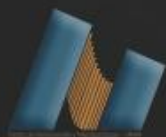


52^a
Edición

8aceta
Ensenada



De polvo a planetas: estudiando discos protoplanetarios
en el Instituto de Astronomía
Página: 14, 15 y 16



Edición No. 52

Año. 17

Publicación cuatrimestral

Diciembre de 2025

Órgano informativo de la Universidad Nacional Autónoma de México





DIRECTORIO UNAM

Dr. Leonardo Lomeli Vanegas
Rector

Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda
Secretaria General

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez
Secretario Administrativo

Dra. Diana Tamara Martínez Ruiz
Secretaria de Desarrollo Institucional

Dra. María Soledad Funes Argüello
Coordinadora de la Investigación Científica

Dr. Yair Emmanuel Krongold Herrera
Director del Instituto de Astronomía

Dr. Fernando Rojas Iñiguez
Director
Centro de Nanociencias y Nanotecnología
Ensenada, B. C.

Dr. Léster Fox Machado
Jefe del Observatorio Astronómico Nacional,
Instituto de Astronomía,
Ensenada, B. C., México.

Consejo Editorial
Dr. Gerardo Soto Herrera
Ing. Israel Gradilla Martínez
Dr. Ezequiel Manzo Martínez
DG. Norma Olivia Paredes Alonso

Diseño, formación y fotografía
Norma Olivia Paredes Alonso

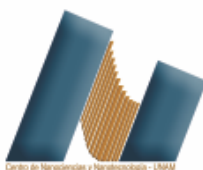
Gaceta Ensenada, es una
publicación cuatrimestral editada por el
Centro de Nanociencias y Nanotecnología
y el Instituto de Astronomía de la UNAM
Ensenada, Baja California, México.

Dirección:

Carretera Tijuana-Ensenada km. 107
Ensenada, Baja California, México.
Teléfono: (646) 175 06 50 y (646) 174 45 80

Dirección electrónica:

gerardo@ens.cny.unam.mx
nparedes@ens.cny.unam.mx
gaceta@ens.cny.unam.mx



Nuestra Portada
Gaceta Ensenada No. 52
CNYN-IA-OAN-UNAM



Descripción de Portada
Gaceta Ensenada No. 52

Representación artística de la zona más interna de un disco protoplanetario. Se muestra la pared de sublimación, es decir la zona donde el polvo se sublima. El material del disco que cae a la estrella forma columnas de gas que, cuando se acoplan a ella, generan manchas calientes en su superficie. Crédito: NASA/JPL-Caltech

Gaceta Ensenada actual y anteriores en:
<https://sites.google.com/ens.cny.unam.mx/gaceta/>

Contenido

3.- El Observatorio Astronómico Nacional y el Parque Nacional San Pedro Mártir impulsan acciones de conservación y cultura ambiental en Baja California.

4.- Póster, Luna, A 185 años de su primera fotografía.

5.- Segundo taller científico de instrumentación óptica e instrumentación astronómica.

6.- Póster, Día internacional de la Luna.

7.- Diplomacia científica en el Observatorio Astronómico Nacional, San Pedro Mártir: fortaleciendo la cooperación entre México y Estados Unidos

8.- Póster, HUBBLE a 35 años de su lanzamiento.

9.- Distintos cielos.

10.- Luz, calor y magnetismo: cómo la nanotecnología está transformando las terapias no invasivas contra el cáncer.

11.- Si estás viviendo violencia de género, no estás sola. La UNAM tiene cómo acompañarte

12.- Nanofibras: los hilos invisibles que transforman la energía, el ambiente y la salud.

14.- De polvo a planetas: estudiando discos protoplanetarios en el Instituto de Astronomía.

17.- El enigmático helio superfluido: un viaje a lo más extraño de la materia.

18.- Nanobioteología en acción: el poder de las lacasas bacterianas contra la contaminación.

19.- Reseña del libro, *Héroes Moleculares*.

20.- Dióxido de carbono (CO₂): materia prima a partir de los gases de efecto invernadero (GEI).

21.- ¡Haz ciencia de materiales en Ensenada! Ingresar al Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales (PCEIM) Sede CNYN-UNAM, Ensenada.

22.- Transformar residuos en energía: una solución sostenible desde la nanotecnología.

23.- Efecto de la morfología del ZnO en la degradación de contaminantes.

24.- Nanoemprendedores del CNYN participan en CREOMX 2025.

25.- ¿Cómo sintonizar las propiedades electrónicas en óxidos complejos?

26.- Inmunoterapia y el camino hacia una vacuna universal contra el cáncer.

27.- Más allá de la prisa tecnológica: México y su propio camino hacia el almacenamiento sostenible de energía.

28.- El Rincón de las Palabras
Las universidades en una encrucijada.

El Observatorio Astronómico Nacional y el Parque Nacional San Pedro Mártir impulsan acciones de conservación y cultura ambiental en Baja California

Erica Lugo Ibarra
Instituto de Astronomía-OAN-UNAM
elugo@astro.unam.mx



Brigadas voluntarias fortalecen la prevención de incendios, la educación ambiental y la vinculación social en la Sierra de San Pedro Mártir

En el marco del “Plan de trabajo para conjuntar acciones de conservación, manejo del fuego y divulgación de la cultura ambiental”, derivado del Acuerdo de Coordinación celebrado entre la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), el Gobierno del Estado de Baja California y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir (OAN-SPM) del Instituto de Astronomía y el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir impulsan de manera conjunta acciones para la conservación ambiental y la participación social en la región.

Durante los meses de agosto y septiembre de 2025, se llevaron a cabo dos jornadas de trabajo voluntario enfocadas en la prevención de incendios y la restauración del entorno natural del observatorio. Estas actividades se realizaron como parte del programa **“Participación de la sociedad en el desarrollo de proyectos de conservación, restauración y desarrollo sostenible”**, con la colaboración de 30 voluntarios brigadistas de la empresa Driscoll's y 10 brigadistas forestales del Parque Nacional que fungieron como instructores de los grupos de trabajo.

Las jornadas se efectuaron los días 28 y 29 de agosto, y 27 y 28 de septiembre, bajo la coordinación de la M.C. Verónica Meza López, directora del Parque Nacional, y la M.I. Erica Lugo Ibarra, gerente de proyectos del OAN-SPM. Los trabajos incluyeron la habilitación de brechas corta fuego en áreas

estratégicas cercanas al albergue, la estación del Parque y la zona de telescopios, además de otras acciones preventivas para salvaguardar la infraestructura astronómica y el ecosistema circundante.

Estas actividades interinstitucionales forman parte de una estrategia orientada a fortalecer la gestión ambiental, proteger los recursos naturales de la Sierra de San Pedro Mártir y fomentar una cultura ambiental participativa que involucre a la comunidad científica, el sector privado y la sociedad civil.

Como parte de esta colaboración, la empresa Driscoll's también realizó una donación económica destinada a la habilitación del recinto que albergará el telescopio de divulgación del Parque Nacional, con el propósito de promover la educación ambiental y la divulgación de la astronomía entre los visitantes y comunidades de la región.

Aún está programada una tercera jornada de trabajo para noviembre, que dará continuidad a las labores de prevención de incendios y conservación ecológica.

Con estas acciones, el Observatorio Astronómico Nacional y el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir refrendan su compromiso con la conservación del patrimonio natural, la protección de la infraestructura astronómica y la formación de una ciudadanía ambientalmente responsable. Este esfuerzo conjunto constituye un ejemplo del impacto positivo que puede generar la cooperación entre ciencia, gobierno, iniciativa privada y sociedad en favor de la sostenibilidad de Baja California. *S*

LUNA

A 185 AÑOS DE SU PRIMERA FOTOGRAFÍA

En 1840, John W. Draper capturó una de las primeras imágenes de la Luna, dando inicio a la astrofotografía. Esta infografía te presentamos los momentos clave en los 185 años de evolución visual de nuestro satélite.

1839

PRIMER DAGUERROTIPO LUNAR

Louis Daguerre crea la primera imagen fotográfica conocida de la Luna.

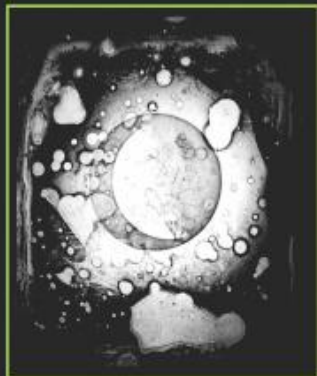
LIMITACIONES DE LA ÉPOCA

La imagen era borrosa por el movimiento lunar y el largo tiempo de exposición.

1840

PRIMERA FOTOGRAFÍA DE LA LUNA

John W. Draper mejora la técnica y captura fotografías más claras de la Luna.



ASTROFOTOGRAFÍA ACCESIBLE

Telescopios caseros y teléfonos inteligentes permiten al público captar imágenes de la Luna.

EL DAGUERROTIPO

Tecnología pionera que usaba placas metálicas y exposición prolongada.

INSPIRACIÓN PARA LA CIENCIA

Estimuló el interés científico en registrar fenómenos celestes.

SIGLO XX EVOLUCIÓN CONSTANTE

El desarrollo de películas más sensibles y cámaras especializadas mejoró la precisión.

1969

APOLO 11

Las fotografías tomadas por los astronautas al alunizar, revolucionan la percepción que tenemos de la Luna.

FOTOGRAFÍA LUNAR DIGITAL

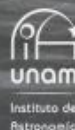
Cámaras CCD y telescopios automatizados permiten imágenes en alta resolución desde la Tierra.



Creado por Ilse Plauchu Frayn

FUENTES

<https://www.aps.org/archives/publications/apsnews/201301/physics/history.cfm>
<https://petapixel.com/2023/06/14/a-brief-history-of-the-very-first-moon-photos-ever-taken/>
<https://www.nasa.gov/gallery/apollo-11/>
https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:John_W._Draper-The_first_Moon_Photograph_1840.jpg





Segundo taller científico de instrumentación óptica e instrumentación astronómica

Juan Manuel Núñez Alfonso, Tomás Verdugo González
Instituto de Astronomía de la UNAM, Observatorio Astronómico Nacional
jnunez@astro.unam.mx, tomasv@astro.unam.mx,

El comité organizador del Taller Científico de Instrumentación Óptica e Instrumentación Astronómica invitó y recibió a estudiantes de nivel licenciatura (física, óptica, electrónica, software, sistemas computacionales y áreas afines) del estado de Baja California, para participar en este Taller Científico. Este importante taller científico está impulsado por el Instituto de Astronomía de la UNAM y el Instituto Tecnológico de Tijuana. Por parte del Instituto de Astronomía se cuenta con la participación de personal académico de las sedes de Ensenada y del Observatorio Astronómico Nacional (OAN) de San Pedro Mártir (SPM).

El objetivo de este taller científico es que estudiantes de licenciatura conozcan de cerca la instrumentación óptica y astronómica que se diseña y construye en el Instituto de Astronomía, la cual juega un papel importante en la investigación que se realiza en el Observatorio Astronómico Nacional.

La primera edición de este taller científico se realizó en 2024 y tuvo una amplia aceptación entre estudiantes de diversas instituciones. Esto motivó la realización de una segunda edición, llevada a cabo del 5 al 8 de agosto de 2025. Los estudiantes participantes generalmente provienen de diferentes instituciones: Instituto Tecnológico de Tijuana, UABC (Ensenada, Valle de las palmas y Mexicali), Instituto Tecnológico de Ensenada, CNyN-UNAM, CETYS Universidad Campus Ensenada.

El taller de Instrumentación Óptica y Astronómica combina teoría y práctica, permitiendo a los participantes profundizar en el fascinante mundo de la instrumentación y sus aplicaciones en áreas como óptica y astronomía. En esta segunda edición se incorporaron actividades del área de cómputo, lo que permitió conocer metodologías aplicadas para el manejo de datos,

incluyendo el uso de la inteligencia artificial. Las actividades del taller promovieron el trabajo en equipo a través de ejercicios prácticos pensados para que los estudiantes recolectaran datos con equipos científicos y luego los analizaran e interpretaran.

Dentro del programa de actividades se incluyeron observaciones astronómicas en modalidad remota, utilizando el telescopio de 84 cm del OAN-SPM. Esta experiencia es importante, porque brinda a los estudiantes la oportunidad de usar un telescopio de uso científico y comprender su funcionamiento. Desde la óptica y los elementos que permiten recolectar la luz de los objetos celestes, hasta la electrónica aplicada al sistema de control y a los detectores que capturan las imágenes. Finalmente, los participantes conocen el software desarrollado para analizar los datos obtenidos de estas observaciones.

Este segundo taller fue, sin duda, una experiencia única de aprendizaje para los estudiantes participantes. El Comité Organizador, junto con las instituciones participantes, espera que en la próxima edición continúe creciendo el interés y que nuevos estudiantes entusiastas se sumen para descubrir y aprender sobre la instrumentación óptica y astronómica.

Te dejamos el QR para que puedas visitarnos y estar atento a la próxima convocatoria, que estará disponible en nuestro sitio web. 



Día Internacional de la LUNA

¡UNA CELEBRACIÓN GLOBAL POR LA EXPLORACIÓN LUNAR!



¿QUÉ ES?

- Conmemoración anual declarada por la ONU el **9 de diciembre de 2021**, mediante la resolución (A/RES/76/76).
- Se celebra cada **20 de julio**, en honor al alunizaje del Apolo 11 en 1969, cuando los astronautas Neil Armstrong y Buzz Aldrin pisaron la superficie lunar.



¿QUIÉN LA PROPUSO?

- Propuesta por la **Moon Village Association (MVA)** ante el Comité COPUOS de la ONU.
- La MVA organiza eventos globales conmemorativos.



OBJETIVOS Y SIGNIFICADO

- Busca unir al mundo en torno a la ciencia lunar y cooperación.
- Promover una exploración sostenible y responsable.
- Fomentar la cooperación internacional, educación científica y la inclusión de nuevas generaciones.



CELEBRACIONES RECIENTES

- 2025- Lema: **"One Moon, One Vision, One Future"**
- Actividades educativas en India (Pilikula Regional Science Centre).
- Festival Starmus: arte y fotografía lunar compartida en redes.



PRIMERA CELEBRACIÓN

- Primera edición: **2022**, un año después de su declaración oficial.

FUENTES

Creado por Ilse Plauchu Frayn

<https://internationalmoonday.org/>
<https://www.unoosa.org/oosa/er/outreach/events/imd/international-moon-day.html>
<https://timesofindia.indiatimes.com/city/mangaluru/international-moon-day-celebrated/>
<https://www.astronomy.com/observing/celebrate-international-moon-day-with-starmus>
<https://spacepolicyonline.com/events/international-moon-day-july-20-2025-global>



Diplomacia científica en el Observatorio Astronómico Nacional, San Pedro Mártir: fortaleciendo la cooperación entre México y Estados Unidos

Erica Lugo Ibarra
Instituto de Astronomía-OAN-UNAM
elugo@astro.unam.mx

El Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir (OAN-SPM), del Instituto de Astronomía de la UNAM, se consolida como un espacio de colaboración binacional estratégica en Baja California, orientado al desarrollo de la ciencia, la educación y la conservación ambiental.

El pasado 24 de septiembre de 2025, el Observatorio recibió la visita del Cónsul General de Estados Unidos en Tijuana, Christopher Teal, acompañado por el Cónsul de Política y Economía, Todd Crawford, en un encuentro destinado a fortalecer los lazos de cooperación científica y ambiental entre ambos países.

La delegación diplomática fue recibida por el Dr. David Hiriart, jefe del Observatorio; la M.I. Erica Lugo Ibarra, gerente de proyectos y responsable de vinculación del Instituto de Astronomía; el Dr. Manuel Núñez Alonso, delegado administrativo; y el Dr. Joel Herrera Velázquez, secretario técnico. Durante el recorrido, los visitantes conocieron los principales telescopios en operación, así como las áreas destinadas al desarrollo de nuevas infraestructuras astronómicas de frontera, entre ellas los proyectos COLIBRI y TAOS II.

El encuentro también contó con la participación de representantes de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), encabezados por la Mtra. Verónica Meza, directora del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir; la Dra. Catalina Porras, coordinadora del Programa de Conservación del Cóndor de California; y el Mtro. Juan Vargas. Las autoridades del Observatorio y del Parque Nacional compartieron con el cuerpo consular los esfuerzos coordinados que desde hace décadas se realizan para proteger el entorno natural del observatorio, un ecosistema único y vital para la investigación astronómica.

Durante las conversaciones se subrayó la importancia de mantener una colaboración binacional permanente en materia de educación, ciencia y sostenibilidad, así como la oportunidad de impulsar proyectos conjuntos de innovación y divulgación científica con impacto social en la región CaliBaja (Baja California y California). El interés del cuerpo consular por conocer de primera mano las instalaciones del OAN-SPM refleja la creciente relevancia de la diplomacia científica como herramienta para construir vínculos de cooperación y confianza entre países vecinos.

Como resultado de este encuentro, se acordó trabajar en la integración de una agenda conjunta de colaboración que permita dar seguimiento a los proyectos académicos, de investigación y de cuidado del ambiente, fortaleciendo el vínculo entre el Observatorio y la Oficina Consular. Esta agenda busca consolidar mecanismos de cooperación que favorezcan la transferencia de conocimiento, la formación de talento y el desarrollo de programas con beneficio mutuo para ambas naciones.

Desde su creación, el Observatorio Astronómico Nacional ha sido un aliado estratégico en la educación ambiental, la prevención de la contaminación lumínica y la conservación del Parque Nacional. Su colaboración con instituciones locales y federales ha permitido articular una visión integral que vincula la ciencia con la protección del ambiente.

La visita del Cónsul General reafirma el compromiso compartido de seguir construyendo puentes de conocimiento y entendimiento mutuo, fortaleciendo la misión del Instituto de Astronomía y consolidando a San Pedro Mártir como un referente binacional de colaboración en favor de la ciencia, la educación y la sostenibilidad. 🌟



HUBBLE

a 35 años de su lanzamiento

El telescopio espacial Hubble, lanzado el 24 de abril de 1990 a bordo del transbordador Discovery, ha revolucionado nuestra comprensión del universo. En abril de 2025 celebró sus 35 años en órbita como el telescopio más productivo de la historia, ofreciendo imágenes y datos que han transformado la astronomía moderna.

Números impactantes

~ 1.7 millones
de observaciones



> 55,000
objetos celestes



> 22,000
publicaciones científicas

Imágenes de 2025

Nuevas vistas en alta definición de:



MARTE

NGC 2899

NEBULOSA DE LA ROSETTA

NGC 5335

Descubrimientos y legado científico

- Nuevas estimaciones de la expansión cósmica del universo.
- Confirmación de la expansión acelerada y evidencia de la energía oscura.
- Medición de atmósferas planetarias.

Observación y/o detección de:

- Agujeros negros supermasivos.
- Evolución estelar observada en décadas.
- Variabilidad planetaria.
- Jets de velocidad relativista.
- Supernovas.
- Colisiones de asteroides.
- Discos protoplanetarios.

Sucesores y colaboración

El telescopio espacial Hubble continúa operando y se complementa con el telescopio espacial James Webb

FUENTES

Creado por Ilse Plauchu Frayn

<https://ciencia.nasa.gov/universo/la-nasa-celebra-el-35-aniversario-de-hubble/>
<https://www.aura-astronomy.org/blog/2025/04/25/eye-on-infinity-nasa-celebrates-hubbles-35th-year-in-orbit/>
<https://esahubble.org/announcements/archive/year/2025/>
<https://science.nasa.gov/mission/hubble/overview/hubble-timeline/>



Distintos cielos

Dr. Michael G. Richer.

Instituto de Astronomía, OAN-UNAM, Ensenada.

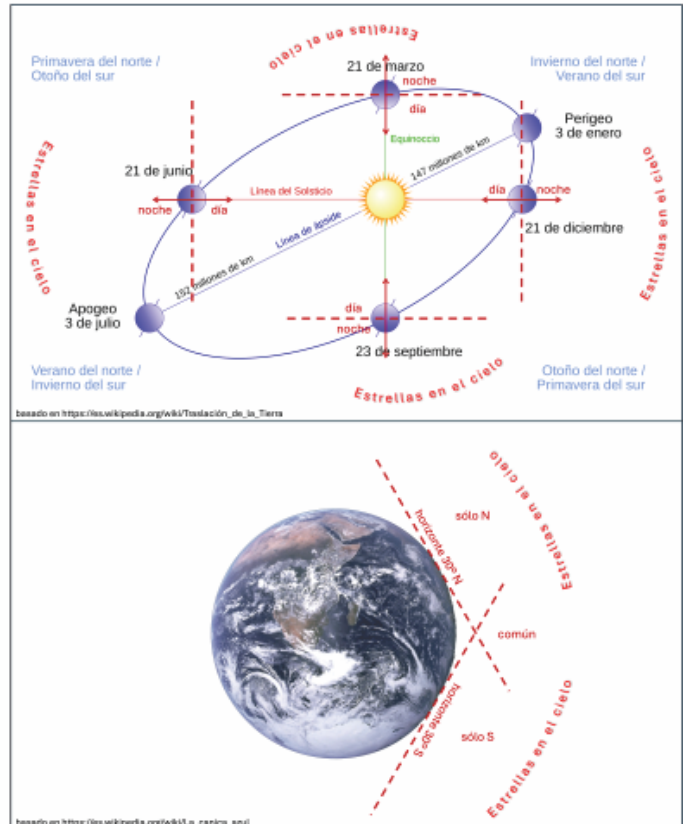
richer@astro.unam.mx .

¿Se habrá preguntado porque las constelaciones del invierno son distintas a las que vemos en verano? ¿Por qué Orión se ve en invierno, pero Escorpión en verano? Y, ¿por qué es el cielo diferente en los hemisferios norte y sur? La respuesta a estas preguntas, como a tantas más en la astrofísica, es “La gravedad.” La Tierra está ligada por la gravedad al Sol y, como resultado, ésta orbita al Sol, dando una vuelta al Sol cada año. Igualmente, la forma redonda de la Tierra se debe a su propia gravedad. Finalmente, la Tierra gira sobre su eje, que también tiene que ver con la gravedad, pero es una historia más larga y nos desviaría del tema de las constelaciones.

Cuando el Sol está encima del horizonte tenemos el día y, cuando no, la noche. Mirando el cielo de día, esperaríamos ver las estrellas que están en la dirección hacia el Sol. No las vemos porque la atmósfera brilla demasiado debido a que dispersa una pequeña fracción de la luz del Sol. De noche, vemos a las estrellas porque no está esa luz dispersa. Así, de noche tenemos el Sol “a espaldas de nosotros” cuando miramos el cielo, no “de frente” como de día. Como resultado, de noche miramos la parte del cielo que está en dirección contraria a la dirección del Sol.

El cuadro superior del diagrama presenta la órbita de la Tierra alrededor del Sol, indicando las posiciones para las estaciones. En cada estación, se pinta la línea que divide los lugares que tienen el día de los que tienen la noche. Se ve que en puntos opuestos de la órbita, por ejemplo, los solsticios de verano e invierno, vemos direcciones opuestas en el cielo en la noche. El cielo que vemos de noche en el solsticio de verano es el cielo que vemos de día en el solsticio de invierno (y viceversa). Vemos a Orión en invierno y Escorpión en verano porque están en lados opuestos del cielo.

Lo anterior supone que el Sol y las demás estrellas son estáticas y que el único movimiento es el de la Tierra. En realidad, el Sol y todas las estrellas están también en movimiento, en torno al centro de nuestra Vía Láctea. No nos damos cuenta de ese movimiento porque el Sol tarda 200 millones de años en completar su órbita. Toda la existencia de la especie humana es una fracción muy pequeña de ese tiempo. Por eso, tenemos la impresión que el Sol y las demás estrellas son estáticas.



De la misma manera que vemos distintas partes del cielo desde diferentes posiciones en la órbita de la Tierra, también vemos distintas partes del cielo en un momento dado desde diferentes puntos en la superficie de la Tierra. El cuadro inferior del diagrama adjunto ilustra esto, indicando los horizontes para las latitudes de 30 grados norte y 30 grados sur. En la superficie de la Tierra, es el horizonte local que define la mitad del cielo que se puede ver desde cualquier lugar. Parte del cielo que se ve desde ambas latitudes elegidas es común, pero hay también parte del cielo que se ve solamente en cada lugar. Los horizontes en distintas latitudes tienen inclinaciones distintas, así que la parte del cielo que vemos depende de nuestra latitud, porque es lo que define nuestro horizonte.

Resumiendo, desde cualquier lugar en la Tierra, siempre podemos ver la mitad del cielo, pero las constelaciones que se ven en esa mitad del cielo dependerán de la fecha en que observamos y del lugar desde donde observamos. 

Luz, calor y magnetismo: cómo la nanotecnología está transformando las terapias no invasivas contra el cáncer

Prakhar Sengar, Kanchan Chauhan

Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM, Km 107 Carretera Tijuana-Ensenada. Ensenada, Baja California, México

prakharsengar@ens.cnyn.unam.mx



Figura 1. Representación ilustrativa de la terapia contra el cáncer no invasiva.

El cáncer sigue siendo uno de los mayores retos de la medicina moderna. Los tratamientos tradicionales, como la cirugía, la quimioterapia y la radioterapia, aunque efectivos, suelen traer efectos secundarios muy fuertes. En las últimas décadas se han desarrollado terapias no invasivas que buscan destruir las células tumorales sin dañar los tejidos sanos. Entre las más prometedoras destacan la terapia fotodinámica, la fototérmica y la magnetotérmica. La nanotecnología está jugando un papel clave para hacerlas más seguras y eficaces.

Terapia fotodinámica (PDT): matar al cáncer con luz

La PDT combina tres elementos: un fotosensibilizador, luz y oxígeno [1].

1. El fotosensibilizador se administra al paciente y se acumula en las células cancerosas.
2. El tumor se ilumina con una luz especial.
3. La molécula activada transfiere energía al oxígeno cercano, produciendo especies reactivas (ROS) que destruyen las células tumorales.

Su gran ventaja es que es mínimamente invasiva y localizada, aunque depende del oxígeno disponible y la luz solo penetra unos pocos milímetros.

La nanotecnología ofrece soluciones: al encapsular fotosensibilizadores en nanopartículas se mejora su transporte, se reducen efectos secundarios e incluso se pueden incorporar materiales que liberen oxígeno. Además, algunos nanomateriales absorben luz en el intervalo infrarrojo cercano, que penetra más profundamente, ampliando el tipo de tumores tratables.

Terapia fototérmica (PTT): transformar la luz en calor

La PTT utiliza nanopartículas, como las de oro o carbono, capaces de absorber luz infrarroja y transformarla en calor. Cuando se concentran en un tumor y se iluminan, elevan la temperatura local por encima de 42–45 °C, suficiente para destruir células cancerosas sin afectar el tejido sano [1].

A diferencia de la PDT, no depende del oxígeno, lo que la hace útil en tumores con baja oxigenación. Su eficacia depende de la acumulación de nanopartículas en el tumor y de la precisión del láser. Gracias a la nanotecnología, las partículas pueden recubrirse con moléculas que las dirigen específicamente a células tumorales. Además, se han diseñado sistemas que combinan PDT y PTT para potenciar los resultados.

Terapia magnetotérmica: calor con campos magnéticos

En esta terapia se emplean nanopartículas magnéticas, como

las de óxido de hierro. Una vez en el tumor, se exponen a un campo magnético alterno que provoca vibraciones a escala nanométrica y genera calor, destruyendo las células cancerosas [2].

Su ventaja principal es que los campos magnéticos penetran profundamente en el cuerpo sin dañar tejidos, a diferencia de la luz. El reto está en lograr que suficientes nanopartículas lleguen al tumor para generar el calor necesario. Nuevamente, la nanotecnología ayuda mediante recubrimientos que mejoran la biocompatibilidad, prolongan la permanencia en la sangre e incluso permiten guiarlas con imanes externos.

Hacia nanoplateformas multifuncionales

En nuestro Laboratorio de Síntesis de Nanomateriales Luminescentes trabajamos en integrar estas tres terapias en un solo sistema. Diseñamos nanomateriales porosos y luminiscentes capaces de cargar fotosensibilizadores y de incorporar componentes superparamagnéticos.

Así, un único nanosistema puede aplicar simultáneamente PDT, PTT y magnetotermia, creando un efecto combinado más potente contra el cáncer.

Además, investigamos materiales llamados scintiladores, que convierten rayos X en luz visible. Al acoplar fotosensibilizadores a estos materiales, es posible activar la PDT dentro del cuerpo con rayos X, alcanzando tumores profundos donde la luz convencional no llega.

El futuro de las terapias no invasivas contra el cáncer

Estas técnicas no son excluyentes: pueden combinarse en nanomateriales inteligentes y multifuncionales. Al integrar la precisión de la luz, el poder del calor y la penetración de los campos magnéticos y los rayos X, la nanotecnología acerca a la medicina a tratamientos más efectivos, menos dolorosos y altamente selectivos.

El camino hacia una terapia contra el cáncer más humana y avanzada está en marcha, y la nanotecnología es uno de los motores principales de esta transformación. *S*

Referencias

- [1] Cai, Y., Chai, T., Nguyen, W., Liu, J., Xiao, E., Ran, X., Ran, Y., Du, D., Chen, W., & Chen, X. (2025). Phototherapy in cancer treatment: Strategies and challenges. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 10(1), 1–46. <https://doi.org/10.1038/s41392-025-02140-y>
- [2] Liu, X., Zhang, Y., Wang, Y., Zhu, W., Li, G., Ma, X., Zhang, Y., Chen, S., Tiwari, S., Shi, K., Zhang, S., Fan, H. M., Zhao, Y. X., & Liang, X. J. (2020). Comprehensive understanding of magnetic hyperthermia for improving antitumor therapeutic efficacy. *Theranostics*, 10(9), 3793–3815. <https://doi.org/10.7150/thno.40805>.

Si estás viviendo violencia de género, no estás sola. La UNAM tiene cómo acompañarte.



25N
UNAM LIBRE
DE VIOLENCIA
HACIA LAS MUJERES

En la UNAM, cualquier forma de violencia de género es tomada con absoluta seriedad. Si tú o alguien que conoces está atravesando una situación de miedo, presión, acoso, intimidación o agresión, existe un camino claro para recibir apoyo inmediato, orientación y protección.

La Defensoría de los Derechos Universitarios, Igualdad y Atención de la Violencia de Género es el órgano creado por el Consejo Universitario para garantizar el respeto a los derechos establecidos en la Legislación Universitaria en favor de estudiantes, personal académico y administrativo de la UNAM. Su función principal es recibir, orientar y atender quejas relacionadas con actos u omisiones que constituyan violencia de género.

En la Defensoría, profesionales capacitados te escucharán con respeto, sin emitir juicios, bajo estricta confidencialidad y con perspectiva de género. Su labor es acompañarte desde el primer momento: ayudarte a comprender lo que estás viviendo, brindarte contención emocional y ofrecerte las herramientas legales necesarias para que puedas decidir, de manera informada, los pasos que desees seguir.

Puedes acudir incluso si no estás segura de cómo nombrar lo que te ocurre. Basta con acercarte para recibir una primera orientación. Si decides presentar una queja, la Defensoría te apoya a redactarla, recopilar información y solicitar medidas precautorias para protegerte: distanciamiento de la persona agresora, ajustes escolares o laborales, apoyo emocional y jurídico, entre otras acciones pensadas para cuidar tu integridad.

La atención es para cualquier persona de la comunidad universitaria: estudiantes, académicas, administrativos o personal de confianza. También puedes acompañar a alguien más, siempre con su consentimiento.

¿Cómo pedir ayuda?

Teléfono: 55 4161 6048

Correo: genero@defensoria.unam.mx

Sitio web: www.defensoria.unam.mx

Acudir a la Defensoría no te expone ni te revictimiza. Al contrario: es un primer paso para recuperar seguridad, tranquilidad y dignidad. La Universidad está obligada y comprometida a protegerte, escucharte y acompañarte. No tienes que enfrentar la violencia sola. Hay personas preparadas para ayudarte. Siempre. *S*

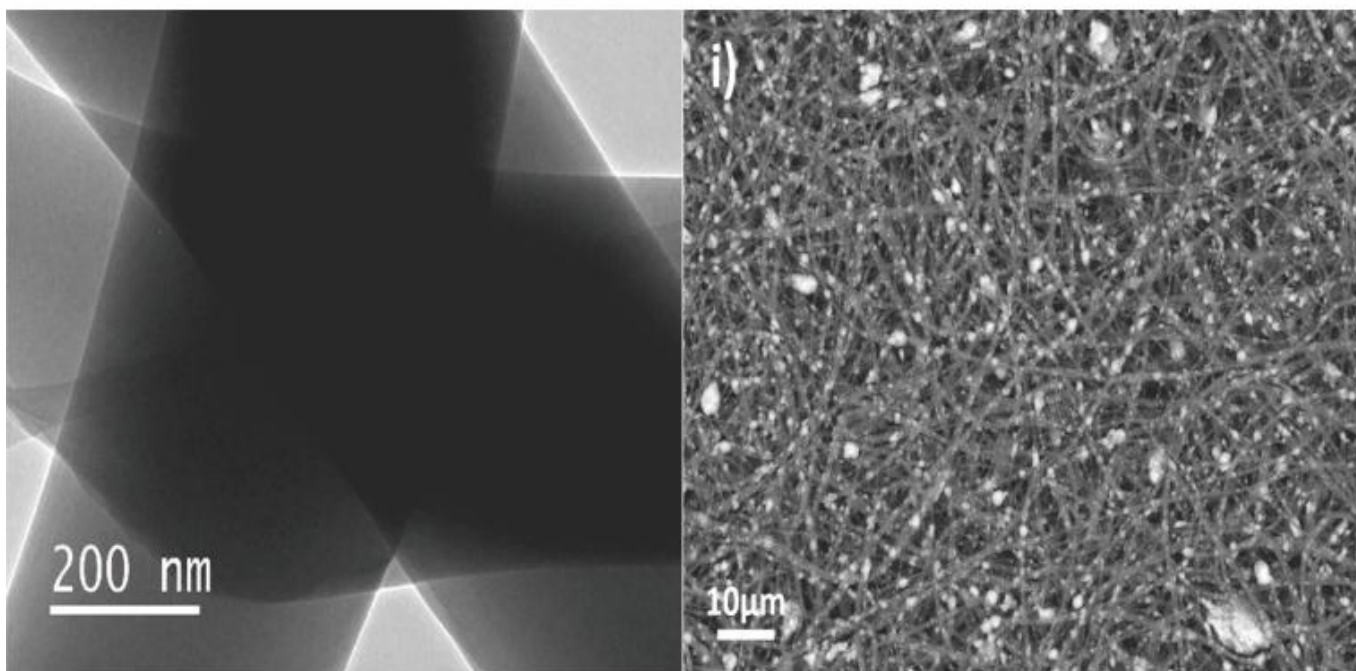
Nanofibras: los hilos invisibles que transforman la energía, el ambiente y la salud

Amelia Olivas Sarabia, Javier Alexander Suárez Barajas
Centro de Nanociencias y Nanotecnología – UNAM, Ensenada, B.C., México.
aolivas@ens.cnyn.unam.mx

¿Qué son las nanofibras?

Las nanofibras son materiales extremadamente delgados, miles de veces más finos que un cabello humano. Su tamaño diminuto les otorga propiedades únicas: una superficie muy grande en relación con su volumen, gran flexibilidad y buena resistencia mecánica. Estas características hacen posible su uso en múltiples campos, desde la medicina hasta la energía y la protección ambiental.

Un rasgo destacado es que, durante su fabricación, las nanofibras pueden combinarse con partículas activas —como metales, óxidos o compuestos biológicos— para dar lugar a materiales híbridos. De esta manera, el soporte fibroso adquiere nuevas capacidades, como catalizar reacciones químicas, descomponer contaminantes, conducir electricidad o liberar medicamentos de manera controlada (Suamte & Babu, 2024).



AMBIENTE



SALUD



ENERGÍA

Figura 1. Nanofibras de acetato de celulosa: innovación en remoción de contaminantes.

¿Cómo se fabrican?

El método más extendido para producirlas es el electrohilado. Consiste en aplicar un campo eléctrico a una solución líquida que se estira hasta formar fibras ultrafinas, las cuales se depositan en una superficie. Este proceso es sencillo y escalable, y permite controlar el grosor, la porosidad y la orientación de las fibras. Además, puede adaptarse a tecnologías emergentes como la impresión 3D, lo que abre la posibilidad de fabricar tapetes, membranas o estructuras tridimensionales con funciones muy específicas (Agarwal et al., 2025).

Aplicaciones en energía

Las nanofibras se estudian como piezas clave en la transición hacia energías más limpias y eficientes. Algunas de sus aplicaciones más prometedoras son:

- Mejoran el rendimiento de baterías y supercondensadores al ofrecer más superficie para las reacciones químicas.
- Transforman luz en electricidad (celdas solares), calor en electricidad (materiales termoeléctricos) o movimiento en señales eléctricas (sensores piezoeléctricos).
- Participan en la generación de hidrógeno a partir de reacciones fotocatalíticas que utilizan la luz solar y nanofibras con partículas activas (Sood et al., 2016).

Aplicaciones en el ambiente

La crisis ambiental también encuentra una aliada en las nanofibras (Agarwal et al., 2025):

- Absorben y capturan metales pesados, colorantes de la industria textil y aceites derramados.
- Aceleran reacciones químicas que degradan compuestos tóxicos en agua, suelo y aire.
- Se prueban tapetes flexibles de nanofibras para recolectar petróleo en derrames, así como microrrobots y nanorrobots capaces de limpiar contaminantes a escala molecular.

Aplicaciones en salud

Uno de los campos más prometedores es la medicina (Suamte & Babu, 2024):

- Las nanofibras pueden imitar la estructura de la matriz extracelular de nuestro cuerpo, sirviendo de andamio (*scaffold*) para que crezcan células y se reparen huesos, piel o vasos sanguíneos.
- Funcionan como apósitos que no solo protegen, sino que también liberan medicamentos de manera controlada.
- Se investigan como sistemas de liberación de fármacos y plataformas para pruebas de laboratorio en miniatura.

- Pueden diseñarse para ser biodegradables y biocompatibles, lo que reduce riesgos al aplicarlas en el cuerpo humano.

Tendencias actuales

En el CNYN-UNAM, así como en otros centros de investigación, se exploran activamente combinaciones de nanofibras con óxidos metálicos como titanio, tungsteno, cobalto o níquel. Estos compuestos muestran un gran potencial para generar hidrógeno, eliminar contaminantes orgánicos y mejorar la eficiencia en dispositivos de almacenamiento eléctrico.

Asimismo, una parte importante de la investigación se orienta hacia la fabricación a gran escala, un paso crítico para que estas tecnologías dejen de ser experimentales y puedan incorporarse a la vida cotidiana.

Conclusiones

Las nanofibras constituyen una herramienta poderosa para enfrentar tres de los grandes retos actuales: la transición energética, la protección ambiental y la salud. Desde baterías más duraderas hasta apósitos avanzados y filtros de agua más efectivos, su potencial es enorme.

Aunque todavía existen desafíos, como disminuir el costo de producción y garantizar la seguridad, todo apunta a que en un futuro cercano estos hilos invisibles desempeñarán un papel clave en el desarrollo de materiales innovadores para un mundo más limpio, saludable y sostenible. *L*

Referencias

- Agarwal, P., et al. (2025). Electrospun nanofiber-based membranes for water purification. *Desalination*, 613, 119086. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2025.119086>
- Sood, R., et al. (2016). Electrospun nanofibers for energy applications. *Nano Energy*, 26, 729–745. <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2016.06.045>
- Suamte, L., & Babu, P. (2024). Advances in nanofiber scaffolds for biomedical applications. *Nano TransMed*, 100055. <https://doi.org/10.1016/j.nanotm.2024.100055>



Prepa a la Ciencia 2025-2.

Dra. Amelia Olivas Sarabia, Académica del CNYN-UNAM, impartió charla titulada “Que son las Nanofibras”, a estudiantes del Colegio de Bachilleres del Estado de Baja California, Plantel Ensenada, Zona Centro en el marco del Festival del Conocimiento 2025.



De polvo a planetas: estudiando discos protoplanetarios en el Instituto de Astronomía

Dr. Ezequiel Manzo Martínez.
Instituto de Astronomía, UNAM, Ensenada.

¿Qué son los discos protoplanetarios? Las estrellas como nuestro Sol nacen dentro de nubes gigantes de gas y polvo, cuyas regiones más densas se contraen debido a la fuerza de gravedad. Estas regiones continúan contrayéndose hasta formar nuevas estrellas, creando también discos de gas y polvo a su alrededor (Figura 1).

Estos discos, llamados discos protoplanetarios, son esenciales porque en ellos se forman los planetas, lunas y asteroides que eventualmente orbitan la estrella recién nacida. En el interior del disco ocurren diversos procesos que desencadenan la formación de planetas en escalas de tiempo de aproximadamente 5 a 10 millones de años, un intervalo muy corto en comparación con otros procesos que ocurren en el universo.



Figura 1:
Representación artística de discos protoplanetarios en varias etapas evolutivas.

La importancia de estudiar los discos protoplanetarios

Los astrónomos buscamos comprender los orígenes del universo, desde la aparición de los primeros átomos y galaxias hasta el nacimiento y evolución de los sistemas planetarios. Al investigar los discos protoplanetarios, recolectamos pistas que nos ayudan a entender cómo se formó nuestro Sistema Solar y cómo podrían formarse otros en diferentes regiones del cosmos.

Estos estudios también permiten evaluar si el Sistema Solar es único por sus características o si es uno más entre muchos sistemas similares. Además, contribuyen a una pregunta fundamental: ¿existe vida fuera de la Tierra? Analizar los discos y los planetas que orbitan otras estrellas —los llamados exoplanetas— nos ayuda a explorar si existen condiciones semejantes que favorezcan el desarrollo de la vida como la conocemos.

Procesos físicos y químicos

Dentro de los discos ocurren numerosos procesos simultáneos. El polvo crece desde tamaños diminutos del orden de 5×10^{-7} cm hasta alcanzar dimensiones de centímetros, metros y, finalmente, kilómetros. Los cuerpos más grandes, llamados planetesimales, pueden migrar hacia la estrella, chocar entre sí o incluso caer en ella.

Por otro lado, los granos de polvo pueden encontrarse en estado amorfo o cristalino, dependiendo de la zona del disco. El gas también experimenta diversos procesos: una fracción es absorbida por la estrella, mientras que otra es expulsada en forma de vientos estelares o dispersada por la radiación ultravioleta y los rayos X.

Existe además una región donde el polvo se sublima (pasa del estado sólido al gaseoso) muy cerca de la estrella, debido a las altas temperaturas del orden de 1400 kelvin, y zonas llamadas líneas de nieve, donde moléculas como el agua (H_2O) cambian de estado, pasando del hielo al vapor. En los discos se forman también moléculas complejas que pueden evolucionar hacia estructuras orgánicas más sofisticadas, componentes fundamentales para el desarrollo de la vida.

¿Cómo los observamos?

Según el tipo de información que se busca, se utilizan diferentes telescopios e instrumentos. El interferómetro ALMA en Chile, que consta de 66 antenas que se pueden separar varios kilómetros para obtener mucha resolución, ha permitido obtener imágenes detalladas de los discos observando el brillo del polvo en longitudes de onda milimétricas o detectando la emisión del gas mediante transiciones moleculares como la del monóxido de carbono (CO) (Figura 2).

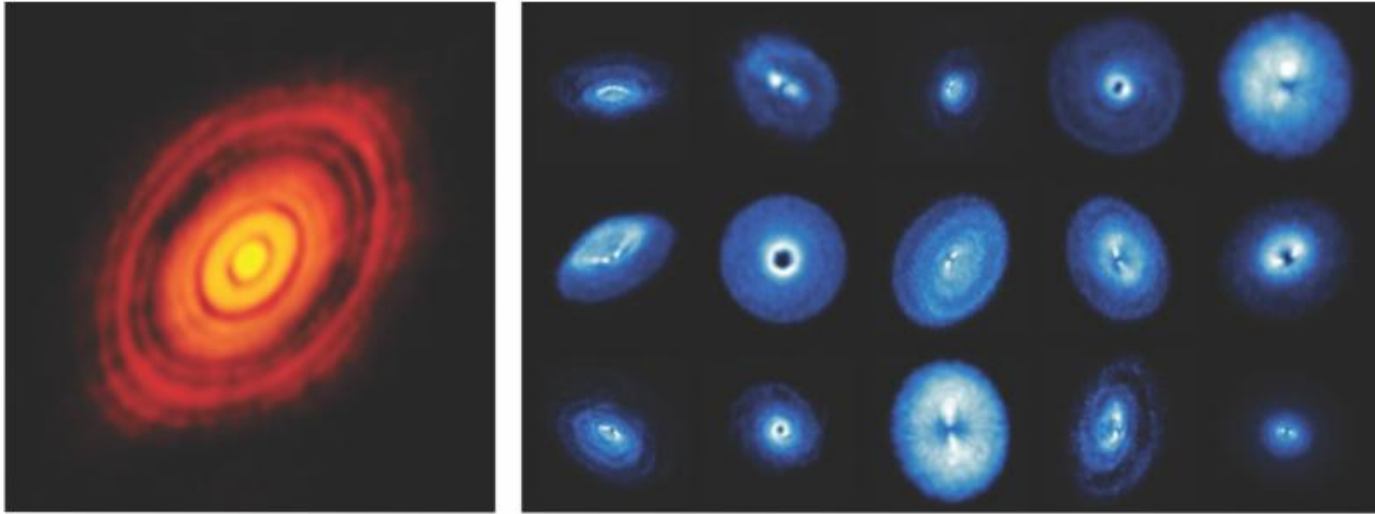


Figura 2. Imagen del polvo del disco HL Tau obtenida con ALMA (izquierda, ALMA Partnership, 2014) y emisión de ^{12}CO de varios discos (derecha, EXO-ALMA collaboration, 2025).

Estas observaciones revelan las propiedades y el comportamiento tanto del gas como del polvo. Por su parte, el telescopio espacial James Webb aporta datos en el infrarrojo, permitiendo estudiar la composición y tamaño de los granos de polvo en las regiones más cercanas y calientes del disco, a distancias menores de 2 unidades astronómicas (ua). Estas son las distancias típicas a las que orbitan la mayor parte de los más de 6000 exoplanetas descubiertos hasta hoy.

Además, las observaciones de los espectros infrarrojos del JWST muestran una química rica y variada en los discos: algunos son abundantes en moléculas derivadas del carbono, mientras que otros presentan menor contenido de este elemento. Todo ello abre nuevas interrogantes sobre la diversidad de los sistemas planetarios (Figura 3).

Modelos y simulaciones de discos.

Para explicar las observaciones y verificar teorías, se desarrollan modelos teóricos que pueden compararse directamente con los datos obtenidos por telescopios. En mi caso, estudio las propiedades de los discos mediante el uso y desarrollo de modelos conocidos como *D'Alessio Irradiated Accretion Disk models* (DIAD), que calculan la estructura física del disco —presión, temperatura y densidad— en función del radio y la altura (Figura 4), dados varios ingredientes iniciales como la composición y tamaño de los granos de polvo, las propiedades de la estrella central, diferentes mecanismos de calentamiento, la eficiencia con la que opera la viscosidad, entre otros.

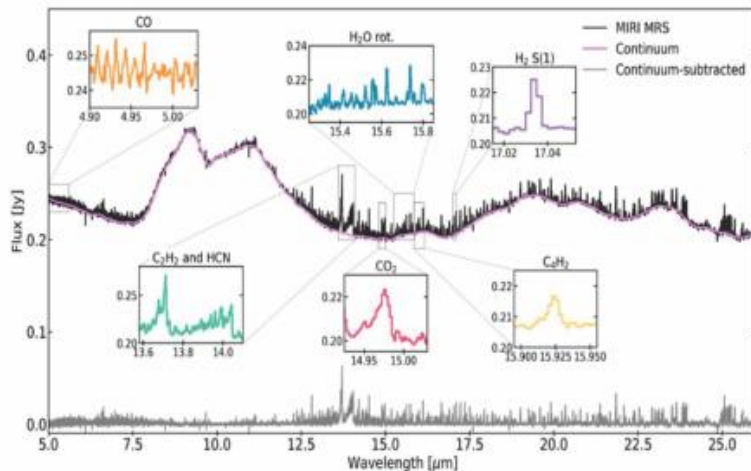


Figura 3. Espectro JWST del disco DoAr33 (Colmenares et al. 2024) que muestra la emisión de diferentes moléculas presentes en el disco.

Estos modelos permiten simular cómo un disco con determinadas propiedades emite luz a distintas longitudes de onda, generando observaciones “sintéticas” que pueden compararse con las reales. Esta comparación directa ayuda a entender y explicar los fenómenos observados y a replantear los modelos cuando no logran reproducir ciertas observaciones.

Figura 4.

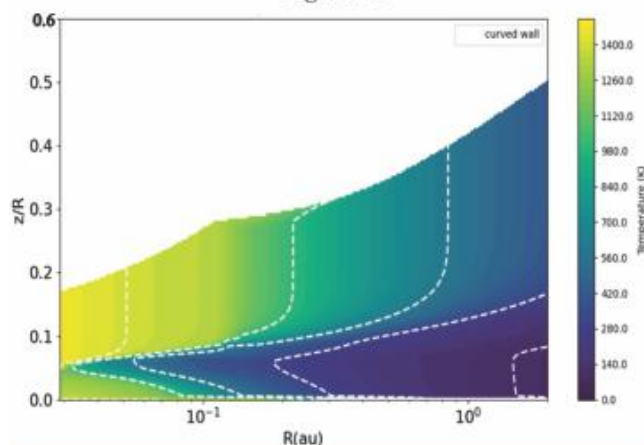


Figura 4: Temperatura en el interior del disco para un modelo dado (Manzo-Martínez et al., en preparación). El eje horizontal muestra el radio y el eje vertical la altura. Los colores indican la temperatura y las líneas corresponden a contornos de temperatura constante.

Los modelos DIAD fueron desarrollados por la astrónoma Paola D'Alessio (1964 – 2013), investigadora del IRyA-UNAM, quien fue reconocida internacionalmente por sus aportes al estudio de los discos protoplanetarios. Sus investigaciones permitieron, entre otras cosas, demostrar que los granos más grandes tienden a asentarse en el plano medio del disco, mostrar que incluso los discos jóvenes muestran altos niveles de asentamiento y predecir la existencia de brechas y agujeros grandes entre el disco y la estrella, posteriormente confirmados por observaciones del interferómetro ALMA.

También se han empleado estos modelos para determinar la composición del polvo y las abundancias de granos cristalinos y amorfo en las regiones internas del disco, gracias al modelado de espectros en el infrarrojo medio obtenidos por los telescopios Spitzer y James Webb.

¿Qué sigue en el modelaje de discos?

En colaboración con el grupo MODELA (*Models and Observations of Disk Evolution in Latin America*), que incluye miembros del Instituto de Astronomía de la UNAM, hemos desarrollado un modelo que caracteriza con mayor realismo la pared de sublimación del polvo, la zona donde el material sólido se vaporiza por efecto del calor cercano a la estrella (ver imagen de la portada).

Nuestro modelo permite predecir la forma y emisión de esta pared en distintas longitudes de onda, con un enfoque mucho más realista que el realizado en estudios previos. Con él, podremos reproducir los espectros observados por el telescopio James Webb y comprender mejor las regiones internas del disco, a escalas menores a 2 ua.

Asimismo, los modelos DIAD se están aplicando para estudiar el gas en los discos y reproducir la emisión de moléculas observadas en estrellas jóvenes, con el fin de caracterizar sus abundancias. Este trabajo, enfocado en entender las regiones más internas de los discos protoplanetarios, está adquiriendo gran relevancia internacional.



Figura 5: Representación de la pared de sublimación de polvo cerca de la estrella.

Epílogo

El estudio de los discos protoplanetarios no solo aborda la formación de planetas, sino también las condiciones iniciales necesarias para la aparición de vida. Analizar la química y la dinámica de estos discos nos permite identificar entornos potencialmente habitables fuera de nuestro Sistema Solar y comprender mejor nuestros propios orígenes. *S*

Nota: 1 unidad astronómica (ua) = 1.49×10^8 km, distancia promedio de la Tierra al Sol.

El enigmático helio superfluido: un viaje a lo más extraño de la materia

Javier Alonso López Medina

SECIHTI – IxM, Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
Carretera Tijuana-Ensenada Km 107, B.C., C.P. 22800, México

En el mundo de la física existen fenómenos tan sorprendentes que parecen sacados de la ciencia ficción. Uno de los más fascinantes es el **helio superfluido**, un estado de la materia en el cual este gas noble líquido pierde por completo su viscosidad y fluye sin resistencia alguna (Nakai et al., 1996).

Descubierto en la década de 1930, el helio superfluido no solo desafía nuestra intuición, sino que también ha abierto una ventana a nuevas tecnologías y a la comprensión de la física cuántica a escala macroscópica.

Cuando el isótopo helio-4 se enfría por debajo de los **2.17 kelvin** (aprox. $-271\text{ }^{\circ}\text{C}$), ocurre una transición llamada **punto lambda**. En ese instante, el líquido entra en estado superfluido y adquiere propiedades sorprendentes:

1. **Cero viscosidad:** fluye sin fricción, incluso a través de capilares imposibles para un líquido común.
2. **Efecto fuente:** el líquido puede “trepar” por las paredes de un recipiente y derramarse en contra de la gravedad.
3. **Altísima conductividad térmica**, capaz de transportar calor casi instantáneamente.
4. **Movimiento colectivo cuántico**, donde los átomos actúan como un solo ente, un “condensado de Bose-Einstein”.

En el caso del helio-3, un isótopo más raro, la superfluidez se alcanza a temperaturas mucho más bajas, mediante un mecanismo relacionado con pares de átomos similares a los **pares de Cooper** en la superconductividad (Minowa et al., 2022).

El helio superfluido representa un laboratorio natural para explorar la física cuántica a gran escala. Mientras que los efectos cuánticos suelen estar confinados al mundo microscópico, en este caso se manifiestan en un líquido visible y manipulable, lo que lo convierte en una herramienta esencial para comprender la materia condensada y fenómenos como la superconductividad.

Aunque producirlo es complejo —requiere refrigeración extrema y helio líquido altamente purificado— sus **aplicaciones son reales y cruciales**. Entre ellas destacan:

- **Refrigeración criogénica avanzada**, necesaria para estudiar materiales superconductores, semiconductores cuánticos y circuitos de computación cuántica.
- **Astronomía y exploración espacial**, donde instrumentos como detectores infrarrojos en satélites (ej. telescopio espacial *Spitzer*) dependen del helio superfluido para mantenerse en condiciones óptimas (Noble et al., 2024; Seidel & Enss, 2024).

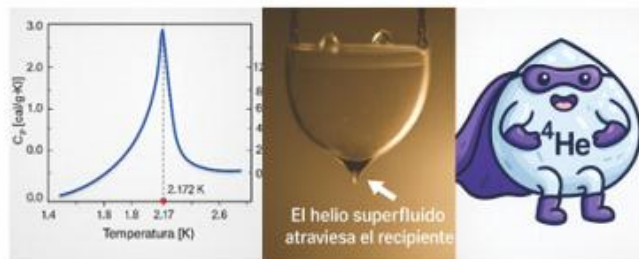


Figura 1. (a) El punto lambda del helio-4 ocurre a 2.17 K, debajo del cual se transforma en helio-II, un estado superfluido con viscosidad nula y conductividad térmica elevada. (b) El helio superfluido no puede confinarse en recipientes convencionales, pues se escurre a través de paredes microscópicas debido a su viscosidad cero.

- **Metrología y sensores de precisión**, en la construcción de giroscopios cuánticos y dispositivos que miden la rotación terrestre con una exactitud sin precedentes (Yu & Luo, 2025).

Más allá de la investigación básica, se prevé que el helio superfluido juegue un papel clave en el desarrollo de **tecnologías cuánticas emergentes**. En un mundo cada vez más dependiente de la detección precisa, la computación cuántica y la exploración espacial, su relevancia continuará en ascenso.

En última instancia, este fenómeno nos recuerda que la materia puede adoptar formas insospechadas, rompiendo barreras de lo que creemos posible. El helio superfluido es un ejemplo único de cómo la física revela comportamientos ocultos de la naturaleza que pueden revolucionar la ciencia y la tecnología.

Agradecimientos

Este artículo de divulgación fue financiado parcialmente por la DGAPA-UNAM, a través de los proyectos PAPIIT IN110424 e IG101124.

Referencias

- Minowa, Y., Geng, X., Kokado, K., Sato, K., Kameyama, T., Torimoto, T., & Ashida, M. (2022). Optical trapping of nanoparticles in superfluid helium. *Optica*, 9(1), 139–144. <https://doi.org/10.1364/OPTICA.445624>
- Nakai, H., Kimura, N., Murakami, M., Haruyama, T., & Yamamoto, A. (1996). Superfluid helium flow through porous media. *Cryogenics*, 36(9), 667–673. [https://doi.org/10.1016/0011-2275\(96\)00030-6](https://doi.org/10.1016/0011-2275(96)00030-6)
- Noble, M. T., Guthrie, A., Jennings, A., Kafanov, S., Poole, M., Sarsby, M., Wilcox, T., & Tsepin, V. (2024). Aluminum nanosized beams as probes of superfluid 4He. *Applied Physics Letters*, 125(7), 073502. <https://doi.org/10.1063/5.0221940>
- Seidel, G. M., & Enss, C. (2024). Use of superfluid helium to observe directionality of galactic dark matter. *Journal of Low Temperature Physics*, 216(5–6), 577–585. <https://doi.org/10.1007/s10999-024-03170-6>
- Yu, Y., & Luo, H. (2025). Toward a microscopic picture of superfluid helium-4. *International Journal of Modern Physics B*, 39(16), 2550132. <https://doi.org/10.1142/S0217979225501322>

Nanobiotecnología en acción: el poder de las lacasas bacterianas contra la contaminación

Francisco Gasteazoro y Norma A. Valdez-Cruz

Departamento de Bionanotecnología, Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM, Ensenada, B.C., México.

adri@ens.cnyn.unam.mx

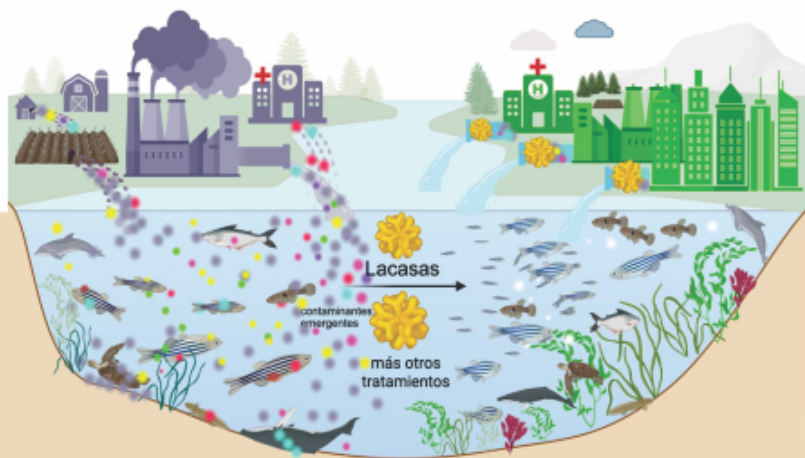


Figura 1. Posible aplicación de lacasas bacterianas para biotransformar contaminantes, mejorando la calidad del agua y la salud de los ecosistemas acuáticos. Creado en BioRender.

Nuestro planeta azul está cubierto en un 75 % por agua. Sin embargo, solo el 0.26 % de este recurso es utilizable por los seres humanos. Es decir, de los 1,390 millones de km³ de agua existentes, apenas una mínima fracción está disponible para consumo humano, agricultura e industria. Por ello, es fundamental cuidar el agua, evitar su contaminación y, cuando sea necesario, descontaminarla.

Desde mediados del siglo XX, se ha hecho evidente que muchas sustancias químicas liberadas al ambiente tienen consecuencias nocivas. Un ejemplo emblemático es el uso indiscriminado de pesticidas como el DDT, denunciado por Rachel Carson en su libro *Primavera silenciosa*, donde expuso los efectos adversos de estos compuestos sobre los ecosistemas. Desde entonces, el uso de muchos productos químicos ha sido cuestionado por su impacto ambiental y su relación con enfermedades neurológicas, cáncer, asma y alteraciones reproductivas.

La contaminación ambiental ha estado presente en eventos históricos, como la Gran Niebla de Londres en 1952, que causó entre 5,000 y 12,000 muertes y llevó a reformas legislativas sobre calidad del aire. En 1969, el río Cuyahoga, en Cleveland, se incendió por los vertidos de aceite, lo que impulsó la creación de la Ley de Agua Limpia en Estados Unidos. En India, un derrame de pesticida ocurrido hace más de 40 años sigue teniendo presencia en suelos y aguas, y se le vincula con más de 15,000 muertes.

En el año 2000 surgió una nueva preocupación: los **contaminantes emergentes (CEs)**, presentes en productos de uso cotidiano —plásticos, medicamentos, cosméticos y pesticidas— que no siempre son eliminados por los

tratamientos convencionales de agua. La red internacional **NORMAN** trabaja en su identificación y clasificación. Estos compuestos pueden alterar el sistema hormonal, inducir toxicidad o modificar el comportamiento animal.

Por ejemplo:

- El **bisfenol A (BPA)**, presente en plásticos, se ha relacionado con cáncer.
- El **triclosán**, presente en desodorantes y talcos, afecta el sistema hormonal.
- Los **parabenos**, utilizados en cosméticos, alteran la fertilidad en fauna acuática.
- El **diclofenaco** es tóxico para aves carroñeras.
- La **amoxicilina** genera daños genéticos en organismos acuáticos.
- La **fluoxetina** interfiere con el comportamiento reproductivo de los peces.

Una estrategia sostenible para enfrentar estos contaminantes es la **biorremediación**, que emplea microorganismos o enzimas para transformarlos o degradarlos. Las enzimas tienen ventajas sobre los microorganismos, ya que pueden actuar sin requerir nutrientes específicos. Su efectividad depende de su estabilidad, especificidad y condiciones ambientales, aspectos que pueden mejorarse mediante **ingeniería de proteínas**.

Entre las enzimas más prometedoras están las **lacasas bacterianas**, capaces de oxidar una amplia variedad de CEs, como disruptores endócrinos, colorantes, pesticidas y

antibióticos. A diferencia de las lacasas fúngicas, las bacterianas ofrecen mayor estabilidad térmica, tolerancia a pH extremos y resistencia a solventes orgánicos o a alta salinidad, lo que las hace ideales para usarse en ambientes contaminados.

Estas enzimas pueden producirse a gran escala mediante **expresión recombinante en bacterias**, acumulándose frecuentemente en **cuerpos de inclusión**, estructuras densas que facilitan su purificación y, bajo condiciones adecuadas, conservan actividad catalítica. Además, la ingeniería de proteínas ha permitido fusionar lacasas con **proteínas autoensamblables**, como cápsides virales, generando **nanoestructuras proteicas** que mejoran la estabilidad, protegen contra la degradación y permiten su reutilización en entornos contaminados.

Por ejemplo:

- Lacasas de *Streptomyces*, *Enterobacter* y *Pseudomonas* han demostrado transformar BPA.
- Las de *Bacillus subtilis* degradan pesticidas como lindano y endosulfán, así como antibióticos como tetraciclina y ampicilina.

La combinación de producción recombinante, ensamblaje nanoestructural y alta eficiencia catalítica posiciona a las lacasas bacterianas como herramientas clave en la **nanobiotecnología ambiental**. Este trabajo se enmarca en las líneas de investigación del Departamento de Bionanotecnología del CNYN, donde se desarrollan estrategias innovadoras basadas en proteínas recombinantes y nanoestructuras funcionales para enfrentar retos ambientales. Agradecemos el financiamiento de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), CF-2023-I-1549. *S*

Referencias seleccionadas

- Carson, R. (2010). *Primavera silenciosa* (1ª ed., J. Fernández de la Sota, Trad.). Editorial Crítica. (Obra original publicada en 1962)
- Arregui, L. et al. *Microbial Cell Factories*, 18, 1–33 (2019).

Reseña del libro

Héroes Moleculares

Burciaga-Flores Mirna
CNYN-UNAM. Departamento de Modelación de Nanomateriales,
mirna.b.flores@ens.cnyun.unam.mx



En el interior de cada célula existe un universo microscópico lleno de acción, donde moléculas como genes, proteínas y anticuerpos actúan como guardianes que nos protegen y combaten amenazas invisibles. *Héroes Moleculares* (ISBN: 978-607-8734-84-9) invita al lector a explorar este mundo fascinante y muestra cómo la biotecnología se inspira en estos pequeños protagonistas para desarrollar herramientas innovadoras contra enfermedades como el cáncer, los virus y las bacterias.

Lo que distingue a este libro es su capacidad de explicar, de manera sencilla y clara, conceptos y técnicas especializadas que usualmente permanecen en los laboratorios. Desde el diseño de fármacos biológicos hasta la optimización de moléculas para crear medicamentos más efectivos, cada capítulo conduce al lector hacia la frontera del conocimiento científico, manteniendo siempre un estilo accesible y ameno.

Además, *Héroes Moleculares* incorpora actividades interactivas dirigidas a los más jóvenes. Estas dinámicas permiten que los niños aprendan jugando, experimenten la emoción del descubrimiento y se acerquen a la ciencia de forma divertida. Así, el libro se convierte en una herramienta de divulgación para todas las edades: los adultos encontrarán explicaciones claras y rigurosas, mientras que los niños y jóvenes tendrán un primer contacto lúdico con la biotecnología aplicada a la salud.

Este proyecto es resultado de la colaboración entre el Departamento de Modelación de Nanomateriales del CNYN-UNAM y la Unidad de Biotecnología Médica y Farmacéutica del CIATEJ A.C., instituciones que unen esfuerzos para acercar la ciencia a la sociedad con un enfoque inspirador y creativo.

Héroes Moleculares es más que un libro: es una aventura científica que demuestra cómo los protagonistas más pequeños, invisibles a simple vista, están cambiando vidas y transformando la medicina del futuro. *S*

El libro puede descargarse de manera gratuita en el siguiente enlace:
https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_685300a3bbf32.pdf

Dióxido de carbono (CO₂): materia prima a partir de los gases de efecto invernadero (GEI)

Zuli Richards Figueroa^{1,2}, Jorge Noé Díaz de León Hernández²

¹CICESE en Nanociencias

²CNyN-UNAM, Departamento de Nanocatálisis

zulirichards@ens.cnyn.unam.mx, noejd@ens.cnyn.unam.mx

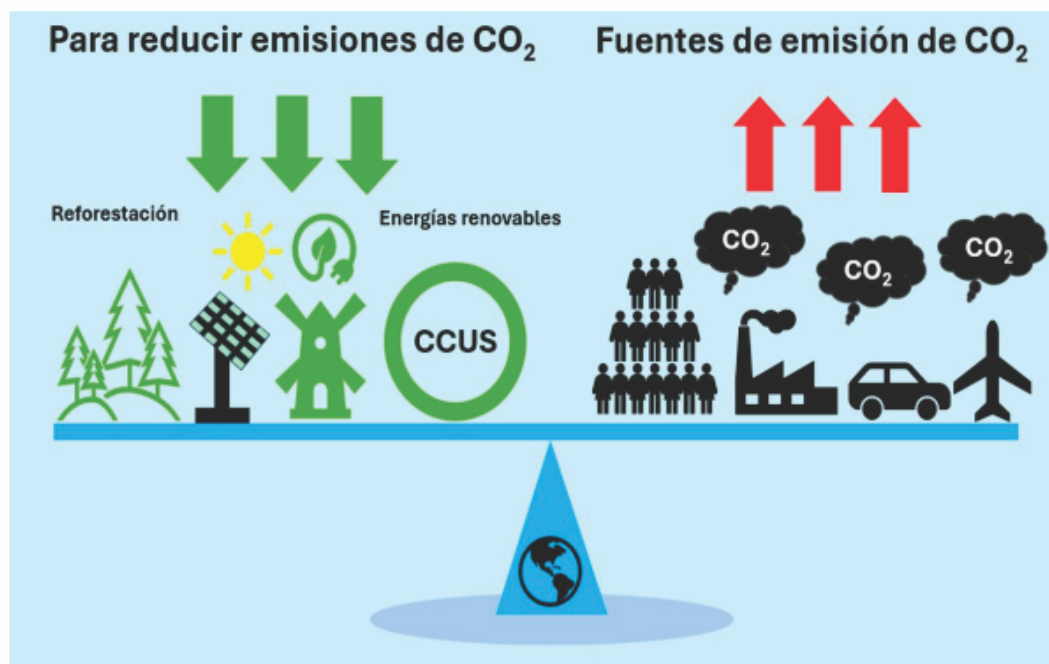


Figura 1. Fuentes de emisión de CO₂ y alternativas para reducirlas. Autoría propia

Introducción

En las últimas décadas se han registrado cambios acelerados en la concentración de algunos gases en la atmósfera, lo que ha provocado un aumento considerable de la temperatura de la Tierra. Este fenómeno se asocia con el derretimiento del casquete polar, la reducción del tamaño de los glaciares, el incremento del nivel del mar y la acidificación de los océanos. A este conjunto de fenómenos se le denomina *cambio climático*, mientras que al incremento de gases debido a actividades humanas se le conoce como *intensificación del efecto invernadero* [1].

El cambio climático se acelera por múltiples actividades humanas: desde procesos industriales, uso de combustibles en el transporte, tala indiscriminada, cambios de uso de suelo no regulados, hasta actividades cotidianas como la respiración.

Concentración de CO₂ en la atmósfera

La atmósfera está compuesta químicamente por un 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y un 1% de otros gases, entre los que se encuentra el dióxido de carbono (CO₂). Es en la troposfera donde se ha registrado el aumento en su concentración. Aunque el nivel actual pueda parecer bajo —426 ppm (partes por millón) [2]—, el impacto es significativo.

Cada persona emite en promedio 4.8 toneladas de CO₂ al año. Considerando que la población mundial alcanzó los 8,292,547,000 habitantes al 27 de mayo de 2025, las emisiones anuales suman alrededor de 39,804 millones de toneladas. En 2024 se emitieron 37,410 millones de toneladas a nivel mundial, lo que confirma que la tendencia continúa al alza.

El transporte como fuente de emisiones

El sector transporte contribuye de forma importante a las emisiones de CO₂. Un vuelo comercial emite aproximadamente 246 g por km-pasajero, mientras que un automóvil promedio genera 170 g por km-pasajero. Considerando que circulan alrededor de 1,640 millones de vehículos en el mundo, el impacto global es enorme, aunque es difícil estimar una cifra exacta sin conocer las distancias promedio recorridas [3].

Esto refleja que, aunque el transporte aéreo tiene una huella individual mayor, el número masivo de automóviles lo convierte en un contribuyente clave al total de emisiones.

Captura y uso del CO₂

Una alternativa emergente es el uso del CO₂ como materia prima, en un enfoque denominado *captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS, por sus siglas en inglés)*.

Este consiste en capturar el CO₂ emitido, almacenarlo de forma segura o reutilizarlo en distintos procesos. Entre sus aplicaciones destacan:

- Producción de combustibles y compuestos de alto valor agregado (metano, metanol, urea).
- Fabricación de materiales de construcción como el cemento.
- Uso como solvente en estado supercrítico para la extracción de cafeína.
- Aplicaciones en la industria alimentaria y de bebidas [4].

Es importante señalar que esta estrategia no sustituye a la reducción de emisiones, sino que la complementa.

Hidrogenación de CO₂

Para que la hidrogenación de CO₂ sea factible y sostenible, se requiere que el suministro de energía renovable sea asequible, dado que se trata de un proceso altamente demandante de energía. Un ejemplo exitoso es la planta George Olah en Islandia, donde se producen 5,600 toneladas de metanol al año a partir de CO₂. No obstante, aún es necesario desarrollar catalizadores más activos, estables y selectivos para esta reacción [4].

Investigación en el CNYN

A nivel internacional se estudian catalizadores con diferentes composiciones y soportes. En el CNYN-UNAM, nuestro grupo de investigación desarrolla catalizadores nanoestructurados enfocados en abordar problemáticas ambientales mediante procesos catalíticos más eficientes [5]. Estos esfuerzos buscan incrementar la viabilidad de la hidrogenación de CO₂ y contribuir al aprovechamiento sostenible de este gas de efecto invernadero. 

Referencias

1. United States Environmental Protection Agency (EPA). (2025, May 5). *Frequently asked questions about climate change*.
<https://www.epa.gov/climatechange-science/frequently-asked-questions-about-climate-change#climate-change>
2. Lan, X., Tans, P., & Thoning, K. W. (2025, June 5). *Trends in globally averaged CO₂ determined from NOAA Global Monitoring Laboratory measurements*.
<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/global.html>
3. Ritchie, H. (2023, August 30). *Which form of transport has the smallest carbon footprint? Our World in Data*.
<https://ourworldindata.org/travel-carbon-footprint>
4. International Energy Agency (IEA). (2019). *Putting CO₂ to use: Creating value from emissions*.
5. Díaz de León Hernández, J. N. (2023). *Grupo de Catálisis Ambiental*.
<https://sites.google.com/view/noejd21>

¡Haz ciencia de materiales en Ensenada! Ingresa al Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales (PCEIM) Sede CNYN-UNAM, Ensenada.

 Te gustaría investigar materiales que transformen sectores como el de la energía, el de la salud, el de la catálisis, el de las telecomunicaciones, el de la industria o el del ambiente? Esta es tu oportunidad: el Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales (PCEIM) de la UNAM abre admisiones para su Maestría y Doctorado, y ahora puedes cursarlo en la subselección del Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNYN) en Ensenada.

¿Por qué elegir la sede en Ensenada?

- En Ensenada formarás parte de un entorno de investigación de vanguardia, aprovechando la infraestructura del CNYN (laboratorios especializados en películas delgadas, nanocaracterización, nanoestructuras, catálisis, superficies, etc.).
- Colaborarás con investigadores de nivel internacional que trabajan en líneas de investigación como materiales avanzados, nanociencia, nanoestructuras, catálisis y modelación de materiales.

¿A quién va dirigido?

- Estudiantes de licenciatura o de maestría, provenientes de áreas como física, química, ingeniería o afines, con interés en generar nuevo conocimiento y resolver retos con materiales reales.

¿Cómo ingresar?

Consulta los detalles de la convocatoria, los requisitos y el plan de estudios en la página oficial del PCEIM. El CNYN-UNAM te ofrece atención local, orientación personalizada y la posibilidad de desarrollar una tesis en la región.

Ubicación: Km 107 Carretera Tijuana-Ensenada, Apdo. Postal 14, CP 22800, Ensenada, B.C., México.

Haz que tu curiosidad por los materiales se convierta en investigación de impacto. En Ensenada te espera un programa que combina potencia académica con un entorno único. No dejes pasar esta oportunidad: inscríbete y sé parte de la próxima generación que diseñará los materiales del futuro. 

Fechas importantes:

Publicación de convocatoria en página web de la CGEP y gaceta UNAM: 18 de noviembre de 2025.

Publicación de instructivos en página web del PCEIM: 18 de noviembre de 2025.

Entrega de Protocolo de investigación, aspirantes a doctorado: 27 al 30 de abril de 2026.

Examen psicométrico: 14 de abril de 2026.
Exámenes de admisión: 18 de mayo de 2026.

Sitios de Interés: www.cnyn.unam.mx, pceim.posgrado.unam.mx,
<https://www.gaceta.unam.mx/wp-content/uploads/2025/11/251118-suplemento-posgrado-noviembre2025.pdf>

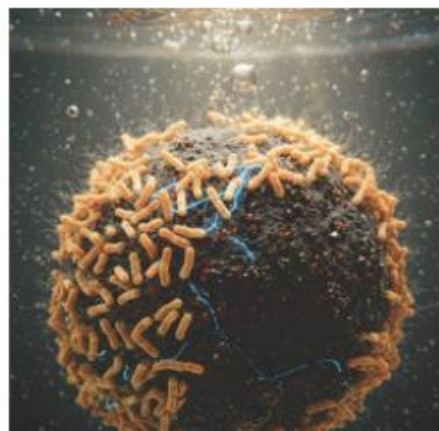
Transformar residuos en energía: una solución sostenible desde la nanotecnología

Miguel Ángel Armenta Gutiérrez (miguel.armenta249911@potros.itson.edu.mx)

Instituto Tecnológico de Sonora

Eurydice Carolina Arroyo Sahagún

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ensenada (TecNM-ITE)



La generación de energía a partir de residuos orgánicos es una estrategia prometedora para reducir el impacto ambiental y avanzar hacia una economía más sostenible. Una vía para lograrlo es optimizar la digestión anaerobia, tecnología que descompone la materia orgánica en ausencia de oxígeno y produce biometano como producto principal. Este gas es una fuente de energía renovable con menores emisiones que los combustibles fósiles; no obstante, su producción puede verse limitada si no se optimizan aspectos como la transferencia de electrones entre las bacterias que llevan el proceso.

Para atender esta limitación se propone un material conductor: nanopartículas de óxido de hierro (Fe_3O_4) soportadas en carbón activado granular. El carbón activado, altamente poroso, favorece la adhesión microbiana, mientras que el óxido de hierro mejora la interacción entre microorganismos.

Resultados preliminares de laboratorio

Los datos cuantitativos que se reportan a continuación forman parte de una investigación en curso; se presentan como resultados preliminares sujetos a verificación adicional y posibles ajustes en etapas posteriores.

Al incorporar 1.5% de Fe_3O_4 al soporte se observó un incremento notable en la producción de metano. También se evaluó una carga de 3%, que superó al control pero no al 1.5%, lo que se atribuye al bloqueo de poros a cargas más altas y a la consecuente disminución de la interacción con los microorganismos.

De forma representativa, la eficiencia de conversión de residuos a metano alcanzó 97.1%, frente al 72.1% del sistema

de control sin aditivos. El rendimiento de metano llegó a 388.1 mL $\text{CH}_4 \text{ g}^{-1}$ de residuo tratado, comparado con 286.6 mL $\text{CH}_4 \text{ g}^{-1}$ del sistema convencional. Además, se observó una mayor eliminación de intermedios inhibitorios —como etanol, ácido acético y ácido propiónico—, lo que sugiere una descomposición más completa de la materia orgánica.

Un valor añadido de este enfoque es su viabilidad económica: tanto el carbón activado como el hierro son materiales accesibles, lo que abre la puerta a su implementación a mayor escala (por ejemplo, en plantas de tratamiento de aguas residuales o sistemas municipales de gestión de residuos).

Más allá de los datos técnicos, esta línea de trabajo muestra que soluciones sostenibles pueden surgir de la combinación de ciencia, creatividad y materiales simples. Al transformar residuos en energía limpia de manera más eficiente, se da un paso firme hacia la economía circular y la mitigación del cambio climático.

Se agradece el apoyo de la Dra. A. Olivas que ha sido fundamental para la realización de esta investigación. 

Referencias

- Kassab, G., Khater, D., Odeh, F., Shatanawi, K., Halalsheh, M., Arafah, M., & van Lier, J. B. (2020). Impact of nanoscale magnetite and zero-valent iron on the batch-wise anaerobic co-digestion of food waste and waste-activated sludge. *Water*, 12(5), 1283. <https://doi.org/10.3390/w12051283>.
- Orrantia, M., Armenta, M. A., Alvarez, L. H., Burboa-Charis, V. A., Meza-Escalante, E. R., Olivas, A., ... Maytorena, V. M. (2024). Enhanced methane production via anaerobic digestion assisted with Fe_3O_4 nanoparticles supported on microporous granular activated carbon. *Fuel*, 360, 130517. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.130517>.

Efecto de la morfología del ZnO en la degradación de contaminantes

Karina Portillo-Cortez, Sergio Fuentes-Moyado, Uriel Caudillo-Flores*
Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Nanociencias y Nanotecnología
*ucaudillo@ens.cnyn.unam.mx

En la actualidad, el uso excesivo de productos farmacéuticos —como antibióticos, analgésicos, antidepresivos, hormonas y medicamentos contra el cáncer— representa una creciente preocupación social, ya que algunos de estos compuestos pueden inducir mutaciones genéticas y efectos crónicos en organismos vivos. La contaminación persistente y a gran escala generada por estos fármacos, de naturaleza orgánica, dificulta su remoción eficiente mediante los tratamientos convencionales de agua.

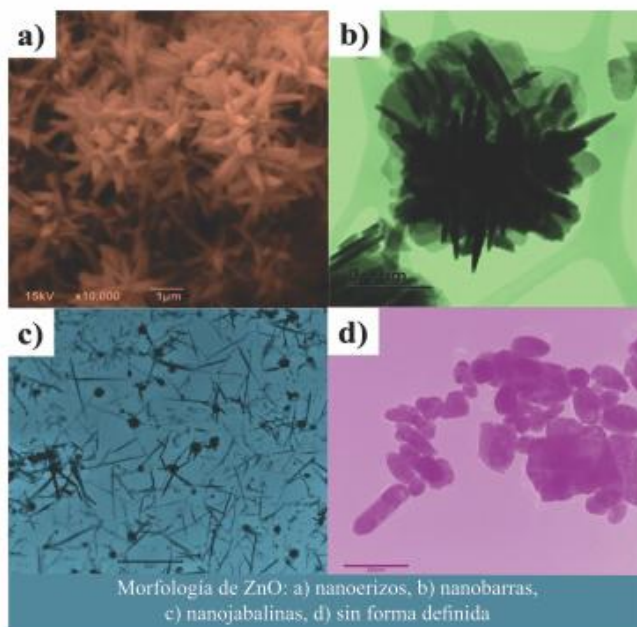
Una alternativa prometedora es la **fotocatálisis heterogénea (FH)**, proceso que implica la descomposición de contaminantes utilizando nanomateriales fotocatalizadores activados por luz solar o artificial. Al ser irradiados, estos materiales generan pares electrón-hueco (e^-/h^+), esenciales para producir especies reactivas capaces de convertir los fármacos en compuestos inocuos como agua y dióxido de carbono.

Entre los fotocatalizadores disponibles (TiO_2 , ZnO, ZnS, $\text{g-C}_3\text{N}_4$), destaca el **óxido de zinc (ZnO)** por su buena respuesta fotocatalítica, estabilidad térmica, bajo costo, abundancia, no toxicidad y facilidad de síntesis. No obstante, una limitante importante es su alta tasa de recombinación de portadores de carga, lo cual reduce la eficiencia en la degradación de contaminantes.

Una de las estrategias que se ha explorado para superar las limitaciones del ZnO es controlar su morfología durante la síntesis, obteniendo estructuras como nanoalambres, nanobarras, nanotubos, nanoerizos, nanoflores, nanofojas y nanotetrapodos. Estas nanoformas permiten mejorar propiedades clave del material, como:

- i) la separación y el transporte eficiente de los portadores de carga,
 - ii) el aumento en la disponibilidad de sitios activos, y
 - iii) un mayor aprovechamiento de la luz incidente.
- Estas mejoras se traducen directamente en una mayor eficiencia fotocatalítica.

En el Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNyN), se han obtenido fotocatalizadores de ZnO con morfologías controladas —nanoerizos, nanobarras y nanojabalinas—, evaluando su actividad fotocatalítica en la eliminación del antibiótico ceftriaxona (CEF). Los tiempos requeridos para degradar el 100 % del fármaco fueron: 180 minutos para el ZnO sin morfología definida, 90 minutos para los nanoerizos, 120 minutos para las nanobarras y 105 minutos para las nanojabalinas.



Estos resultados confirman que el control morfológico del ZnO impacta positivamente en su eficiencia fotocatalítica. El mejor desempeño observado en las nanoformas se atribuye al aumento en el área superficial y a la mejor separación y transporte de los portadores de carga. Por tanto, el diseño de fotocatalizadores con morfología definida representa una estrategia eficaz para optimizar procesos de tratamiento de aguas contaminadas.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por la DGAPA-PAPIIT (UNAM, México) a través de los proyectos IV100124 e IN116424. K.P.C. agradece a DGAPA-UNAM por la beca posdoctoral. Los autores agradecen a D. Domínguez y P. Casillas por el apoyo técnico brindado.

Referencias

- Das, A., S.K., N., & Nair, R. G. (2019). *Influence of surface morphology on photocatalytic performance of zinc oxide: A review*. Nano-Structures and Nano-Objects, 19, 100353. <https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2019.100353>.
- Sun, Y., Chen, L., Bao, Y., Zhang, Y., Wang, J., Fu, M., Wu, J., & Ye, D. (2016). *The applications of morphology controlled ZnO in catalysis*. Catalysts, 6(12), 188. <https://doi.org/10.3390/catal6120188>.

NanoEmprendedores

Nanoemprendedores del CNyN participan en CREOMX 2025

Un proyecto estudiantil fue seleccionado entre los seis semifinalistas estatales

Por María de Lourdes Serrato de la Cruz
Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM

El 25 de septiembre de 2025, en la Sala de Tintos de Bodegas de Santo Tomás en Ensenada, se llevó la tercera edición de **CREOMX**, un evento que reunió a emprendedores, innovadores y líderes empresariales con el objetivo de fortalecer el ecosistema emprendedor en Baja California. La actividad contó con la asistencia de aproximadamente 700 personas y fue organizada por la Secretaría de Economía e Innovación, el Instituto Estatal del Emprendimiento, la organización CREOMX, organismos empresariales y el sector educativo.

En esta edición, el **Festival del Conocimiento** —en su décima edición— se integró como iniciativa de divulgación de arte, ciencia, tecnología y humanidades, promoviendo el talento local y las vocaciones científicas. En este marco, estudiantes de séptimo semestre de la **Licenciatura en Nanotecnología de la UNAM**, integrantes del programa **Nanoemprendedores**, presentaron seis pósters de divulgación de proyectos que vinculan ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento para el desarrollo sostenible y el bienestar social.

La exposición se realizó en colaboración con el **Instituto Tecnológico de Ensenada (ITE)**, cuyos representantes mostraron proyectos de su club de robótica y dos pósters de investigación científica. Esta participación conjunta representó una oportunidad valiosa para fortalecer los vínculos entre el sector académico, la comunidad empresarial y el público en general.

A través de esta experiencia, los estudiantes desarrollaron habilidades de comunicación, trabajo en equipo y gestión del tiempo, además de fomentar valores como la solidaridad, la empatía y la responsabilidad.

Un momento destacado fue la participación del proyecto **ACFotonic**, integrado por **Allison Salem Godínez Gutiérrez**, **Audrick Bolaños Linares** y **Héctor Gabriel Vázquez Robles**, que fue seleccionado entre los seis semifinalistas a nivel estatal. El equipo presentó su *pitch* ante un panel de ocho jueces expertos en CREOMX.

La participación del CNyN en este evento refrenda el compromiso institucional con la formación integral de sus estudiantes y con la vinculación activa entre ciencia, tecnología y sociedad. *L*



Fotografía presentación proyectos



Expositores de póster por parte del Instituto Tecnológico de Ensenada (ITE)



Equipo del Club de Robótica del ITE



Presentación Pitch ACFotonic



¿Cómo sintonizar las propiedades electrónicas en óxidos complejos?

M. Solórzano[‡], Christian A. Celaya[‡]

[‡]Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Km. 107 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., C.P. 22800, México.

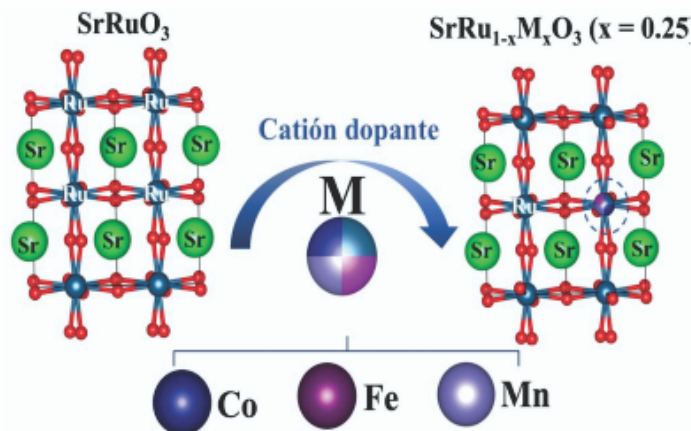


Figura 1. Esquema representativo de la incorporación del catión dopante en la estructura tipo perovskita de SrRuO_3 .

Los óxidos complejos han despertado gran interés por su diversidad de propiedades electrónicas, magnéticas y estructurales. Entre ellos, el rutenato de estroncio (SrRuO_3) destaca como un material que combina, en una sola fase, ferromagnetismo y conductividad metálica. Esta peculiaridad lo convierte en un excelente candidato para aplicaciones electrónicas, magnéticas y energéticas.

El SrRuO_3 (SRO) presenta conductividad metálica y un comportamiento ferromagnético a bajas temperaturas, lo que lo hace relevante en tecnologías como memorias resistivas, celdas solares y espintrónica [1]. Un aspecto notable del SRO es que sus propiedades pueden modificarse de forma controlada mediante el dopaje catiónico. Este proceso consiste en sustituir parcialmente los átomos de Ru por otros metales de transición, como manganeso (Mn), hierro (Fe) o cobalto (Co), entre otros [2]. El dopaje altera la distribución electrónica local y genera nuevos estados en la estructura de bandas del material, provocando cambios en la conductividad electrónica, el comportamiento magnético e incluso en el tipo de portadores de carga (electrones o huecos). La Figura 1 muestra un esquema representativo de este fenómeno.

En la incorporación de cationes distintos al Ru en la red del SRO, ocurren fenómenos de gran interés, tales como:

- **Reordenamiento electrónico.** Las configuraciones electrónicas se modifican, lo que provoca la generación de nuevos niveles de energía o la variación del ancho de la banda prohibida.
- **Distorsiones estructurales.** El tamaño del radio iónico entre el Ru y los cationes dopantes puede provocar tensiones en la red cristalina, generando cambios en las distancias interplanares, en los ángulos de enlace y en los parámetros de la celda unitaria. Esto se traduce en modificaciones de las propiedades electrónicas y magnéticas.

- **Transición de fase.** En ciertos casos, el dopaje puede inducir una transición de fase, como el cambio de un estado metálico a uno semiconductor o aislante.

Esta capacidad de ajuste fino convierte al SRO en un material prometedor para tecnologías emergentes como electrodos conductores en dispositivos de almacenamiento de energía, memorias resistivas, dispositivos espintrónicos, celdas solares y catalizadores [3].

En conclusión, el SrRuO_3 no solo es un material funcional, sino también un sistema versátil para explorar nuevas funcionalidades electrónicas. El dopaje catiónico abre una ventana de investigación para adaptar y ajustar sus propiedades específicas, lo que lo posiciona como un material de gran potencial en el ámbito de la nanotecnología. Estas investigaciones actualmente se llevan a cabo en el CNyN-UNAM, como parte de una línea emergente en novedosos materiales avanzados. *g*

Referencias

1. Rondinelli, J. M., et al. (2025). *Complex oxides: emerging phenomena and functional applications*. *Chemical Reviews*, 125(6), 3165–3241.
<https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.4c00553>
2. Zhang, Y., et al. (2022). *Cation doping strategies in transition-metal oxides*. *Advanced Functional Materials*, 32, 2108475.
<https://doi.org/10.1002/adfm.202108475>
3. Lee, J.-S., et al. (2011). *Electronic and magnetic phase transitions in SrRuO_3 perovskites*. *Solid State Communications*, 151, 798–801.
<https://doi.org/10.1016/j.ssc.2011.02.031>

Inmunoterapia y el camino hacia una vacuna universal contra el cáncer

Pabela María Barraza Duarte^{1,2} y Kanchan Chauhan²

¹ Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.

² Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM, Ensenada, Baja California, México.

¹ pbarraza@ens.cnym.unam.mx; ² kanchan_chauhan@ens.cnym.unam.mx

Reto en la lucha contra el cáncer

El cáncer es una de las principales causas de muerte en la actualidad. Los tratamientos más utilizados contra esta enfermedad —como la cirugía, la quimioterapia y la radioterapia—, aunque efectivos, presentan importantes limitaciones. Estos métodos atacan tanto a las células cancerosas como a las células sanas, lo que provoca efectos secundarios y, en ciertos casos, puede generar resistencia del tumor.

Debido a estos desafíos, en los últimos años se ha desarrollado una nueva estrategia: **la inmunoterapia**. Este tratamiento busca aprovechar el sistema inmunológico del paciente para combatir el cáncer. A diferencia de la quimioterapia o la radioterapia, la inmunoterapia no ataca directamente al tumor, sino que activa las defensas del organismo para que sean estas las que eliminen las células cancerosas.

Sin embargo, no todos los pacientes son aptos para este tipo de terapia, ya que muchos tumores permanecen “invisibles” para el sistema inmunológico, evitando así los mecanismos naturales de eliminación.

El hallazgo: una vacuna universal que puede activar el sistema inmunológico

Un grupo de investigadores descubrió que la clave para hacer visible a todo tipo de tumores frente al sistema inmunológico es una señal temprana de nuestras células llamada **interferón tipo I**.

En este estudio, se diseñó una vacuna capaz de “activar” esta alarma, estimulando la respuesta inmunológica ante cualquier tipo de cáncer y en cualquier etapa de la enfermedad.

¿Cómo funciona?

La vacuna consiste en **nanopartículas de RNA no modificado**, un material genético similar al de los virus. Al entrar en el organismo, estas nanopartículas engañan a las células, haciéndoles creer que están bajo una infección viral. Esto activa la alarma natural de infección —el interferón tipo I—, que **despierta al sistema inmunológico y amplía sus mecanismos de defensa**.

Gracias a esta señal, los tumores se vuelven más “visibles” y vulnerables a los tratamientos de inmunoterapia, lo que permite que el sistema inmunológico los reconozca y ataque de forma más efectiva.

Estado actual de la vacuna

Esta vacuna se ha probado en **ratones** con distintos tipos de cáncer (de piel, hueso y cerebro) resistentes a terapias convencionales, así como en **perros con glioma**, un tipo agresivo de tumor cerebral.



Figura 1. Esquema ilustrativo del reconocimiento de las células tumorales por el sistema inmunológico tras la activación del interferón tipo I.

La aplicación de la vacuna combinada con medicamentos inmunoterapéuticos redujo el tamaño de los tumores y, además, se demostró que el sistema inmunológico se entrenó para reconocer el cáncer en futuras recaídas.

¿Por qué es importante?

Este tipo de avances plantea un futuro en el que:

- Aumente el número de pacientes que se beneficien de la inmunoterapia.
- Disminuya el porcentaje de pacientes con tumores resistentes al tratamiento.
- Se aplique un tratamiento general, no limitado a un tipo específico de cáncer.

Aunque aún falta un largo camino antes de su aplicación clínica en humanos, esta investigación abre la posibilidad de desarrollar **una vacuna universal contra el cáncer**: un tratamiento capaz de activar las alarmas del sistema inmunológico ante cualquier tipo de tumor y dar a la inmunoterapia la oportunidad de actuar de manera más oportuna y menos agresiva que los tratamientos convencionales.

Esfuerzos actuales en la investigación

Actualmente, la ciencia explora diversas estrategias para mejorar la administración de tratamientos inmunoterapéuticos contra el cáncer.

En el **Departamento de Bionanotecnología del Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNyN-UNAM)**, el grupo de la Dra. Chauhan trabaja en el desarrollo de **nanovehículos** que permiten la entrega específica de agentes inmunoterapéuticos en células tumorales. El objetivo es que, con ayuda de la nanotecnología, el sistema inmunológico se convierta en la herramienta más poderosa contra el cáncer. 

Referencias

Qdaisat, A., et al. (2025). Sensitization of tumours to immunotherapy by boosting early type-I interferon responses enables epitope spreading. *Nature Biomedical Engineering*, 1–16.

Más allá de la prisa tecnológica: México y su propio camino hacia el almacenamiento sostenible de energía

Dra. Ana Karina Cuentas-Gallegos

Representante de la Red Mexicana de Almacenamiento de Energía (RMAE)

Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM

A nombre del Comité Organizador del ESD2025

Del 19 al 21 de noviembre de 2025 se celebró en el Museo Caracol de Ensenada el congreso *Energy Storage Discussions 2025* (ESD2025), un encuentro que ofreció una mirada crítica a los modelos internacionales y puso en primer plano la creatividad científica mexicana en materia de almacenamiento sostenible de energía.

Con la participación de 88 asistentes provenientes de más de 20 instituciones nacionales y extranjeras, así como representantes de la industria, el evento se consolidó como un espacio estratégico para discutir avances en materiales, tecnologías y enfoques sostenibles. La asistencia equilibrada —51,1 % mujeres y 48,9 % hombres— reafirmó el compromiso de la Red Mexicana de Almacenamiento de Energía (RMAE) con la inclusión.

Organizado por la RMAE en colaboración con el CNyN-UNAM, el CICESE y el Museo Caracol, el congreso incluyó la participación de cuatro ponentes extranjeros provenientes de España, Estados Unidos y Australia, además de 57 trabajos en cartel y 26 conferencias orales. La inauguración estuvo encabezada por el Dr. Fernando Rojas Iñiguez (CNyN-UNAM); el Dr. Jassiel Rodríguez Barreras (CICESE); la Arqlga. Julia Bendímez Patterson (Museo Caracol); Dulce Martínez (Energía Costa Azul); y el Ing. Jaciel Jiménez (CENEM).

El programa inició con un workshop del Dr. Scott Dome (Universidad de Newcastle, Australia) sobre interfaces electroquímicas en supercapacitores, seguido de su conferencia plenaria. Posteriormente, el Dr. James Burrow (Argonne National Laboratory, EE. UU.) presentó *“Energy dense sodium all solid-state batteries: from materials design to interface engineering”*.

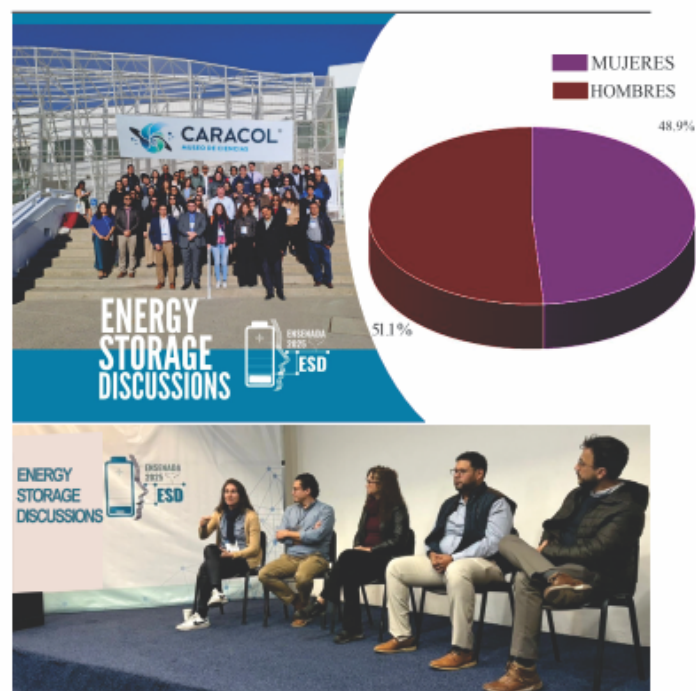
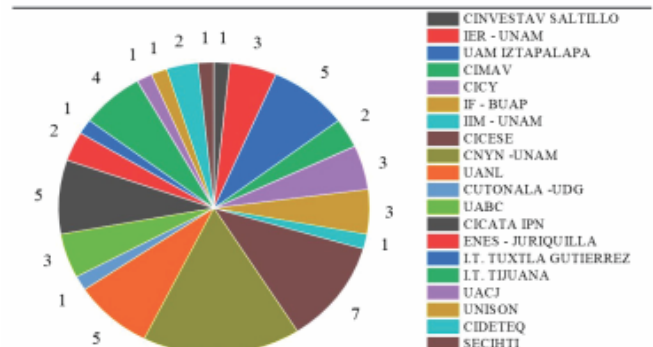
El Dr. Juan Pablo Esquivel (BC Materials, España) impartió *“Fit-to-purpose power sources: ecodeigning portable energy devices”*, destacando baterías biodegradables y sostenibles.

Finalmente, la Dra. Montserrat Galceran (CIC energiGUNE, País Vasco) abrió la última jornada con *“Challenges and opportunities in the direct recycling of new generation electrode materials”*. El congreso concluyó con una mesa redonda moderada por el Dr. Enrique Quiroga, fundador de la RMAE.

Durante la discusión final, la Dra. Galceran subrayó el entusiasmo y potencial de los jóvenes investigadores mexicanos, proponiendo la creación de un mapa de ruta nacional con asesoría externa. El Dr. Esquivel reconoció la creatividad y compromiso de la comunidad científica nacional, mientras que el Dr. Próspero Acevedo enfatizó la necesidad de fortalecer la innovación tecnológica en el país.

A diferencia de las naciones industrializadas, donde las rutas tecnológicas están marcadas por inercias que no siempre conducen a soluciones sostenibles, México —coincidieron los expertos— tiene la oportunidad de construir un camino propio, más reflexivo, estratégico y alineado con la naturaleza.

Con una fuerte presencia de jóvenes investigadoras e investigadores, ESD2025 reafirmó el compromiso de la comunidad mexicana con la ciencia, la sostenibilidad y la colaboración interdisciplinaria, fortaleciendo su presencia en el panorama internacional del almacenamiento de energía.



El Rincón de las Palabras

María Isabel Pérez Montfort
CNyN-UNAM, Ensenada
miperez@ens.cnyn.unam.mx

Las universidades en una encrucijada

Un número reciente de la revista Nature (15 de octubre de 2025) dedica sus páginas a las crisis que enfrentan actualmente las universidades a nivel mundial. Aunque los artículos se centran en situaciones de países del "primer mundo", los problemas expuestos no son ajenos a las universidades latinoamericanas.

Nacidas como sitios de enseñanza para grupos sociales restringidos, las universidades reconocieron en el siglo XIX la importancia de unir docencia con investigación, transformándose de instituciones meramente formativas en productoras de conocimiento.

Hoy existen sistemas universitarios muy complejos, como la UNAM en México, que integra educación e investigación, difunde cultura espléndidamente, opera espacios en hospitales, alberga museos, salas de conciertos y enormes bibliotecas, costea estaciones biológicas, observatorios astronómicos y meteorológicos, mantiene laboratorios flotantes como el buque oceanográfico "Justo Sierra" y estudia mar, cielo y tierra desde múltiples sitios geográficos del país.

Un efecto colateral ha sido que las universidades se convirtieron globalmente en un importante mecanismo de movilidad social, provocando un crecimiento explosivo de la población estudiantil mundial: de 6 millones en 1950 a más de 260 millones en 2023.

Este crecimiento plantea preguntas cruciales sobre cómo debe impartirse la educación, para qué está sirviendo y cómo debe financiarse, temas que aborda el volumen de Nature y comento desde mi perspectiva de docente de la UNAM.

El desafío de la inteligencia artificial

Respecto a cómo debe impartirse la educación universitaria, nos enfrentamos a la aparición y rápida expansión de la inteligencia artificial, que ha generado dilemas éticos, pedagógicos, epistemológicos y humanos. El acceso fácil y rápido a una gran cantidad de información y elaboración de textos nos ha obligado a reorientar el foco de la enseñanza. Ahora han adquirido preponderancia la comprensión, la creatividad y la interpretación crítica, implicando un cambio de paradigma sustancial y complejo.

Algunos investigadores y profesores están liderando esta transformación: integran la inteligencia artificial en la educación, destacan la creatividad en la formación científica, enseñan a formular buenas preguntas, a analizar resultados y a detectar sesgos en sistemas automáticos.

El propósito fundamental

¿Para qué está sirviendo la educación universitaria? Es una pregunta profunda que abarca temas muy significativos como el

sentido de vida de los estudiantes y el quehacer de los docentes universitarios. La educación universitaria no necesita defensa: es definitivamente una experiencia transformadora que moldea a los individuos para ser personas más críticas, mejores profesionales y ciudadanos más responsables, capaces de contribuir significativamente a la sociedad.

Recientemente, conversando con un colega universitario, expuse mis dudas sobre lo que estamos haciendo en la educación universitaria. Me contestó a la letra que lo que pretendemos es darles a los jóvenes una oportunidad para vivir mejor. Pocas cosas contribuyen tanto a la juventud como la educación universitaria para ampliar sus horizontes y comprensión del mundo, abrirse a distintas perspectivas y mejorar la calidad de vida de su sociedad. En México, como en el resto del mundo, esta es una convicción predominante, ampliamente comprobada en países donde el apoyo expreso a la educación universitaria ha modificado su papel y estatus mundial.

La crisis de financiamiento

Un tema de alto interés que cuestionan los artículos de Nature son las dificultades financieras que enfrentan las universidades. En la mayoría de los países, los sistemas universitarios compiten por recursos con servicios públicos esenciales como salud y seguridad social. México no es la excepción. El presupuesto de la UNAM se define anualmente en discusiones trabajosas entre la Universidad, la Secretaría de Hacienda y la Cámara de Diputados. Desafortunadamente, los presupuestos aprobados resultan muy justos y los docentes enfrentan cargas de trabajo crecientes con sueldos muy apretados.

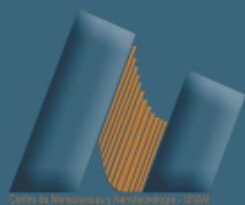
Recientemente, las universidades han sido objeto de ataques políticos. En el vecino país del norte, ha habido escandalosos recortes selectivos, congelaciones o amenazas de retirada de fondos a instituciones que no se alineen a la agenda política del gobierno.

Justamente porque "cuando veas las barbas de tu vecino cortar, pon las tuyas a remojar", es importante resaltar que las universidades son fuente importantísima de innovación, experiencia, conocimiento y valor para la sociedad general.

El imperativo de transformación

Las universidades están en una encrucijada histórica. Como universitarios, nuestro compromiso es luchar por cumplir la promesa fundamental de generar conocimiento relevante, aplicable a la sociedad actual, formar talento preparado para desafíos contemporáneos y seguir sirviendo como motores de movilidad social.

No será la inercia institucional la que salve a las universidades, sino nuestra voluntad deliberada de adaptación y transformación. 



Próxima Gaceta Ensenada No. 53

Abril 2026

Gaceta Actual y anteriores en:

<https://sites.google.com/ens.cnyn.unam.mx/gaceta/>

8aceta
Ensenada

Consejo Editorial

Dr. Gerardo Soto Herrera

Ing. Israel Gradilla Martínez

Dr. Ezequiel Manzo Martínez

DG. Norma Olivia Paredes Alonso

Dirección electrónica:

gerardo@ens.cnyn.unam.mx

nparedes@ens.cnyn.unam.mx

gaceta@ens.cnyn.unam.mx

Vinculación del Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir
con el sector aeroespacial internacional en la reunión
“Taiwan Drone & Defense Industry 2025”



*El Instituto de Astronomía de la UNAM
fortalece su cooperación tecnológica y científica con empresas del sector espacial asiático*

Vinculación del Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir con el sector aeroespacial internacional en la reunión “Taiwan Drone & Defense Industry 2025”

Erica Lugo Ibarra
elugo@astro.unam.mx

El Instituto de Astronomía de la UNAM fortalece su cooperación tecnológica y científica con empresas del sector espacial asiático

En el marco de la agenda de vinculación y transferencia tecnológica del Instituto de Astronomía de la UNAM (IA-UNAM) y del Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir (OAN-SPM), que ha sido encomendada por la Dirección del Instituto a la M.I. Erica Lugo Ibarra, se desarrollan acciones orientadas a fortalecer la cooperación con sectores productivos nacionales e internacionales, en concordancia con el Plan de Desarrollo Institucional 2024–2028, que impulsa la creación de alianzas estratégicas y la transferencia de conocimiento entre la academia y la industria.

En este contexto, el Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir participó en la reunión internacional “Taiwan Drone & Defense Industry 2025”, organizada por la Taiwan External Trade Development Council (TAITRA) el pasado 17 de septiembre de 2025, en la ciudad de Taipéi, Taiwán. El encuentro reunió a representantes de los sectores aeroespacial, defensa, electrónica y óptica, con el propósito de fomentar la colaboración tecnológica y científica entre empresas e instituciones de todo el mundo.

La participación del Observatorio se enmarca en la colaboración activa que sostiene con el Clúster Aeroespacial de Baja California, presidido por el Dr. Tomás Sibaja, dentro de la cual el Instituto de Astronomía y el Observatorio han consolidado un espacio permanente de participación a través de la Comisión de Astronomía, presidida por la M.I. Erica Lugo Ibarra desde el año 2021. Esta comisión funge como puente de enlace entre la comunidad científica y el sector industrial, facilitando la identificación de oportunidades de innovación y la creación de sinergias tecnológicas.

Durante la jornada, la M.I. Erica Lugo Ibarra, en representación del Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir, sostuvo reuniones B2B con seis corporativos taiwaneses, entre ellos Huang Liang Biomedical Technology, especializada en manufactura de precisión y aleaciones de titanio; Soon Full Co., dedicada a fundición de aluminio y sinterización de componentes metálicos; Yih Shan Precision Co., líder en mecanizado CNC de alta especialidad; Micro-Star International (MSI), reconocida por su desarrollo en inteligencia artificial aplicada a sistemas electrónicos; y Alunex Casting Enterprise, fabricante de piezas ópticas y estructuras de aluminio para aplicaciones industriales y científicas.

Estas reuniones permitieron explorar áreas de cooperación en instrumentación astronómica, manufactura avanzada,



integración óptico-mecánica y diseño de sistemas electrónicos de alta precisión, con el propósito de identificar posibles alianzas en el desarrollo de tecnología aplicada a proyectos de frontera del Instituto de Astronomía.

Asimismo, se expresa un especial agradecimiento al Dr. Tomás Sibaja, presidente del Clúster Aeroespacial de Baja California, por su consideración y apoyo permanente al Observatorio y al Instituto de Astronomía, a la Ing. Christian Sánchez, presidenta de la Comisión de Mujeres del Clúster, por su impulso al trabajo colaborativo y la inclusión en el sector aeroespacial; y a la Lic. Mariana Gómez, responsable del enlace México–Taiwán, por su valioso acompañamiento y coordinación durante las reuniones internacionales.

La participación del Observatorio en esta reunión internacional contribuye al posicionamiento del Instituto de Astronomía como un referente en vinculación científico-tecnológica, impulsando la consolidación de colaboraciones internacionales orientadas a la innovación, la sostenibilidad y el desarrollo del conocimiento científico con impacto social.

Referencias

- Baja Aerospace. (s. f.). *Baja Aerospace – Clúster Aeroespacial de Baja California*. Recuperado el 6 de octubre de 2025, de <https://bajaerospace.org/>
- Taipei Aerospace & Defense Technology Exhibition. (2025). *TADTE 2025: Taipei Aerospace & Defense Technology Exhibition*. Recuperado el 6 de octubre de 2025, de <https://www.tadte.com.tw/en/index.html>
- Taiwan External Trade Development Council (TAITRA). (s. f.). *Taiwan External Trade Development Council*. Recuperado el 6 de octubre de 2025, de <https://www.taitra.org.tw/en/>
- Huang Liang Biomedical Technology Co., Ltd. (s. f.). *Company profile*. Recuperado el 6 de octubre de 2025, de <https://www.hlbio-tech.com/>
- Soon Full Co., Ltd. (s. f.). *Company overview*. Recuperado el 6 de octubre de 2025, de <http://www.cnc-csf.com/>
- Yih Shan Precision Co., Ltd. (s. f.). *Yih Shan Precision – CNC Machining*. Recuperado el 6 de octubre de 2025, de <https://www.yihshan.com/>
- Micro-Star International Co., Ltd. (MSI). (s. f.). *MSI Official Website*. Recuperado el 6 de octubre de 2025, de <https://www.acs.msi.com/>
- Alunex Casting Enterprise Co., Ltd. (s. f.). *Alunex Casting Enterprise Co., Ltd*. Recuperado el 6 de octubre de 2025, de <https://www.alunex.com.tw/>