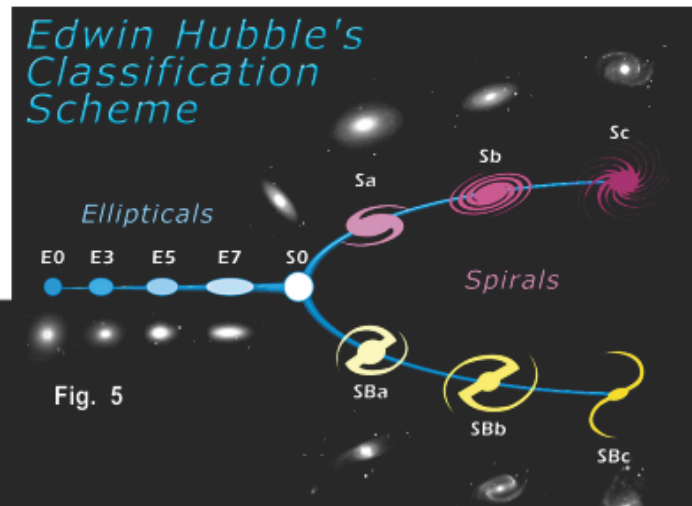
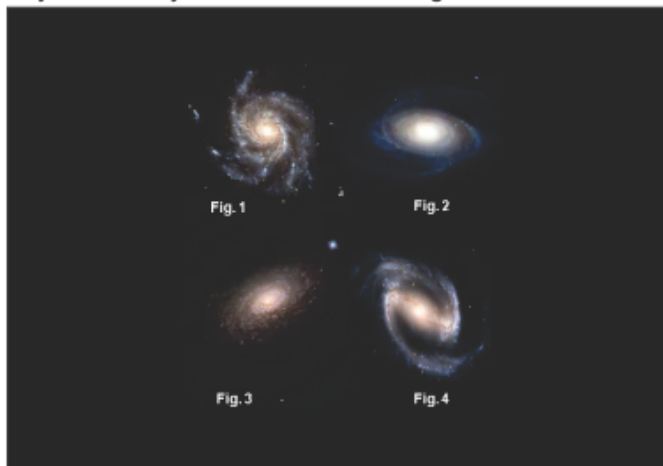


Fig. 1: M101, ESA/NASA/Telescopio Espacial Hubble/CFHT/NOAO  
Fig. 2: M81, NASA/ESA/Telescopio Espacial Hubble (Hubble Heritage Team/STScI/AURA)  
Fig. 3: M63, B. Hugo, L. Gaul, & A. Block/NOAO/AURA/NSF  
Fig. 4: NGC 1300, NASA/ESA/Telescopio Espacial Hubble (Hubble Heritage Team/STScI/AURA)  
Fig. 5: Diagrama de Hubble, Wikipedia



En el año 2007, la Organización Mundial de la Salud declaró al cáncer como la segunda causa de muerte en el mundo y pronosticó que para el 2015 se reportarían alrededor de 84 millones de defunciones; por esta razón, es urgente encontrar nuevos y mejores métodos de prevención, diagnóstico y tratamiento de esta enfermedad.

No se sabe con precisión las causas que originan el cáncer, se ha correlacionado con varios factores como: la herencia, exposición a contaminantes y agentes carcinogénicos, alteraciones en el control del ciclo celular y la muerte celular programada (apoptosis), desregulaciones moleculares como la inhibición de genes supresores de tumores y mutaciones en los proto-oncogenes y genes embrionarios.

Existe una clasificación general para los diferentes tipos de cáncer con base en el origen de las células afectadas, por ejemplo: algunos de los más comunes como el cáncer de mama, colon y próstata son carcinomas que prosperan en las células que recubren a cada órgano (epitelio); los sarcomas se desarrollan en los tejidos de sostén y conectivo como músculos, huesos y tejido adiposo; un tercer tipo de cáncer es el de las células de la sangre, conocido como leucemia, este tipo de enfermedad puede ser crónica al presentarse en niños; los linfomas también son un tipo de cáncer relacionado con células de la sangre y con los nódulos linfáticos; finalmente pero no menos importantes, son los gliomas, que es el tipo de cáncer que afecta a las células gliales, encargadas del sostén de las células nerviosas.

Los procedimientos de radio y quimioterapia para el tratamiento del cáncer siguen presentando un número elevado de reincidencias, además se descubrió la dependencia hormonal de algunos tipos de cáncer y se iniciaron los tratamientos antineoplásicos con hormonas esteroideas. Sin embargo, con el avance de la biología celular se identificó que cada linaje celular desarrolla su cáncer de manera particular, por lo que es necesario establecer tratamientos cada vez más "personalizados"; de esta manera, las investigaciones en el área oncológica se han enfocado en dos grandes vertientes: en el desarrollo de nuevas y mejores drogas que eviten la tolerancia de los pacientes a los fármacos (reaparición del cáncer) y por otro lado, en incrementar la especificidad del tratamiento, para que los fármacos afecten únicamente a las células neoplásicas y se disminuya el daño a las células no transformadas.

La tendencia de las investigaciones se centró en el "targeting and drug delivery", lo que involucra el direccionamiento y la administración específica del fármaco anticancerígeno al sitio celular de interés. El desarrollo de las nanociencias ha permitido incursionar exitosamente en

este campo, al utilizar nanopartículas, nanomateriales y nanoestructuras como acarreadores de fármacos y bioetiquetadores de células cancerígenas.

Para la inmovilización de fármacos, se inició el uso de micelas y liposomas recubiertas con moléculas señalizadoras capaces de dirigirlas al órgano de interés; en este contexto se han utilizado nanomateriales capaces de destruir a las células cancerígenas mediante un proceso de termoablación.

El uso de estas nanopartículas ha sido posible gracias al desarrollo de las nanociencias y a la conjunción de proyectos multidisciplinarios entre la física, química y biología; actualmente con esta tendencia, el Departamento de Bionanotecnología y en conjunto con otros departamentos del CNyN-UNAM, se desarrollan proyectos que involucran el uso de diferentes nanopartículas y nanomateriales como acarreadores de enzimas y fármacos antineoplásicos y como bioetiquetadores de células cancerígenas.

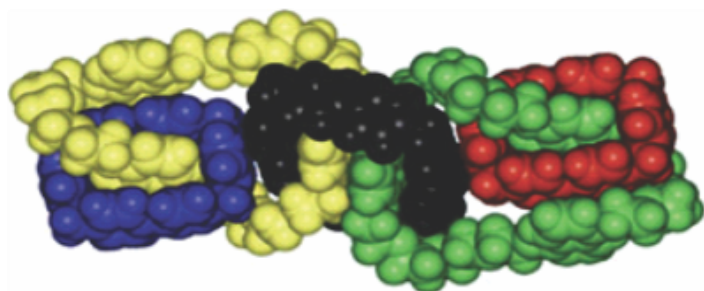
## EL CÁNCER EN NÚMEROS

- SEGUNDA CAUSA DE MUERTE A NIVEL MUNDIAL
- RESPONSABLE DE MÁS DE 10 MILLONES DE MUERTES A NIVEL MUNDIAL



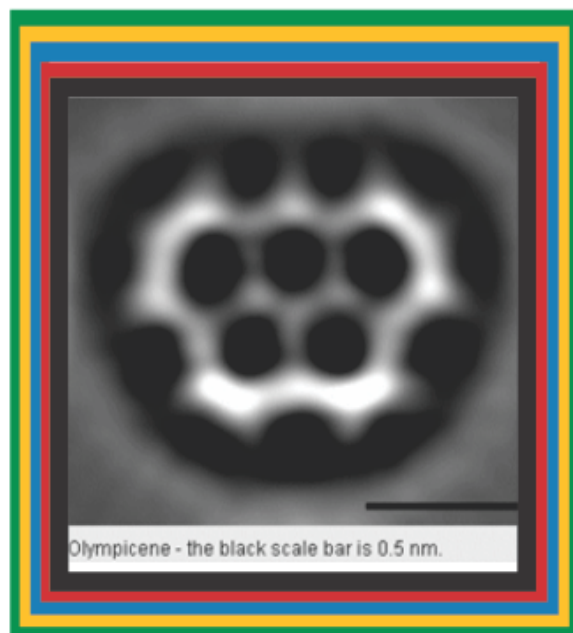
Todo el mundo conoce el emblema de los Juegos Olímpicos: cinco anillos entrelazados. Algunos científicos sintetizaron moléculas bellas y diferentes entre sí. La molécula de "Olympicene" es parecida a la imagen del emblema olímpico, consiste de cinco anillos de benceno conectados con enlaces químicos. Su fórmula química es bastante simple:  $C_{19}H_{12}$ , su imagen obtenida por un microscopio de efecto túnel (STM por sus siglas en inglés) es la de la derecha.

La "Olympiadane" es más parecida a los famosos anillos olímpicos. Se comporta, sin serlo, como una sola molécula de cualquier compuesto, ya que son cinco moléculas inseparables que están eslabonadas mecánicamente y no por enlaces químicos (ver figura abajo) lo cual es extraordinariamente raro en la naturaleza. Los componentes de esta "molécula" no se pueden separar sin romper los enlaces químicos de los anillos. Su fórmula es mucho más complicada que la de la Olympicene:  $C_{228}H_{236}F_{72}N_{12}O_{30}P_{12}$ .



Esta molécula es un excelente ejemplo de compuestos químicos formados por enlaces mecánicos.

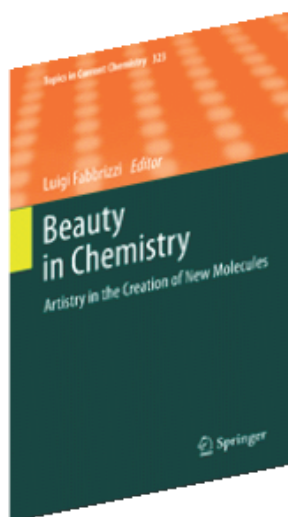
Los objetos mecánicamente entrelazados están en todas partes del mundo. Pueden ser vistos en casi todas las escalas de la materia; el ejemplo más evidente es una cadena. Del arte a la maquinaria, a las entidades biológicas y a los compuestos químicos el enclavamiento mecánico se utiliza y admira todos los días, inspira la creatividad y el ingenio en el arte y la tecnología por igual.



**"Olympicene" y "Olympiadane"**  
Compuesto formado por enlaces químicos y compuesto formado por enlaces mecánicos respectivamente.



El pequeño mundo de las moléculas entrelazadas mecánicamente consiste de los dos grupos: catenanos y rotoxanos. La molécula de olympiadane en el idioma científico pertenece al grupo de [5]catenanos, porque tiene 5 anillos entrelazados. Tales obras de la síntesis química conectan a los mundos ordinarios y moleculares simbólicamente con la investigación creativa y obras de arte que subsume en el mundo molecular. Discusiones sobre varios aspectos de la belleza y descripción de objetos similares están disponibles en el libro "**Beauty in Chemistry**", publicado como un volumen especial de la revista *Topics in Current Chemistry*, volumen #323 en el año 2012.



<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-28341-3.pdf>



De la sucesión: 1, 2, 3, 4, 5, 6, ... inmediatamente se puede decir el número que sigue; con la sucesión 2, 4, 6, 8, 10, 12, ... sucede algo semejante, incluso, en ambos casos, se puede decir cuáles serán los términos 5,000 o el 142,857. Estos ejemplos corresponden a eventos llamados determinísticos, siempre se sabe lo que sucede.

Como contraparte, si se tiene la sucesión: A, S, S, A, A, A, S, A, ... o la sucesión 3, 4, 6, 3, 6, 5, 1, 1, 2, 1, 5... no hay manera, en sendos casos, decir qué término sigue o cual será, por ejemplo, el término 1,089. Efectivamente, la primera sucesión de este párrafo se obtuvo al lanzar una moneda y la segunda al lanzar un dado; a estas sucesiones se les llama aleatorias.

Aunque aleatorio puede ser lo opuesto a determinístico, están fuertemente ligados, por ejemplo en las dos sucesiones aleatorias, por muy caótico que parezca el asunto, hay cosas seguras: no saldrá jamás algo que no sea A o S ni un número menor que 1 ni mayor a 6, respectivamente; también se sabe que la proporción de A entre S tiende a  $1/2$  y que la proporción de los números del dado tiende a  $1/6$  para cada uno de ellos, conforme aumente el número de términos de las sucesiones.

Por otro lado, la comparación de la circunferencia con el diámetro de su círculo siempre da el mismo resultado:  $\pi$ , efectivamente 3 "y un poquito más", ese "poquito más" trajo a los matemáticos por varios milenios a trabajos forzados para encontrar una fracción que lo representara, finalmente se demostró que tal fracción no existía, que la expresión decimal tenía una infinidad de cifras y que no había un conjunto de dígitos que se repitiese, como ocurre en 0.123123123123...

La pregunta que surge es: ¿los números de la expresión decimal de  $\pi$  son aleatorios?

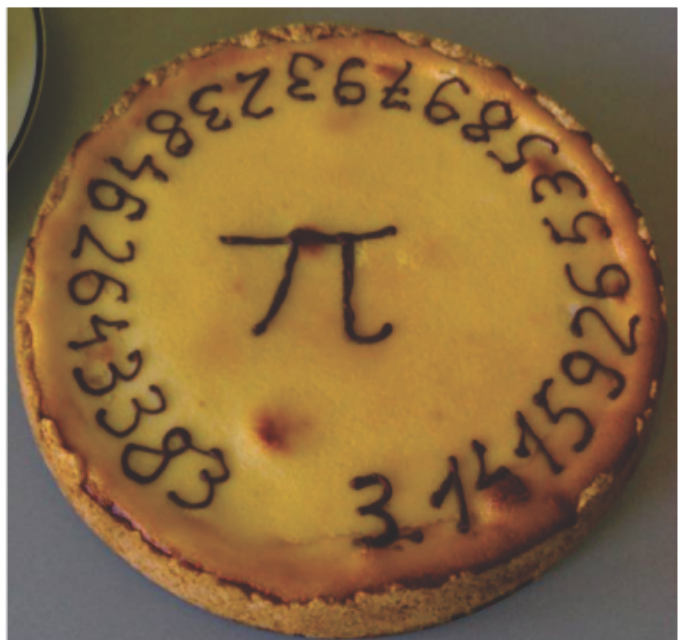
La respuesta no es tan simple como parece; se han hecho esfuerzos por calcular cada vez más dígitos de  $\pi$ . En 2010 Tsz obtuvo ¡2,000,000,000,000,252 dígitos! ¿Cuál será el próximo, cuál 100 después de este? No se sabe aún, los próximos son aleatorios, pero ¿La inmensidad de números que ya se conocen? ¡Sorpresa! Esos ya no son aleatorios, se saben perfectamente bien y no cambiarán jamás.

Sin embargo, las sorpresas no se detienen aquí, los dos mil billones de dígitos ya determinados bien pueden servir como tabla para elegir número aleatorios.

Fuera del mundo de las matemáticas también hay ejemplos: Un viaje de Ensenada a Tijuana, ¿esto es algo determinístico o aleatorio? Como todos los esfuerzos están dirigidos para llegar al destino, la probabilidad de alcanzarlo es muy alta, sin embargo, existen componentes aleatorios que impedirían llegar, aunque sean pocos y poco probables.

El problema se puede elaborar más aún y serán más evidentes los componentes aleatorios. Hay 100 km de Ensenada a Tijuana, si se inicia el viaje a las 9:00 horas ¿se llegará a Tijuana a las 10:00? Hay más elementos que impedirán la llegada a la hora prevista: casetas, retenes, desviaciones, no siempre la velocidad permitida es de 110 km/h, en fin los componentes aleatorios adquieren mayor importancia en este caso y todavía peor, si la lectura del tiempo es con un cronómetro muy preciso.

La conclusión es que lo aleatorio y lo determinístico están estrechamente relacionados y lo que sucede en el universo de los números tiene su contraparte en el propio universo, que si es poco probable que un proceso suceda, quizá sea cuestión de tiempo y para eso hay no solamente milenios, sino millones de años y más.





El pasado 21 de enero de 2014, el astrofísico británico Steve Fossey y sus alumnos descubrieron una supernova al apuntar su telescopio hacia la galaxia Messier 82 (M82). Este descubrimiento resultó ser un hallazgo insólito, ya que lo que Fossey y compañía esperaban ver era una galaxia bastante conocida. Su sorpresa fue cuando, al mirar a través del telescopio, encontraron una brillante y desconocida estrella, justo en la dirección de esta galaxia. La realidad es que estaban siendo los primeros en observar una supernova en M82, la cual apenas una semana antes había sido una estrella más de dicha galaxia.

¿Qué es una supernova?

Una supernova es la etapa final en la vida de algunas estrellas. Durante su vida, la estrella produce luz y calor mediante la fusión de hidrógeno en helio. Cuando el hidrógeno se termina, la estrella se expande y enrojece, convirtiéndose en una gigante roja. Al mismo tiempo, el núcleo de la estrella se comprime, alcanzando la temperatura a la cual se fusiona helio en carbono. Al consumirse todo el helio, la estrella quema todos los elementos químicos pesados y los fusiona en hierro. En este punto, la energía liberada en las reacciones químicas ya no es suficiente para quemar el hierro y el proceso de fusión termina. Lo anterior produce un desequilibrio entre la presión de radiación, generada en las fusiones, y la fuerza de gravedad debida a su masa. Sin este equilibrio, la estrella colapsa rápidamente y da origen a una gran explosión conocida como supernova.

Basados en la variedad de espectros de supernova, los astrónomos las clasifican en varios tipos: el tipo I (a, b y c) y tipo II. El tipo I no presentan líneas de hidrógeno en su espectro, a diferencia del tipo II. La supernova tipo la ocurre

cuando una estrella de baja masa, tras varios miles de millones de años, termina su vida como enana blanca, al mismo tiempo que aumenta su masa mediante la transferencia de material proveniente de una estrella vecina. Esto permite que el proceso de fusión continúe al interior de la enana blanca y la explosión resulte en una supernova tipo Ia. El tipo Ib, Ic o II ocurre cuando una estrella muy masiva, tras varios cientos de millones de años, detiene el proceso de fusión, colapsa y explota violentamente.

La supernova SN2014J.

Después de su descubrimiento, la supernova en M82 fue nombrada SN2014J. Este nombre indica que es una supernova, detectada en el año 2014 y que es la décima observada en ese año (J es la décima letra del alfabeto).

Tras el hallazgo, un grupo de astrofísicos en Estados Unidos obtuvo el primer espectro de SN2014J. El análisis del espectro reveló que la progenitora era una enana blanca y que por lo tanto se trataba de una supernova tipo Ia.

El predecible comportamiento del brillo de las supernovas tipo Ia, las convierte en una herramienta ideal para medir distancias precisas a otras galaxias. Esta misma propiedad ha permitido el descubrimiento sobre la expansión acelerada del Universo.

En todo el mundo, varios astrónomos profesionales y aficionados han apuntado sus telescopios para observar a SN2014J, ubicada a 11.4 millones de años luz. El Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir (OAN-SPM) no fue la excepción. El pasado 27 de enero, el telescopio de 84 cm de diámetro fue apuntado hacia la galaxia M82 para capturar la imagen de la supernova que aparece en este artículo.



Reseña de libro: Preludio a la Fundación  
Autor: Isaac Asimov  
Por: Fabián Natanael Murrrieta Rico  
fmurrriet@iccese.edu.mx

Preludio a la Fundación, es una novela escrita por Isaac Asimov, quien es considerado uno de los más grandes escritores de ciencia ficción. Es la primera en orden cronológico del universo de la Fundación y una de las últimas obras de dicho autor.

Ambientada en el planeta Trantor, durante el período del auge del imperio galáctico, bajo el poder del emperador Cleon I, con cierto rigor científico, nos cuenta la historia del matemático Hari Seldon en el transcurso del período conocido como "La Huida".

El protagonista nunca se imaginó lo que ocasionaría su novedosa teoría conocida como psicohistoria, después de que la misma fuera presentada ante sus colegas en el planeta Trantor. Al concluir su presentación, Hari Seldon comenzó lo que sería su viaje, por varias regiones conocidas como sectores, en un planeta tan vasto en cultura como territorio.

Mientras, junto a su amiga y protectora la historiadora Doors Venebill, conocieron extraños e interesantes personajes, Hari Seldon descubrió los elementos que le darían una aplicación práctica a su teoría. Durante su estancia en diversos sectores estuvo en contacto con leyendas de planetas ya olvidados, incluso se encontró con uno de los seres místicos que hablaban esos planetas: un robot. Además conoció a las personas que le ayudarían por el resto de su vida, a cumplir con algo tan grande como la paz en la galaxia.

En una historia donde el autor genera diversas preguntas, sobre las relaciones humanas, tensión política y avances tecnológicos, personajes tan importantes para el universo de Asimov, como R. Daneel Olivaw hacen aparición. Con un final inesperado y diversas sorpresas, la necesidad de leer la siguiente novela de la saga no se hace esperar.

En conclusión, es una gran novela que no necesariamente debe ser leída en orden cronológico, respecto a las otras obras del universo creado por Isaac Asimov. Preludio a la Fundación en forma extraordinaria construye los elementos necesarios para entender la obra de tan prolífico autor.



Fotografía: M82 y SN2014J (cruz verde), observada con el telescopio de 84cm del OAN-SPM (arriba-izquierda). La imagen es una composición en tres diferentes filtros: B (azul), V (visible) y R (rojo). Tomada por Ilse Plauchu F.





El pasado 21 de enero de 2014, el astrofísico británico Steve Fossey y sus alumnos descubrieron una supernova al apuntar su telescopio hacia la galaxia Messier 82 (M82). Este descubrimiento resultó ser un hallazgo insólito, ya que lo que Fossey y compañía esperaban ver era una galaxia bastante conocida. Su sorpresa fue cuando, al mirar a través del telescopio, encontraron una brillante y desconocida estrella, justo en la dirección de esta galaxia. La realidad es que estaban siendo los primeros en observar una supernova en M82, la cual apenas una semana antes había sido una estrella más de dicha galaxia.

## ¿Qué es una supernova?

Una supernova es la etapa final en la vida de algunas estrellas. Durante su vida, la estrella produce luz y calor mediante la fusión de hidrógeno en helio. Cuando el hidrógeno se termina, la estrella se expande y enrojece, convirtiéndose en una gigante roja. Al mismo tiempo, el núcleo de la estrella se comprime, alcanzando la temperatura a la cual se fusiona helio en carbono. Al consumirse todo el helio, la estrella quema todos los elementos químicos pesados y los fusiona en hierro. En este punto, la energía liberada en las reacciones químicas ya no es suficiente para quemar el hierro y el proceso de fusión termina. Lo anterior produce un desequilibrio entre la presión de radiación, generada en las fusiones, y la fuerza de gravedad debida a su masa. Sin este equilibrio, la estrella colapsa rápidamente y da origen a una gran explosión conocida como supernova.

Basados en la variedad de espectros de supernova, los astrónomos las clasifican en varios tipos: el tipo I (a, b y c) y tipo II. El tipo I no presentan líneas de hidrógeno en su espectro, a diferencia del tipo II. La supernova tipo Ia ocurre



**Fotografía:** M82 y SN2014J (cruz verde), observada con el telescopio de 84cm del OAN-SPM (arriba-izquierda). La imagen es una composición en tres diferentes filtros: B (azul), V (visible) y R (rojo). Tomada por Ilse Plauchu Frayn

cuando una estrella de baja masa, tras varios miles de millones de años, termina su vida como enana blanca, al mismo tiempo que aumenta su masa mediante la transferencia de material proveniente de una estrella vecina. Esto permite que el proceso de fusión continúe al interior de la enana blanca y la explosión resulte en una supernova tipo Ia. El tipo Ib, Ic o II ocurre cuando una estrella muy masiva, tras varios cientos de millones de años, detiene el proceso de fusión, colapsa y explota violentamente.

#### La supernova SN2014J.

Después de su descubrimiento, la supernova en M82 fue nombrada SN2014J. Este nombre indica que es una supernova, detectada en el año 2014 y que es la décima observada en ese año (J es la décima letra del alfabeto).

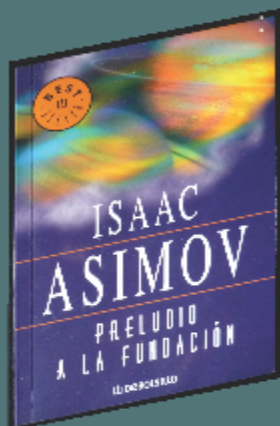
Tras el hallazgo, un grupo de astrofísicos en Estados Unidos obtuvo el primer espectro de SN2014J. El análisis del espectro reveló que la progenitora era una enana blanca y que por lo tanto se trataba de una supernova tipo Ia.

El predecible comportamiento del brillo de las supernovas tipo Ia, las convierte en una herramienta ideal para medir distancias precisas a otras galaxias. Esta misma propiedad ha permitido el descubrimiento sobre la expansión acelerada del Universo.

En todo el mundo, varios astrónomos profesionales y aficionados han apuntado sus telescopios para observar a SN2014J, ubicada a 11.4 millones de años luz. El Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir (OAN-SPM) no fue la excepción. El pasado 27 de enero, el telescopio de 84 cm de diámetro fue apuntado hacia la galaxia M82 para capturar la imagen de la supernova que aparece en este artículo.

Reseña de libro: Preludio a la Fundación  
Autor: Isaac Asimov

Por: Fabián Natanael Murrieta Rico  
fmurriet@cicese.edu.mx



Preludio a la Fundación, es una novela escrita por Isaac Asimov, quien es considerado uno de los más grandes escritores de ciencia ficción. Es la primera en orden cronológico del universo de la Fundación y una de las últimas obras de dicho autor.

Ambientada en el planeta Trantor, durante el período del auge del imperio galáctico, bajo el poder del emperador Cleon I; con cierto rigor científico, nos cuenta la historia del matemático Hari Seldon en el transcurso del período conocido como "La Huida".

El protagonista nunca se imaginó lo que ocasionaría su novedosa teoría conocida como psichistoria, después de que la misma fuera presentada ante sus colegas en el planeta Trantor. Al concluir su presentación, Hari Seldon comenzó lo que sería su viaje, por varias regiones conocidas como sectores, en un planeta tan vasto en cultura como territorio.

Mientras, junto a su amiga y protectora la historiadora Doors Venabili conocieron extraños e interesantes personajes, Hari Seldon descubrió los elementos que le darían una aplicación práctica a su teoría. Durante su estancia en diversos sectores estuvo en contacto con leyendas de planetas ya olvidados, incluso se encontró con uno de los seres místicos que habitaban esos planetas: un robot. Además conoció a las personas que le ayudarán por el resto de su vida, a cumplir con algo tan grande como la paz en la galaxia.

En una historia donde el autor genera diversas preguntas, sobre las relaciones humanas, tensión política y avances tecnológicos, personajes tan importantes para el universo de Asimov, como R. Daneel Olivaw hacen aparición. Con un final inesperado y diversas sorpresas, la necesidad de leer la siguiente novela de la saga no se hace esperar.

En conclusión, es una gran novela que no necesariamente debe ser leída en orden cronológico, respecto a las otras obras del universo creado por Isaac Asimov. Preludio a la Fundación en forma extraordinaria construye los elementos necesarios para entender la obra de tan prolífico autor.



# ¿Cómo practicar el cálculo numérico mental?

La práctica del cálculo numérico mental tiene muchas ventajas para el desarrollo de habilidades de razonamiento, como la concentración, la imaginación, la memoria, la intuición, el manejo de varias fuentes de información al mismo tiempo, entre otras muchas.

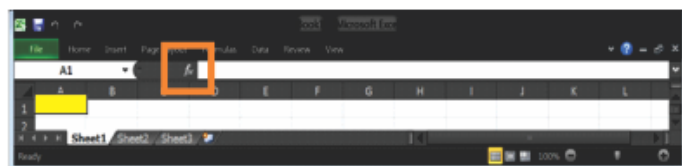
Claro que cuando estas habilidades se desarrollan, también se debe procurar aplicarlas en las actividades habituales que se presentan y así obtener el provecho tan grande que se le atribuye a la práctica de las matemáticas.

En primera instancia hay que tener presentes dos casos, cuando se trata de practicar cálculo numérico mental y cuando se trata de resolver problemas matemáticos que involucran cálculos numéricos que incluso pueden servir para que se aprenda algún concepto.

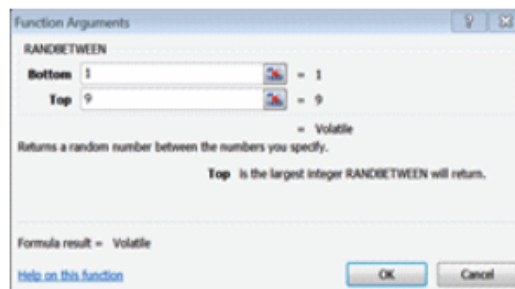
En el primer caso se puede utilizar algún dispositivo electrónico para obtener los datos para la práctica y en el segundo se puede caer en el error de querer hacer cuentas mentalmente, cuando lo que se requiere es que se reflexione sobre un concepto, de tal manera que por hacer cálculos mentales, se le pierde la atención al objetivo principal.

No es fácil poner a practicar el cálculo numérico mental a otras personas, principalmente porque quien pregunta tiende a repetir las mismas operaciones y dejar de lado a otras; dolorosamente los practicantes lo hacen notar... "ya me preguntaste 4 veces  $8 \times 3$  y no me has preguntado  $8 \times 7$ "... lo cual es terriblemente frustrante para quien pregunta.

Una alternativa es utilizar el Excel, si, efectivamente el programa que viene con Windows, al evocar el programa, se señala la celda A1, posteriormente con el cursor el símbolo **fx**,



Al elegir la función RANDBETWEEN o si su programa está en español, ALEATORIO, ENTRE, aparece el siguiente recuadro, en donde se pone el número menor y el mayor que desee.



En la celda A1 aparecerá un número del intervalo que puso en el recuadro.

Si se coloca en la celda A2 la misma función que se tiene en la celda A1, aparecerán en estas dos celdas dos números, a los cuales puede aplicar operaciones y cada vez que se oprima la tecla F9 del teclado se obtendrá un par de números nuevos para operar con ellos.



En el ejemplo se tiene en la celda A1 un 5 y en la celda A2 un 6, se puede preguntar cuál es la suma. Con la respuesta correcta se puede avanzar al oprimir la tecla F9 del teclado.

Puede proyectar la hoja de Excel o simplemente dictarles a sus alumnos los números que muestre su máquina. Acondicionar este trabajo es muy rápido y bastarán de 3 a 5 minutos de práctica con el cuidado de que todos los alumnos participen.

Se aconseja practicarlo al entrar al salón de clases, ya sea al inicio de la jornada, después del receso o de la ceremonia cívica. Ayuda mucho a que los alumnos se concentren y si están muy alterados, la recomendación es que se utilicen operaciones sencillas para captar la atención de todos.

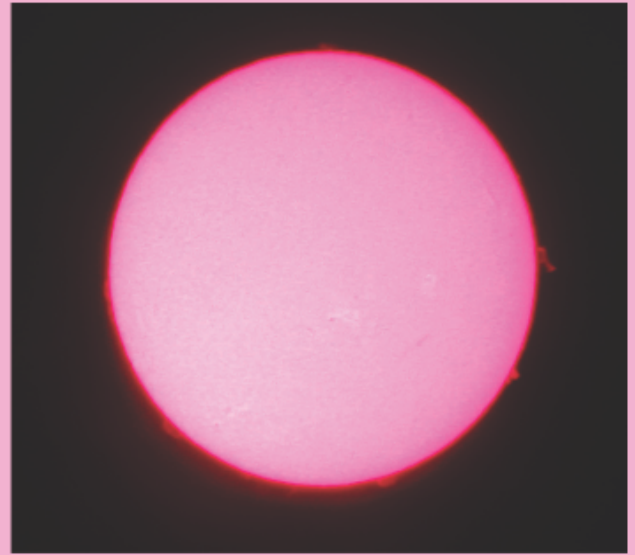
El diseño de los ejercicios que pueden llevarse a cabo dependerán del profesor, podrá practicar lectura de números, redondeo, truncamiento, además de las operaciones sumas, restas, multiplicaciones, divisiones e incluso podrá extender el ejercicio a cálculo numérico estimativo.

Por otro lado, antes de empezar la clase de matemáticas, de alguna manera prepara al alumno para que logre mejores resultados.

**E**n la ciudad de Mexicali se encuentra desde 1998 el Museo Sol del Niño. El museo está clasificado como un centro interactivo de ciencia, tecnología, arte y medio ambiente. En los últimos años, el museo ha buscado expandir sus instalaciones con una área nueva dedicada a los recursos energéticos renovables. Dentro de este proyecto y dadas las condiciones climatológicas de Mexicali, la energía solar es de gran importancia. Por esta razón en el año 2011 el gerente de Desarrollo Educativo del Museo se puso en contacto con el Dr. Luis Aguilar, investigador titular del Instituto de Astronomía de la UNAM, sede Ensenada. El motivo fue que el Museo buscaba instalar un telescopio para mostrar a los visitantes la actividad solar en tiempo real, el cual estaría ubicado en una área de exhibición nueva llamada Casa de la Energía.

Posteriormente se incorporan al proyecto el Dr. Manuel Nuñez y los técnicos Benjamín García y Jorge Valdez para trabajar en la instrumentación del proyecto. Se escogió un telescopio solar Coronado SolarMax II 60, una montura motorizada Meade LX200, y una webcam Logitech QuickCam. La webcam fue escogida por su costo y disponibilidad, además de contar con calidad de alta definición. Finalmente, el equipo estaría instalado en un domo plástico de cúpula giratoria. Para la instalación del equipo, se integró el C.Dr. Fernando Ávila quien ha tenido experiencia con observatorios públicos en los cuales se proyecta en una pantalla la imagen del telescopio.

La webcam tiene como único conector un cable USB y depende de una computadora para procesar y mostrar la imagen. Además, la imagen debía ser transmitida en el interior de un edificio a aproximadamente quince metros de distancia. Las opciones para lograr este objetivo son pocas, ya que la mayor dificultad son las temperaturas extremas de Mexicali que en verano pueden alcanzar fácilmente temperaturas mayores a los 60°C y lo cual es un reto para



los componentes electrónicos. Al ser un telescopio solar se espera que el equipo esté expuesto a estas temperaturas y por ello se modificó a la webcam. Se extrajo el sensor CCD y electrónica asociada de la cámara y se instaló en una carcasa de aluminio con disipador de calor integrado. Para el control no era viable instalar una computadora tradicional, ya que el riesgo de fallo por sobrecalentamiento era muy alto con los costos y retrasos asociados, por lo que se descartó esta opción. Se hicieron pruebas preliminares usando una microcomputadora Raspberry Pi con el sistema operativo Linux para la captura de la imagen en tiempo real. La Raspberry resistió las temperaturas sin problemas, pero en la configuración final se usó una computadora dentro del edificio llevando la señal desde el telescopio por Ethernet sobre USB por mayor flexibilidad.

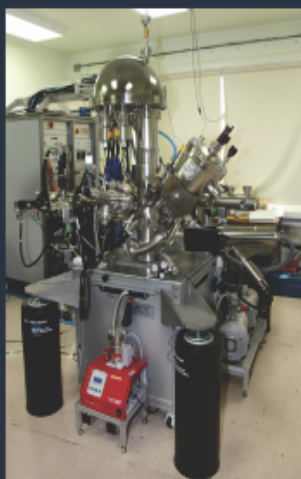
El último reto fue que la montura motorizada no soporta seguir automáticamente al Sol por cuestiones de seguridad al observador. Para resolver este problema se aprovechó la facilidad de programar nuevos objetos astronómicos en la base de datos incluida en la montura. El objeto que se agregó fue un asteroide que compartía las características orbitales de la Tierra, pero desfasado de tal manera que siempre se encontrase detrás del Sol desde nuestra perspectiva. Así, al apuntar la montura a este asteroide el telescopio estaría observando en realidad al Sol.

Gracias al éxito de este proyecto, el Museo Sol se ha acercado al IAE para formalizar un convenio de cooperación ya que buscan instalar más telescopios y un planetario. Para saber más acerca del Museo Sol del Niño, pueden visitar la página <http://www.sol.org.mx/>.





**E**n el verano de 2013, el CNyN recibió un equipo nuevo para el estudio de las propiedades fisicoquímicas de superficies sólidas, especialidad que se cultiva, desde su fundación, en el departamento de fisicoquímica de nanomateriales de este Centro. Se trata de un sistema de ultra-alto vacío, fabricado por la compañía alemana SPECS a la medida de los requerimientos de los investigadores. El principio básico de su funcionamiento es el efecto fotoeléctrico, fenómeno descubierto en las postrimerías del siglo XIX. La explicación del fenómeno fue dada por A. Einstein en 1905, motivo por el cual recibió el premio Nobel de física en 1921. El efecto fotoeléctrico consiste en la emisión de electrones de un material sólido, cuando sobre dicho material incide un haz de radiación electromagnética (luz ultravioleta o rayos-x). Al medir la energía de los electrones emitidos (fotoelectrones), se obtiene información muy precisa acerca del elemento químico (tipo de átomo) en donde se originó el electrón y así se determina no sólo la composición química del material sino además la naturaleza química de los compuestos que se forman en su superficie. Esto dio origen a una técnica espectroscópica para el estudio de la composición química de superficies sólidas conocida como espectroscopía de fotoemisión de electrones, (conocida por sus siglas en inglés como XPS). Por la instrumentación de esta espectroscopía, el profesor sueco, Kai Siegbahn, recibió el premio Nobel de física en 1981.



Con el fin de mejorar la resolución en la identificación de los compuestos químicos en la superficie de los materiales que se estudian, el sistema incluye un monocromador de rayos-x. Además, el análisis de la energía de los fotoelectrones, se efectúa mediante un moderno espectrómetro con geometría hemisférica, que asegura una mayor resolución en el modo XPS y que pueda funcionar también para estudios de fotoemisión a partir de luz ultravioleta. El mismo espectrómetro se aplica al estudio de electrones emitidos por la muestra como resultado de la interacción con un haz de electrones incidentes, particularmente los que provienen del proceso Auger y que constituyen la espectroscopía de electrones Auger (AES por sus siglas en inglés). La resolución excelente del espectrómetro permite también el estudio de pérdidas de energía característica que sufren los electrones retro-dispersados (EELS por sus siglas en inglés). El estudio de las pérdidas de energía reviste de mucho interés en la actualidad en el estudio de nanopartículas metálicas.

Un aspecto novedoso de este equipo es la posibilidad de tener un haz de rayos-x con un diámetro pequeño ( $1\text{mm}^2$ ) y un portamuestras con suficientes grados de libertad en sus movimientos, que hace posible la detección de fotoelectrones a diferentes ángulos y barridos del haz sobre la muestra, para producir mapas de composición química e imágenes de la superficie de las muestras. El cañón de electrones también incluye la capacidad de barrido del haz para producir imágenes en el modo de microscopía electrónica de barrido (SEM) o bien, en el modo de barrido Auger, para la generación de mapas de composición química con electrones Auger (modo SAM).

Dado que se trata de un equipo que puede prestar servicios analíticos a diversos proyectos, se diseñó con la posibilidad de tener cámaras auxiliares para el tratamiento y preparación de muestras en condiciones de presión y temperatura controladas. Cuenta, por lo tanto, con sistemas de transferencia para desplazar las muestras entre las cámaras.

Este nuevo laboratorio viene a poner al día nuestra infraestructura en el campo de la física de superficies y ya se aplica a la formación de recursos humanos con la solución de problemas planteados en tesis de maestría y doctorado de estudiantes del CNyN.



El Microscopio de Fuerza Atómica (AFM por sus siglas en inglés), es un instrumento que permite obtener imágenes tridimensionales de superficies a escala molecular (nano-escala). Para tener una mejor idea de la nano-escala, considere que el tamaño relativo de un átomo con respecto al de una manzana, es similar al tamaño relativo de la manzana con respecto al de la Tierra (Ver Figura 1).

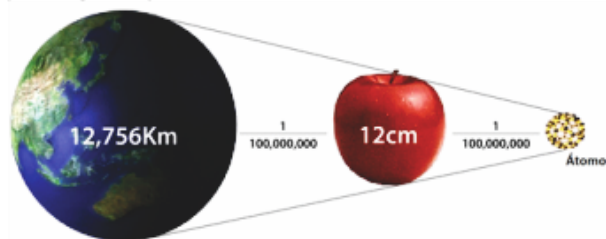


Figura 1. Representación de la nanoescala

## Funcionamiento.

El AFM consta de una punta muy fina, la cual está montada sobre el extremo de una pequeña laminilla llamada cantilever, así como de un sistema de escaneo en tres dimensiones (XYZ), mediante el cual se barre la superficie de la muestra. Para detectar los movimientos de la punta sobre la muestra, se incide el haz de un láser sobre la parte posterior del cantilever, la cual está generalmente cubierta con una capa de metal para formar un espejo. La luz se refleja hacia un sensor óptico formado por un arreglo de fotodiodos. En este arreglo, una pequeña desviación del cantilever, cambiará la posición del haz sobre el arreglo de fotodiodos (ver Figura 2). La diferencia entre las señales del arreglo de fotodiodos indica la posición del láser en el fotodetector y con ello la desviación angular del cantilever.

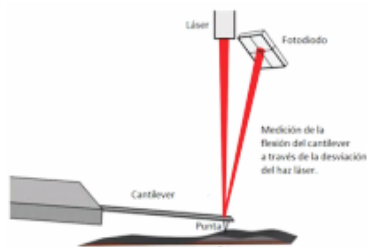


Figura 2. Principio de funcionamiento de un AFM

Los AFM modernos, cuentan con 2 sistemas de escaneo: un movimiento en el plano X-Y y otro para el desplazamiento en la dirección Z. El sistema de escaneo X-Y mueve la muestra, mientras que el sistema de escaneo Z controla la altura de la punta respecto a la muestra.

## Modos de operación.

En general, existen 3 modos principales de operación en un AFM: modo de contacto, modo de no-contacto y modo de contacto intermitente o "tapping", los cuales trabajan de acuerdo a las fuerzas de interacción entre la punta y la muestra (Ver Figura 3). Cuando la distancia entre la punta y la muestra es muy corta, la fuerza de interacción es repulsiva debido a la electrostática. Por otra parte, cuando la distancia entre la punta y la muestra es relativamente mayor, la fuerza inter-atómica se vuelve atractiva debido a las fuerzas de Van Der Waals.

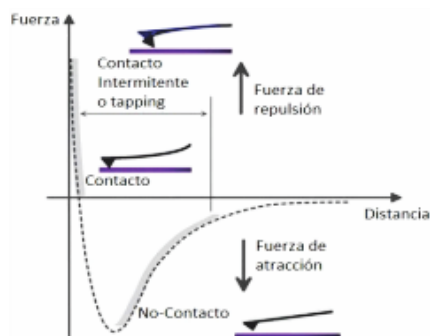


Figura 3. Curva de Fuerza vs Distancia

Estas fuerzas inter-atómicas producen desviaciones en el cantilever, cuando se barre una sección de la muestra, lo cual causa cambios en el haz que se refleja hacia el detector. Estos cambios de intensidad en el sensor se transforman en señales eléctricas para generar un mapa topográfico de la superficie de la muestra, como el que se ilustra en la Figura 4, donde se muestra una imagen tomada de una superficie de  $2\mu\text{m} \times 2\mu\text{m}$  de un DVD en modo de no-contacto.

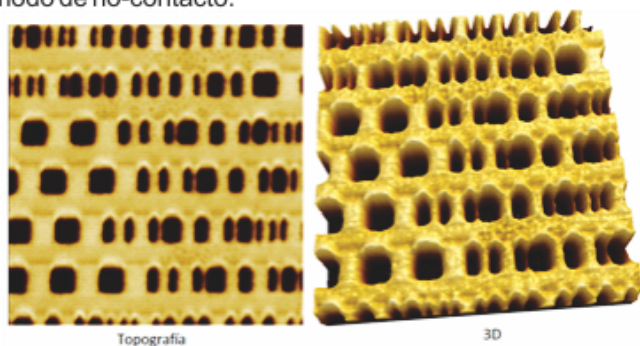


Figura 4. Imagen de la topografía en 2D y 3D de la superficie de un DVD con información.

En la Unidad de Nanocaracterización del CNYN, se cuenta con dos Microscopios de Fuerza Atómica, los cuales pueden ser utilizados para analizar material tanto aislante como conductor, así como material biológico.



## Síntesis y caracterización de materiales luminiscentes para la generación de luz blanca.

Marco Antonio González Angulo.  
Alumno de la maestría en Física de Materiales.  
Resumen del seminario presentado por el  
Dr. David Cervantes Vásquez.

Un material luminiscente es un compuesto que emite luz al exponerse a una fuente de excitación externa. Las propiedades luminiscentes de estos materiales pueden mejorarse si son dopados con impurezas, como iones de tierras raras.

Actualmente, existen materiales luminiscentes cristalinos de  $Y_2SiO_5$  dopados con  $Ce^{3+}$ ,  $Tb^{3+}$  y  $Sm^{3+}$ , que pueden emitir en el espectro del UV y azul, en el verde y en el rojo, respectivamente.

El material  $Y_2O_3: Eu^{3+}$  recubierto con  $SiO_2$  tiene una intensidad de emisión hasta 3 veces mayor que el material sin  $SiO_2$ . Este recubrimiento no modifica la longitud de onda de emisión y mejora las propiedades luminiscentes.

En este trabajo se utilizó YSO ( $Y_2SiO_5$ ) y fue dopado con  $Ce^{3+}$  y  $Tb^{3+}$  para dar emisiones en azul (430 nm) y verde (545 nm), respectivamente, al excitarse con luz UV de 360 nm.

Se recubrió con  $SiO_2$  para mejorar las propiedades luminiscentes; el recubrimiento no alteró la longitud de onda de emisión en ningún momento.

Se utilizó también  $Sr_2Si_5N_8: Eu^{2+}$  (SSN:Eu). Mayores cantidades de europio en el material provocaron desplazamientos de emisión a longitudes de onda mayor. La excitación se da en una banda ancha de 250-500 nm; es fácil de activar y emite entre los 600-750 nm, dependiendo de la cantidad de  $Eu^{2+}$  en el material.

Al combinar las emisiones de YSO y SSN:Eu se tuvo una excitación en 355 nm. La emisión tuvo bandas en 400 nm ( $Ce^{3+}$ ), 550 nm ( $Tb^{3+}$ ) y 650 nm ( $Eu^{2+}$ ). La combinación de las tres emisiones produce una luz blanca de alto índice de rendimiento de color, lo que la hace tener aplicaciones potenciales en la iluminación doméstica.

## Ventajas y desventajas de las matrices zeolíticas aplicadas como soporte para nanocatalizadores.

Mario Humberto Guzmán Jiménez.  
Alumno del doctorado en Física de Materiales.  
Resumen del Seminario presentado por el  
Dr. Vitali Petranovsky

El desarrollo de los catalizadores en escala nanométrica permite potenciar sus propiedades, además de propiciar características nuevas. Los nanocatalizadores soportados se utilizan ampliamente en la industria debido a sus propiedades mecánicas y su costo relativamente bajo. Algunos de los retos que presentan son el transporte controlado de masa, la estabilización de las especies responsables de la actividad catalítica, así como la optimización de la actividad y de la selectividad. Las matrices zeolíticas ofrecen una opción viable para soportar especies catalíticas. Entre las propiedades de las zeolitas sobresalen la capacidad de inmovilización de nanopartículas, la adsorción selectiva de especies químicas, la uniformidad de superficie y de porosidad (consecuencia de su alta cristalinidad) y las propiedades de intercambio iónico, promovidas por el comportamiento isomórfico Si-Al. Además, las zeolitas pueden actuar como tamices moleculares.

A su vez, las matrices zeolíticas presentan limitantes tales como el tamaño de poro, los muy pequeños impiden el paso de moléculas de gran tamaño, lo que deriva en un rápido bloqueo de poros y consecuentemente, en la pérdida de actividad catalítica. Al mismo tiempo, la difusión de reactivos y productos dentro y fuera de la matriz zeolítica se ve limitada por su estructura y está normalmente restringida a moléculas de bajo peso molecular. Actualmente, se busca desarrollar zeolitas con mesoporosidad (entre 10 y 50 nm), así como estructuras que permitan una velocidad mayor de difusión de reactivos y productos.



# Nuestro Universo ecológico: reciclaje de estrellas para crear planetas.

M.C. Margarita Pereyra  
mally@astro.unam.mx  
IA-UNAM, Ensenada

En la actualidad, es bien sabido que el universo está compuesto por una infinidad de estrellas, todas ellas diferentes entre sí. Sin embargo, al observarlas en una noche oscura, esos puntos brillantes parecen tan iguales que resulta difícil imaginar lo distintas que son en realidad. Gracias a los avances tecnológicos y el desarrollo de los grandes telescopios en las últimas décadas, los astrónomos han podido descubrir que cada estrella posee características propias que la hacen distinguible de las demás. Dentro de estas características, la composición química es sin duda una de las propiedades estelares de mayor importancia en el estudio de la evolución del universo e incluso de nuestro sistema solar.

Apenas 1000 millones de años después del origen del Universo (Gran Explosión), las primeras estrellas que se formaron en él, estaban compuestas casi exclusivamente por elementos sencillos como el hidrógeno y el helio, provenientes de nubes de gas primigenio en el Universo temprano. Debido a las altas presiones y temperaturas presentes en su interior, estas estrellas fueron capaces de producir reacciones termonucleares y convertir el hidrógeno y el helio, en elementos más complejos como carbono, oxígeno y nitrógeno, entre otros. Eventualmente, al morir estas estrellas, devolvieron al espacio los nuevos elementos que habían creado. Las siguientes generaciones, al utilizar el gas dejado por las primeras estrellas, continuarán con el proceso del sintetizado del material químico en su interior y lo devolverán al medio interestelar al morir. Dependiendo de la masa inicial de la estrella en cuestión, este proceso de mezclado químico se llevará a cabo a partir de una explosión que puede ser muy espectacular, como es el caso de una nova, supernova o de forma más discreta como lo hacen las nebulosas planetarias, que se desprenden gradualmente de su atmósfera estelar y expulsan hacia el medio circundante todo el material que la estrella

procesó en su interior a lo largo de toda su vida. Así, luego de la explosión, las estrellas no sólo mueren sino que pueden dejar "descendencia". De esta manera se producen en el universo, nubes de gas enriquecidas con elementos más complejos con los que se pueden formar estrellas nuevas con composiciones químicas diferentes a las de la generación anterior.

En astronomía, a los elementos con número atómico más alto que el helio, como el carbono, nitrógeno, oxígeno, entre otros, se les conoce como "metales". Cuando la cantidad de elementos complejos que contiene una estrella es significativa, se dice que la estrella es rica en metales o bien, que posee alta metalicidad. En el caso contrario, si una estrella es pobre en "metales", significa que posee una cantidad muy pequeña de elementos distintos al hidrógeno y al helio.

Aunque a primera vista la metalicidad de una estrella pareciera no estar directamente relacionada con el inicio de nuestra existencia, este aspecto resulta de importancia particular en la formación de nuestro sistema solar. Según estudios astronómicos recientes, sólo los sistemas estelares con metalicidad suficientemente alta pueden llegar a desarrollar planetas. De este modo, es sólo a partir del reciclaje químico de las subsecuentes generaciones de estrellas en el Universo, que es posible obtener nubes de gas enriquecidas con gran cantidad de metales, suficiente para producir además de nuevas estrellas, planetas con elementos apropiados para la vida tal como ocurrió en el caso de nuestro Sol. Lo anterior podría tener implicaciones importantes para la búsqueda de vida fuera de la Tierra.

Créditos Imagen: NASA/CXC/M.Weiss.





## EL RINCÓN DE LAS PALABRAS

María Isabel Pérez Montfort

### ¿Podemos inventar palabras?

En las áreas jóvenes de la ciencia, como las nanociencias y la nanotecnología, los investigadores que descubren materiales, fenómenos o técnicas les asignan un nombre, para lo que, muchas veces, inventan palabras nuevas. Frecuentemente, estas palabras se acuñan en inglés por tres razones: 1) es la lengua de la mayoría de las publicaciones científicas en el mundo occidental; 2) los países anglófonos cuentan con potentes centros de investigación científica; 3) la lengua inglesa es particularmente ágil para incorporar términos nuevos.

La invención de palabras está íntimamente ligada al sistema cultural que las genera. El sistema de habla inglesa acepta vocablos nuevos con gran facilidad: no se ruboriza ante ortografías simplificadas (*light-lite, night-nite, through-thru*), calca palabras de otros idiomas, a veces con ligeras modificaciones (*tortilla, tomado, desesperado*), combina términos cotidianos con especializados (*housekeeping-genes, electrospinning, quantum dots*) y admite significados nuevos en vocablos de uso cotidiano (*moves, spin, stamping*). Las palabras inventadas se incluyen en los diccionarios, condicionadas únicamente a que se demuestre su uso en textos publicados.

El sistema hispano contrasta en que tradicionalmente las palabras nuevas se norman y sancionan por autoridades antes de permitir su ingreso a los diccionarios. Nuestra tradición cultural intenta preservar una pureza aparente del vocabulario, aunque, haciendo historia, el español se ha enriquecido con palabras procedentes de muchas lenguas. En los campos científicos de vanguardia, la urgencia de comunicar conocimientos nuevos en español obliga a resolver problemas de vocabulario con cierta premura. ¿Se deben usar directamente las palabras en inglés o calcarlas o traducirlas? ¿Se pueden dar usos nuevos a palabras cotidianas? ¿Existe la opción de inventar vocablos?

La realidad es que, en el medio científico, ya se hace. Considérense los siguientes ejemplos. En textos especializados el término inglés *nanocomposite* se traslada al español como "nanocomposito" o "nanocompósito", el adjetivo *particulate* pasa como "particulado", dándole un giro de uso a la palabra "partícula", y para el verbo *to cleave* se usa "clivar", un préstamo directo que adopta la terminación "ar" de muchos verbos en español, creando un neologismo que significa ciertas formas de segmentación.

Estas palabras no se encuentran en los diccionarios todavía; sin embargo, ya han iniciado su vida por lo que, tarde o temprano, tendrán que ser admitidas al patrimonio cultural de nuestra lengua.

# Sociedad Astronómica de Ensenada

Te esperamos  
**¡ÚNETE!**

Cualquiera que sea tu edad  
o tu experiencia

**Actividades:**

- Salidas de Campo
- Divulgación
- Talleres para Niños
- Astro-Fotografía
- Manejo de Telescopios
- Actividades Didácticas
- Cursos de Actualización
- Proyectos Especiales

Reuniones cada  
Viernes a las  
6 P.M.  
(Sede itinerante,  
regístrate para  
recibir avisos  
actualizados)

soc.astro.ens@gmail.com

Sociedad Astronómica de Ensenada

**Las Comisiones de  
Asuntos Indígenas y Ciencia y Tecnología**  
invitan a la presentación de la

**Colección de Libros de Nanotecnología  
en Español y Lenguas Indígenas**

**26 de febrero, 2014.**  
 Salas 5 y 6  
 del Edificio Hemiciclo  
 del Senado de la República  
Reforma 155 Col. Fábriques, Deleg. Cuauhtémoc

**Ciclo de seminarios OAN-UNAM**  
 Todos los miércoles  
 11:00 horas  
 Auditorio de IA-OAN-UNAM  
 Tel: 646 1744580

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

**Ciclo de seminarios CNYN-UNAM**  
 Todos los miércoles  
 17:00 horas  
 Auditorio del CNYN-UNAM  
 Tel: 646 1744602

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