

49<sup>a</sup>  
Edición

# Gaceta

Ensenada



## 100 años de la Mecánica Cuántica

Por el Dr. Francisco Mireles

Arosa, Suiza

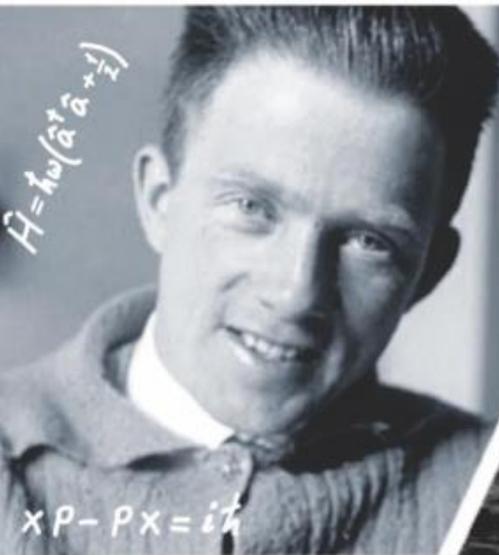


$$\lambda = \frac{h}{p}$$



$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = H\psi$$

$$\rho = |\psi|^2$$



$$\hat{H} = \hbar\omega\left(a^\dagger a + \frac{1}{2}\right)$$

$$\Delta p \Delta x \geq \frac{\hbar}{2}$$

$$xp - px = i\hbar$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \langle A \rangle = \frac{1}{i\hbar} \langle [A, H] \rangle$$



$$E_n = \hbar\omega\left(n + \frac{1}{2}\right)$$

Isla Heligoland, N. Alemania

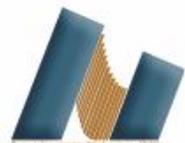
Páginas 14, 15 y 16

Edición No. 49

Año. 16

Publicación cuatrimestral

Diciembre de 2024



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

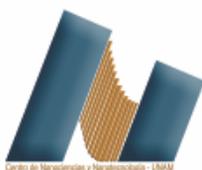
Diseño, formación y fotografía  
Norma Olivia Paredes Alonso

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.cnyn.unam.mx  
nparedes@ens.cnyn.unam.mx  
gaceta@ens.cnyn.unam.mx



Nuestra Portada  
Gaceta Ensenada No. 49  
CNyN-IA-OAN-UNAM



Descripción de Portada

Localidades donde se concibieron las ideas fundacionales de la Mecánica Cuántica moderna por W. Heisenberg y E. Schrödinger.

Imagen de Arosa, Suiza (arriba izquierda), Imagen de la isla de Heligoland, Alemania (abajo derecha)

Fotos de E. Schrödinger (arriba derecha), W. Heisenberg (abajo izquierda).

Composición de imágenes con fórmulas por Francisco Mireles. Imágenes tomadas de Google.

# Contenido

- 3.-Inmunología e Inteligencia Artificial.
- 4.- Nanomateriales con actividad antimicrobiana contra "Superbugs"
- 5.- En busca de Klingsor - Jorge Volpi.
- 6.- Sinergia entre docencia e investigación científica.
- 7.- Día Q: el desafío de la ciberseguridad.
- 8.- Nanocatálisis plasmónica: nanopartículas metálicas depositadas sobre semiconductores nanoestructurados (Parte II).
- 9.- Noche de las Estrellas 2024.
- 10.- Nanovehículos para fármacos: Perspectiva histórica y oportunidades a futuro.
- 11.- Nanomateriales en los alimentos: seguridad alimentaria.
- 12.- Impacto de la Mecánica Cuántica en las Simulaciones Computacionales de Materiales: Avances y Aplicaciones.
- 14.- 100 años de la Mecánica Cuántica.
- 17.- Explorando el universo y sanando el cuerpo: el poder de la luz infrarroja.
- 18.-La ciencia al alcance de todos: ¡Un éxito la Noche de las Ciencias 2024!
- 20.- Infografía  
ANDRÓMEDA: 100 AÑOS COMO GALAXIA.
- 21.- Póster: CALENDARIO LUNAR 2025.
- 22.- XXXIII Verano Científico del OAN - SPM.
- 24.- Colaboran entre el CVDR-IPN y el Instituto de Astronomía para la Optimización de Procesos en el Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir.
- 25.-¿Por qué se estableció el Observatorio Astronómico Nacional?
- 26.- Colaboran el Cluster Aeroespacial de Baja California y el Observatorio Astronómico Nacional, San Pedro Mártir en prevención de incendios en el Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir.
- 28.- El Rincón de las Palabras  
Noticias de Frontera: el Blog del CNyN-UNAM y El Glosario de Términos Especializados en Nanociencias y Nanotecnología.  
Por el grupo editorial del Blog Noticias de Frontera.

# Inmunología e Inteligencia Artificial

Burciaga-Flores Mirna.  
CNyN-UNAM

Laboratorio de Virtual de Modelado de Materiales,  
mirna.b.flores@ens.cnyunam.mx

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando la inmunología y la bioinformática, disciplinas que ya han demostrado ser esenciales en el desarrollo de vacunas y en la caracterización y optimización de biofármacos para el tratamiento de enfermedades tanto infecciosas como no infecciosas. Esta sinergia entre IA y bioinformática está transformando radicalmente la manera en que entendemos, diagnosticamos y tratamos enfermedades inmunológicas, permitiendo un enfoque más preciso y personalizado en el desarrollo de terapias inmunológicas innovadoras. Asimismo, los avances en IA facilitan el análisis de grandes volúmenes de datos genéticos, permitiendo el monitoreo y diagnóstico en tiempo real de la susceptibilidad de individuos o poblaciones a diversas enfermedades. Esta capacidad no solo mejora la precisión diagnóstica, sino que también abre la puerta a intervenciones tempranas y tratamientos personalizados adaptados a las características genéticas y moleculares específicas de cada paciente.

En el ámbito del desarrollo de vacunas y biofármacos, la IA está teniendo un impacto significativo al acelerar el proceso de descubrimiento y optimización. Las aproximaciones computacionales permiten predecir con mayor exactitud la eficacia y seguridad de nuevos candidatos a vacunas y biofármacos, optimizando su diseño antes de que se realicen ensayos clínicos costosos y prolongados. Esto no solo reduce el tiempo y el costo asociados con el desarrollo de nuevos tratamientos, sino que también aumenta la probabilidad de éxito al identificar las moléculas más prometedoras.

El futuro de la inmunología y la bioinformática, potenciado por la IA, se presenta como un área de enorme oportunidad para el desarrollo de herramientas diagnósticas más precisas, vacunas más efectivas y biofármacos altamente personalizados. La capacidad de la IA para procesar y analizar datos a una escala y velocidad sin precedentes continuará siendo un factor clave en la evolución de estas disciplinas, con un impacto profundo en la manera en que enfrentamos y tratamos enfermedades en el siglo XXI. #

## Referencias.

- Farzan R. (2024). Artificial intelligence in Immunogenetics. <https://doi.org/10.6026/973206300200029>.
- Thomas, S., *et al.* (2022). Artificial Intelligence in Vaccine and Drug Design. [https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1884-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1884-4_6).
- Habib, A. *et al.* (2024) Immunoinformatic Identification of Multiple Epitopes of gp120 Protein of HIV-1 to Enhance the Immune Response against HIV-1 Infection. <https://doi.org/10.3390/ijms25042432>.
- MacMath, D., *et al.* (2023). Artificial Intelligence: Exploring the Future of Innovation in Allergy Immunology. <https://doi.org/10.1007/s11882-023-01084-z>
- Aliper, A., *et al.* (2023). Prediction of Clinical Trials Outcomes Based on Target Choice and Clinical Trial Design with Multi-Modal Artificial Intelligence. <https://doi.org/10.1002/cpt.3008>.

## INMUNOLOGÍA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

### Immunología personalizada

Actualmente se pueden analizar grandes cantidades de datos genómicos y proteómicos para identificar perfiles inmunológicos individuales para la creación de terapias adaptadas a las características individuales del paciente

### Desarrollo de vacunas

La IA puede simular y modelar cómo diferentes componentes del sistema inmunológico reaccionan ante diversos patógenos o células cancerosas, acelerando el desarrollo de vacunas.

### Terapias Inmunológicas

La IA puede simular y modelar cómo diferentes componentes del sistema inmunológico reaccionan ante ciertos patógenos o células cancerosas.

### Monitoreo y diagnóstico en tiempo real

La IA facilita el análisis de datos históricos y genéticos para predecir la susceptibilidad de un individuo a ciertas enfermedades inmunológicas.

### Análisis de redes inmunológicas

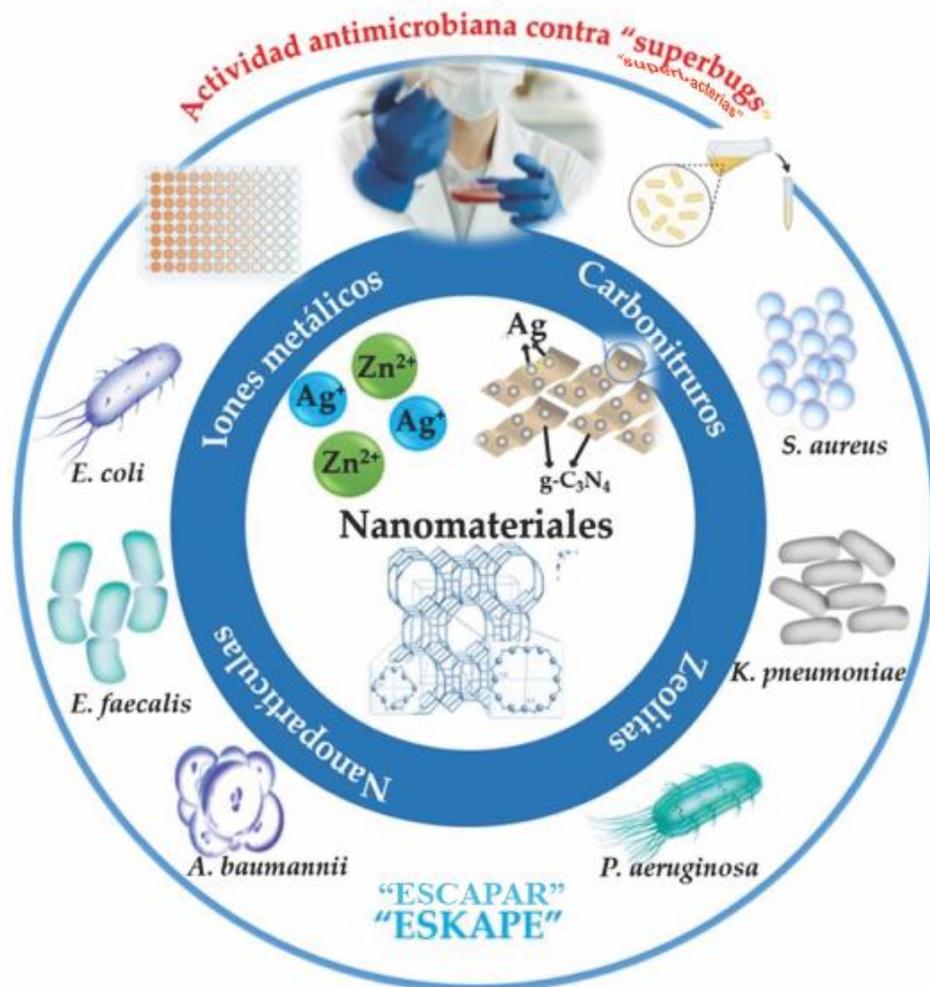
La IA facilita el estudio de las complejas redes de interacciones entre diferentes componentes del sistema inmunológico, permitiendo una mejor comprensión de su funcionamiento.

### Optimización de ensayos clínicos

La IA está mejorando la selección de candidatos y el diseño de ensayos clínicos, con esto se acelera el desarrollo de nuevos tratamientos, reduce costos y mejora la tasa de éxito de los ensayos.

# Nanomateriales con actividad antimicrobiana contra "Superbugs"

Perla Sánchez, Uriel Caudillo Flores,  
Sergio Fuentes Moyado, Elena Smolentseva\*  
UNAM-CNyN, Ensenada  
\*elena@ens.cnyn.unam.mx



Actividad antimicrobiana de diferentes tipos de nanomateriales contra los patógenos del grupo ESKAPE.

Durante los últimos años, hemos hablado mucho sobre la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2 que azotó a la humanidad entre 2020 y 2022. Sus efectos negativos, además de la muerte de millones de personas, se reflejaron en la economía mundial, la educación, la vida social, las relaciones familiares, etc.

Hasta la fecha, las personas siguen experimentando los efectos negativos que afectaron su salud, como el incremento de la resistencia a los antibióticos. Una de las causas relacionadas con la pandemia de COVID-19 fue que, ante la falta de un tratamiento adecuado, se abusó de los antibióticos para tratar el síndrome agudo de insuficiencia respiratoria. El uso inadecuado de compuestos antimicrobianos ha generado

variedades de microorganismos multirresistentes, también conocidos como "superbugs" [1]. Entre ellos se encuentra un grupo de patógenos denominado ESKAPE (Enterococcus faecium, Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa y especies de Enterobacter), los cuales están asociados con un mayor riesgo de mortalidad [1]. Los microorganismos ESKAPE han desarrollado nuevas capacidades para inhibir el efecto de los antibióticos y son especialmente difíciles de combatir debido al alto grado de resistencia a los antibióticos convencionales, haciendo que las infecciones sean muy difíciles o casi imposibles de tratar. Por esta razón, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha incluido recientemente a los patógenos ESKAPE en la lista de 12 bacterias para las cuales se necesitan

nuevos tratamientos antimicrobianos. De acuerdo con la OMS, se estima que para el año 2050 las infecciones relacionadas con microorganismos resistentes a los tratamientos antimicrobianos se convertirán en la principal causa de muerte a nivel mundial [2].

El aumento de la resistencia también tiene importantes repercusiones económicas, dado que los tratamientos de segunda y tercera línea son mucho más caros que los fármacos de primera línea. En México, por ejemplo, la venta de antibióticos representa un mercado anual de aproximadamente 960 millones de dólares y se estima que el 40% de estos productos se consumen de manera inadecuada.

Este panorama muestra la necesidad de establecer terapias preventivas confiables que permitan disminuir significativamente la probabilidad de infección por estos patógenos, con el fin de mejorar la calidad de vida de los pacientes y minimizar los costos económicos. Por lo tanto, el desarrollo de nuevos nanomateriales con propiedades antimicrobianas se vuelve indispensable para combatir la emergencia sanitaria.

Un grupo multidisciplinario de científicos del Centro de Nanociencias y Nanotecnología, junto con la Facultad de Química de la UNAM, ha desarrollado nuevos nanomateriales con propiedades biocidas con el objetivo de contar con nuevas estrategias de tratamiento que permitan inactivar a los agentes patógenos superresistentes a los antibióticos. Se han sintetizado varios tipos de nanomateriales que inactivan bacterias de tipo Gram (+) o Gram (-) hasta un 95% y que permiten atrapar virus hasta un 55%. Son nanomateriales basados en zeolitas intercambiadas con cationes de Ag y Zn [3], carbonitruros y óxido de titanio modificados con nanopartículas de plata.

En el nuevo proyecto aprobado, se reforzarán las propiedades biocidas de los nanomateriales desarrollados con anterioridad con óxido de cerio, metales de transición y algunos compuestos químicos, mejorando sus propiedades para la peroxidación de las membranas externas de los "superbugs", lo que permitirá inactivarlos. Además, se propone potenciar las propiedades oligodinámicas de los nanomateriales al generar nuevas formulaciones optimizadas de los mismos.

Los nanomateriales desarrollados serán evaluados en protocolos establecidos previamente para determinar su capacidad de inactivar la reproducción de las superbacterias y supervirus, con el objetivo de proponer tratamientos adecuados para su control. #

#### Agradecimientos

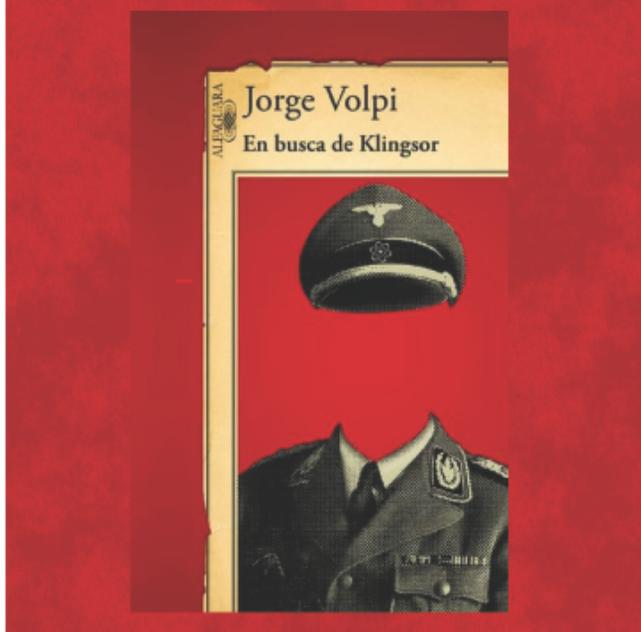
Este trabajo fue apoyado por la DGAPA-PAPIIT (UNAM México) a través de los proyectos IV 100121 y IV 100124.

#### Referencias:

- [1] <https://solucionesdesifecion.com/2021/11/24/>.
- [2]. World Health Organization. Regional Office for Europe. 2020. The fight against Antimicrobial Resistance is closely linked to the Sustainable Development Goals. p. 2.
- [3]. P. Sánchez-López, K.A. Hernández-Hernández, S. Fuentes Moyado, R. D. Cadena Nava, E. Smolentseva, ACS Omega Vol. 9 (2024) p. 7554-7563.

## En busca de Klingsor - Jorge Volpi

Ezequiel Manzo Martínez.  
Instituto de Astronomía, UNAM.



**E**n busca de Klingsor (1999) del escritor mexicano Jorge Volpi es una ambiciosa novela sobre la ciencia, la verdad, la mentira, la incertidumbre y sobre mecánica cuántica. Está ambientada en la Alemania nazi, y nos narra la historia del científico Francis Bacon, un físico teórico quien, junto al matemático Gustav Links, serán los responsables de buscar y develar la identidad del asesor científico de Hitler. Este misterioso y brillante personaje de ciencia es conocido como Klingsor, y es el responsable del desarrollo del proyecto de la bomba atómica. La novela está repleta de personajes históricos, en particular científicos, que conviven con personajes ficticios, lo que le da una sensación de verosimilitud a la historia. Un aspecto que enriquece la lectura es que los sucesos se desarrollan durante el periodo que vio nacer y crecer a la Mecánica Cuántica, esta interesante disciplina que enseñó a los científicos que, para entender el mundo de las partículas subatómicas, se tiene que lidiar con la incertidumbre. Somos testigos del surgimiento de esta ciencia, entre disputas entre Heisenberg y Schrodinger y de cómo estas ideas causaron revuelo en la comunidad científica de aquellos años. La lectura nos mantiene transitando entre un *thriller* o una historia de amor. La incertidumbre es un hilo conductor en esta obra ya que también se refleja en la misma época en que se desarrolla la novela, la época de entre guerras, el periodo anterior a la segunda guerra mundial.

La obra tiene la estructura de una ópera, y los títulos de las diferentes secciones rememoran un texto matemático, incluyendo teoremas y corolarios. Esta ambiciosa y polifónica obra, que rememora el espíritu del *boom* latinoamericano, renovó la literatura mexicana a inicios de este siglo y es una recomendable oportunidad para sumergirse en estos temas. #

# Sinergia entre docencia e investigación científica

Sofía Fabiana León Reyes<sup>1</sup>, Ana Paola Amador Pérez<sup>1</sup>,  
Franklin David Muñoz Muñoz<sup>1</sup>, Javier Alonso López Medina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Baja California

<sup>2</sup> CONACYT - IxM - Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM.

javierlo21@ens.cnyn.unam.mx

Desde hace ya varias décadas, los docentes en las instituciones de educación superior en carreras científico-tecnológicas han combinado su tarea docente con la investigación, buscando mejorar y fortalecer la práctica docente en el aula de clase. Es conocido que la investigación científica en el campo de las ciencias exactas (biología, física, química y matemáticas) y la ingeniería son los motores fundamentales, como ejes, para el desarrollo de lo que hoy en día conocemos como el campo de la nanociencia y la nanotecnología. El avance en este campo requiere que los desarrollos científicos y tecnológicos sean dinámicos y evolucionan constantemente. Por esta razón, es esencial utilizar el conocimiento generado y transmitirlo a las nuevas generaciones. Esto implica que la investigación y la docencia estén estrechamente vinculadas, trabajando en conjunto para impulsar el crecimiento de áreas como la nanociencia y la nanotecnología, con el objetivo de beneficiar a la sociedad en su conjunto. Cabe destacar que esta sinergia impacta en la formación de futuros científicos e ingenieros especializados en el ámbito de los nanomateriales. La enseñanza proporciona a los estudiantes las bases teóricas y prácticas necesarias para comprender los conceptos fundamentales a partir de cursos, laboratorios y talleres, mientras que, en el proceso de la investigación, el conocimiento básico adquirido en la enseñanza se aplica de manera sistemática para culminar con éxito un proyecto de investigación propuesto. En este sentido, los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar sus habilidades y fortalezas alcanzadas en su proceso de formación.

Sin embargo, en el estudio de la nanociencia y la nanotecnología, es válido pensar que el verdadero potencial de la sinergia entre docencia e investigación se manifiesta cuando los estudiantes participan activamente en proyectos de investigación relacionados con nanomateriales. Esto les permite aplicar lo aprendido en el aula a situaciones del mundo real y contribuir al avance del conocimiento en el campo. La investigación en nanomateriales a menudo implica desafíos complejos y multidisciplinarios, lo que brinda a los estudiantes la oportunidad de desarrollar habilidades de resolución de problemas, pensamiento crítico y trabajo en equipo. Además, esta sinergia en torno al estudio de nanomateriales fomenta la innovación y el desarrollo tecnológico, lo que incide en los avances científicos de este campo, los cuales son fundamentales para la creación de nuevos materiales con propiedades únicas y aplicaciones revolucionarias. La participación de estudiantes en proyectos de investigación permite aportar nuevas ideas y perspectivas a la comunidad científica, lo que puede llevar a avances significativos. Por otro lado, la interacción benéfica entre la enseñanza y la investigación en el ámbito de los nanomateriales permite destacar cinco puntos clave a tener en cuenta, que subrayan la

relevancia de esta sinergia: *formación integral de estudiantes, estímulo de la curiosidad científica, colaboración multidisciplinaria, transferencia de conocimientos e impacto social y económico.* No obstante, existen desafíos en la integración efectiva de la docencia y la investigación en nanomateriales. La falta de recursos tanto financieros como de infraestructura en entidades de educación superior, y sin ingresos diferentes a los públicos, a menudo limita las oportunidades de investigación para los estudiantes y docentes. Además, la velocidad a la que evoluciona la nanotecnología plantea desafíos para mantener actualizados los programas de estudio y los laboratorios de docencia como eje pionero de los inicios en investigación básica.

Finalmente, la sinergia entre docencia e investigación en torno a nanomateriales ha permitido la formación de estudiantes a través de una combinación de educación teórica y experimental en investigación, lo cual es esencial para preparar a la próxima generación de científicos y profesionales en nanotecnología. Si se superan los desafíos existentes, esta sinergia puede seguir impulsando avances significativos en el desarrollo de nanomateriales y sus aplicaciones en diversas disciplinas con alto impacto social. #



## Referencias

- [1] Bucio Carmona Mariana Paola, Lopez Medina Javier Alonso, Vargas Viveros Eunice. (2023). *Inmovilización de un anticuerpo en nanopartículas magnéticas de tipo  $MFe_2O_4$  para la detección de la proteína E7 del virus del papiloma humano (VPH)* [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California]. Repositorio Institucional- Universidad Autónoma de Baja California. México.
- [2] Ortiz Atondo Axel Agustín, Lopez Medina Javier Alonso, Muñoz Muñoz Franklin David. (2019). *Síntesis de nanopartículas núcleo-coraza magneto-controlables, usando nanomoldeo por ALD y remoción química de plantillas de  $SiO_2$* . [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California]. Repositorio Institucional- Universidad Autónoma de Baja California. México.
- [3] UABC. (2018). Modelo educativo de la Universidad Autónoma de Baja California. M

# Día Q: el desafío de la ciberseguridad

Maria Carmen Maciel Arreola<sup>1</sup>, Perla J. Pérez-Díaz<sup>2</sup>, Yasmín Esqueda-Barrón<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Materiales Avanzados, UMSNH,

<sup>2</sup>Unidad de Energía Renovable, CICY,

<sup>3</sup>Lab. de láseres pulsados y procesamiento de materiales CICESE-CNyN - UNAM

ingmacma@gmail.com, pperezdiaz01@gmail.com,

yesqueda@cicese.mx, yesqueda@ens.cnyn.unam.mx

En los últimos años hemos sido testigos de diversos ciberataques que han comprometido la información confidencial de millones de personas. En México hemos visto casos como el ataque coordinado a instituciones como la CONDUSEF, el SAT y Banxico; la exposición de correos electrónicos de millones de usuarios de *Yo te presto*; la filtración de datos médicos de pacientes del ISSSTE; y la cancelación de deudas de la franquicia Coppel. Estos acontecimientos han puesto a la vista la creciente vulnerabilidad de nuestros datos y la importancia de contar con mecanismos de protección adecuados.

En este contexto, la criptografía cuántica ha surgido como una esperanza para mejorar la seguridad de nuestros sistemas, aprovechando las propiedades de la mecánica cuántica para hacer que los sistemas de cifrado actuales sean más robustos. Sin embargo, al mismo tiempo, una amenaza latente está a punto de redefinir la seguridad digital: el *Día Q*.

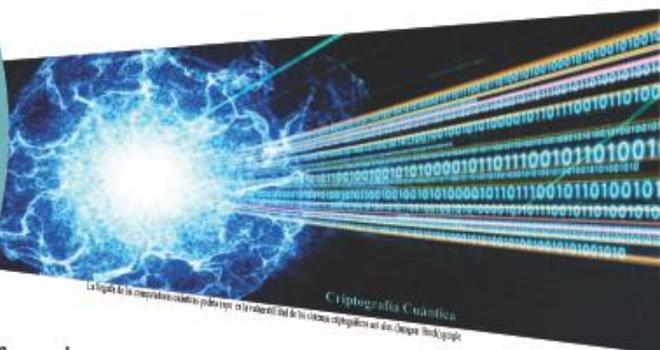
El *Día Q* es el término que se usa para referirse al momento en que las computadoras cuánticas serán lo suficientemente potentes como para romper el cifrado actual que protege nuestra información. Se estima que, con la llegada de ordenadores cuánticos, el cifrado que usamos hoy en día podría volverse obsoleto. Según algunos expertos, el *Día Q* podría llegar tan pronto como en 2025, mientras que otros predicen que sucederá a mediados de siglo.

El impacto del *Día Q* será global y no se limitará solo a individuos. Organizaciones, gobiernos, bancos e incluso el ejército podrían sufrir consecuencias devastadoras, ya que las computadoras cuánticas serían capaces de descifrar información altamente confidencial. Según un artículo publicado en la revista *Nature* [1], este evento marcará un punto de inflexión en la forma en que entendemos la privacidad y la seguridad digital. Desde el acceso a correos electrónicos hasta la exposición de información médica y planes estratégicos, la magnitud de esta amenaza es alarmante.

Tilo Kunz, vicepresidente ejecutivo de Quantum Defense (QD5), advirtió que naciones de todo el mundo ya están recolectando datos confidenciales con la esperanza de poder descifrarlos cuando las computadoras cuánticas sean una realidad. Esta estrategia, conocida como "cosecha ahora, descifra después", consiste en interceptar y almacenar información que más adelante podrá ser descifrada, dejando en riesgo información sensible a largo plazo.

A pesar de los avances en computación cuántica, aún estamos en las primeras fases de su desarrollo. Los ordenadores cuánticos actuales, aunque más poderosos que los convencionales, tienen limitaciones importantes. Las unidades de procesamiento cuántico, conocidas como qubits, no son estables durante el tiempo suficiente para realizar operaciones a gran escala sin errores. Sin embargo, los investigadores continúan trabajando en resolver estos desafíos y el progreso es inevitable.

Ante esta amenaza, es crucial desarrollar sistemas criptográficos cuánticos más robustos que puedan resistir los ataques del futuro. Por ello, la comunidad científica y tecnológica está trabajando en el desarrollo de estos sistemas para proteger la información antes de que sea demasiado tarde. Proteger nuestros datos en la era de la computación cuántica será uno de los mayores desafíos de la ciberseguridad moderna. #



## Referencia

[1] Castelvecchi D. (2022). *The race to save the internet from quantum hackers*. *Nature*, 602, 198-201.

# Nanocatálisis plasmónica: nanopartículas metálicas depositadas sobre semiconductores nanoestructurados

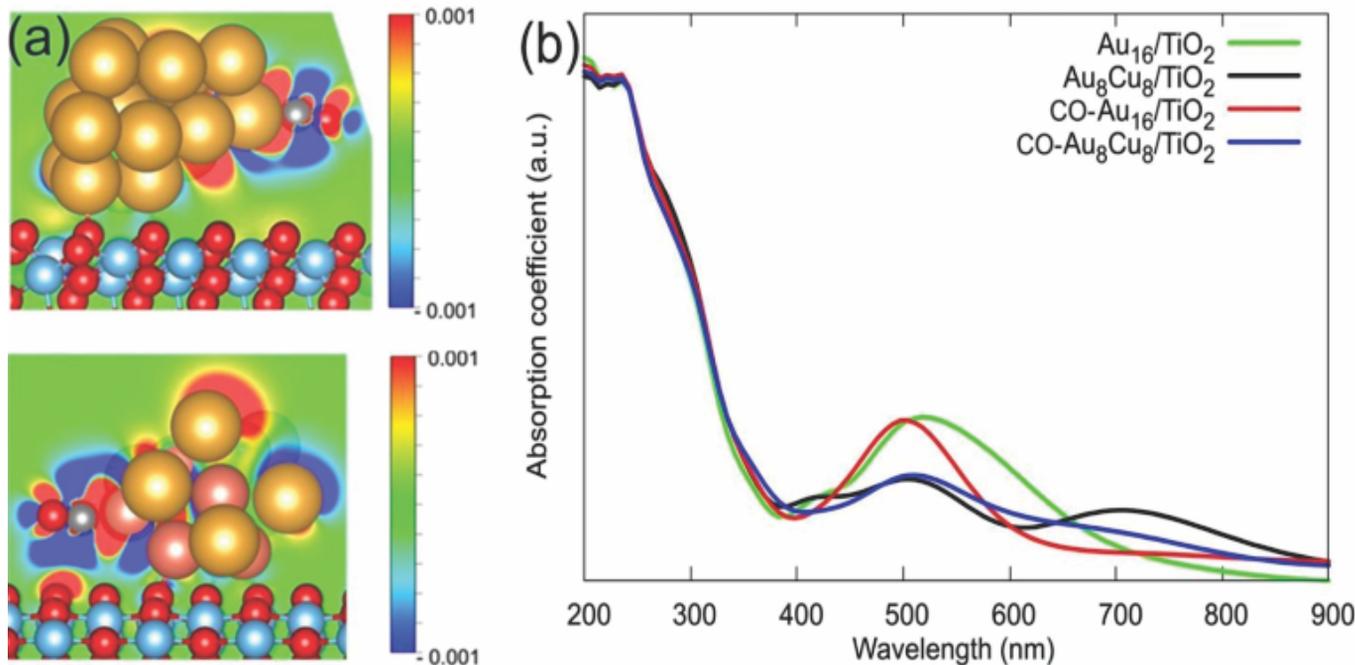
## (Parte II)

Christian A. Celaya<sup>‡</sup>, Miguel Reina<sup>§</sup>, Daniel G. Araiza<sup>†</sup>

<sup>‡</sup>Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM

<sup>§</sup>Departamento de Química Inorgánica y Nuclear, Facultad de Química, UNAM,

<sup>†</sup>Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM



**Figura 1.** (a) Geometrías optimizadas en la interacción CO-Au<sub>16</sub>/TiO<sub>2</sub> y CO-Au<sub>8</sub>Cu<sub>8</sub>/TiO<sub>2</sub>. (b) Espectros de absorción teóricos calculados con la aproximación TD-DFT. En el lado izquierdo de cada gráfico se incluyen cortes 2D de  $\Delta\rho(r)$ : los colores rojo y azul muestran la acumulación y el agotamiento de la densidad electrónica, respectivamente.

En el número anterior de la gaceta, nos adentramos en el mundo de los plasmones y en las diversas ventajas que surgen al adicionar nanopartículas metálicas en la superficie de semiconductores nanoestructurados, con el fin de mejorar la fotocatalisis plasmónica [1-2]. En este contexto, la nanociencia computacional es una poderosa herramienta cuyo objetivo es entender y predecir la naturaleza de nuevos materiales en la nanoescala. En este sentido, en este artículo se evalúan, desde una perspectiva atómica, las propiedades ópticas de sistemas híbridos plasmónicos basados en nanopartículas de oro y oro-cobre depositadas sobre titanía: Au/TiO<sub>2</sub> y AuCu/TiO<sub>2</sub>. Por otro lado, para identificar los sitios activos (es decir, donde se llevan a cabo las reacciones fotoquímicas), se estudió la adsorción de la molécula de CO en la superficie de estos. Este análisis se realizó utilizando cálculos de Teoría de los Funcionales de la Densidad dependiente del tiempo (TD-DFT) en presencia de un impulso externo. Se evaluó el cambio en los espectros de absorción ópticos simulados para cada sistema.

En la Figura 1(a) se presentan las configuraciones espaciales de las geometrías optimizadas durante el proceso de transferencia de densidad de carga electrónica ( $\Delta\rho(r)$ ) de la molécula de CO sobre los sistemas Au<sub>16</sub>/TiO<sub>2</sub> y Au<sub>8</sub>Cu<sub>8</sub>/TiO<sub>2</sub>, respectivamente. Es posible identificar que la molécula de CO exhibe una mayor transferencia de carga hacia el cúmulo bimetalico (Au<sub>8</sub>Cu<sub>8</sub>) con respecto al cúmulo de Au<sub>16</sub>. Asimismo, los átomos de Cu influyen en la adsorción del cúmulo Au<sub>8</sub>Cu<sub>8</sub> sobre la superficie del TiO<sub>2</sub>. El sistema Cu<sub>8</sub>Au<sub>8</sub>/TiO<sub>2</sub> muestra una segunda banda cerca de la región visible, atribuida a las propiedades ópticas del Cu metálico [1]. Por otro lado, los espectros de absorción teóricos muestran que la presencia del cúmulo Au<sub>8</sub>Cu<sub>8</sub> en la superficie amplía el espectro de absorción hacia el infrarrojo. En la literatura, es ampliamente conocido que el espectro de absorción por debajo de los 400 nm está relacionado con las propiedades ópticas del TiO<sub>2</sub>. Por lo tanto, la banda de absorción cercana a los 500 nm proviene del RPSL del cúmulo de Au<sub>16</sub>. Estos resultados coinciden fuertemente con un aumento en el espectro de absorción de la región visible para

compuestos bimetalicos observados de manera experimental [3]. En este sentido, la naturaleza de la interacción entre el cúmulo metálico y la superficie del semiconductor nanoestructurado juega un papel importante en las propiedades ópticas de los sistemas evaluados. Por lo tanto, un enfoque a escala atómica puede ayudar a dilucidar las transiciones electrónicas y el efecto de los portadores de carga involucrados en la fotocatalisis plasmónica.

Con estas bases establecidas sobre los primeros resultados teóricos, se puede observar cómo las propiedades ópticas se modifican significativamente con la interacción de cúmulos metálicos o bimetalicos en la superficie del TiO<sub>2</sub>. Asimismo, la presencia de la molécula de CO modifica significativamente los espectros de absorción ópticos teóricos. Para profundizar en los detalles de estos hallazgos, invitamos al lector a acudir a la siguiente referencia [3]. #

#### Referencias:

- [1] Mahak Dhiman. Plasmonic nanocatalysis for solar energy harvesting and sustainable chemistry. *J. Mater. Chem. A* (2020) 8, 10074.
- [2] S. Li, P. Miao, Y. Zhang, J. Wu, B. Zhang, Y. Du, X. Han, J. Sun, P. Xu. Recent Advances in Plasmonic Nanostructures for Enhanced Photocatalysis and Electrocatalysis. *Advanced Materials* 33 (2021), 2000086, 1-19.
- [3] Daniel G. Araiza, Christian A. Celaya, D.A. Solís-Casados, J. Muñiz, R. Zanella. Unveiling the structural behavior of bimetallic AuCu/TiO<sub>2</sub> catalysts in the CO oxidation: A combined in-situ spectroscopic and theoretical study. *Chemical Engineering Journal* 494 (2024), 152921.



Fotografías: Instituto de Astronomía-UNAM.  
<https://www.facebook.com/ensenada.photos>

# Nanovehículos para fármacos: Perspectiva histórica y oportunidades a futuro

Milton Naranjo Mendoza

Centro de Nanociencias y Nanotecnología UNAM

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)

milton@ens.cnyn.unam.mx

milton@cicese.edu.mx

Uno de los principales retos de los tratamientos terapéuticos es la administración controlada de fármacos a las células diana. Las barreras naturales y tecnológicas han limitado los tratamientos para enfermedades como el cáncer y afecciones neurodegenerativas, pero con la llegada de la nanotecnología se han abierto nuevas posibilidades para mejorar estos tratamientos, ofreciendo soluciones más precisas y dirigidas.

## Origen de la nanotecnología

El término "nanotecnología" fue introducido por Richard Feynman en 1959 y definido en 1974 por Norio Taniguchi como técnicas para manipular materiales a nivel atómico o molecular. Con estos principios, este campo ha avanzado rápidamente hacia la síntesis de nanoestructuras y sus aplicaciones. Aunque el término "nano" es debatido, hoy se consideran "nanopartículas" a las estructuras menores de 300 nm y el uso de todo material nanométrico es la definición más general del término "nanotecnología".

## Nanomedicina y Bionanotecnología

Inicialmente, la nanotecnología se enfocó en resolver problemas de las ciencias químicas, como la creación de nuevos materiales industriales. Sin embargo, su aplicación se expandió rápidamente a otros campos, especialmente las ciencias biológicas, donde algunas estructuras biológicas, como los virus, empezaron a fungir como nanomateriales. A finales de los 90, Eric Drexler y colegas popularizaron el término "nanomedicina" con su libro *Unbounding the Future: The Nanotechnology Revolution*. Desde entonces, la nanomedicina se ha consolidado, utilizando nanomateriales para fines terapéuticos, y los científicos han explorado nanopartículas y estrategias de entrega de fármacos aprovechando las ventajas de la nanomedicina sobre los tratamientos convencionales para enfermedades crónicas, cáncer y resistencia a antibióticos.

## Perspectivas a Futuro

Gracias al uso de la nanotecnología, se han logrado avances en el tratamiento de enfermedades del sistema nervioso, como el Alzheimer y el Parkinson, que son difíciles de tratar debido a la barrera hematoencefálica. Esta barrera protege el cerebro de moléculas extrañas, incluidos los fármacos, lo que limita los tratamientos disponibles. En las últimas dos décadas, el uso de nanopartículas ha potenciado la entrega de fármacos al sistema nervioso central y ha mostrado resultados prometedores. Aunque no hay evidencia concluyente sobre la capacidad de las nanopartículas para cruzar esta barrera, varios estudios han señalado mejoras con el uso de nanovehículos mesoporosos y liposomas.



Otro gran ejemplo de la utilidad de los nanovehículos se observa en el tratamiento del cáncer. El cáncer es un grupo de enfermedades multifactoriales caracterizadas por la división descontrolada de células dañadas y la invasión a otros tejidos. Los tratamientos oncológicos buscan atacar únicamente a las células dañadas, pero resulta sumamente difícil controlar la dirección hacia la que se dirigen los fármacos y la cantidad de este agente terapéutico que se liberará.

El uso de nanopartículas como nanovehículos ha demostrado cubrir estos puntos: Las partículas similares a virus que pueden modificarse para reconocer células cancerígenas; los virus oncolíticos que tienen mecanismos para identificar y erradicar células dañadas; las partículas mesoporosas que permiten una liberación controlada del fármaco; y otros materiales como los hidrogeles, que pueden responder a estímulos del entorno tumoral, como cambios de pH o temperatura, entre muchos otros tipos de nanovehículos. Aunque aún no existe una nanopartícula que cubra todos los requisitos, la combinación de estas generalmente cumple bastante bien con estas necesidades.

Tal vez la idea utópica de poder curar todas las enfermedades siga muy lejos de nuestra realidad, pero irónicamente la humanidad está avanzando hacia ella a pasos agigantados montada en una nanopartícula. #

# Nanomateriales en los alimentos: seguridad alimentaria

Karla Oyuky Juárez Moreno  
CFATA-UNAM Juriquilla, Querétaro  
Laboratorio de Nanotoxicología  
kjuarez@fata.unam.mx



Centro de Física Aplicada y  
Tecnología Avanzada (CEFATA)  
Dra. Karla Oyuky Juárez Moreno

Figura. Ejemplos de cómo los desechos de productos comerciales y alimentos que contienen nanomateriales podrían llegar a estar en contacto con el ser humano. (Figura creada por la autora utilizando la herramienta gratuita de Biorender [www.biorender.com](http://www.biorender.com))

Agradecimientos: Al proyecto PAPIIT-UNAM IA204223

Los nanomateriales (NMs) están cada vez más presentes en diversas áreas de nuestra vida, incluida la industria alimentaria. Pueden ser diseñados o formarse de manera incidental como subproductos de actividades humanas, como la combustión o procesos industriales. Los NMs pueden estar en los alimentos de distintas formas:

- Migración de NMs en contacto con alimentos:** Los NMs pueden transferirse desde envases, utensilios de cocina o equipos de procesamiento. Algunos embalajes los usan para mejorar la vida útil, controlar la humedad o bloquear el paso de oxígeno.
- Uso directo en alimentos:** algunos alimentos contienen NMs sintetizados (engineered) que se agregan con el fin de mejorar la textura, estabilidad o biodisponibilidad de ciertos nutrientes.
- Formación durante la digestión:** durante el proceso de digestión, es posible que se formen NMs que influyan en la absorción intestinal de ingredientes o compuestos tóxicos.

El creciente uso de NMs en diversas industrias, especialmente en alimentos, ha generado preocupaciones sobre su seguridad y efectos en la salud. Debido a su tamaño, pueden penetrar en tejidos y acumularse en el cuerpo, representando un riesgo si no se degradan durante la digestión. En la Unión Europea, la legislación sobre materiales en contacto con alimentos establece que estos materiales deben ser inertes, no deben transferir sustancias que puedan alterar la composición de los alimentos o afectar la salud humana. Sin embargo, se han autorizado algunas sustancias con NMs en envases plásticos,

como óxidos de zinc y sílice, debido a sus propiedades mejoradas. Por lo que la nanotoxicología se ha centrado en estudiar su impacto y posibles efectos tóxicos, aunque esta tarea es compleja por varias razones:

- 1. Complejidad en la matriz alimentaria:** Los alimentos tienen estructuras complicadas (conocidas como matrices alimentarias) que pueden dificultar la identificación y caracterización de los NMs.
- 2. Baja concentración de NMs:** Los NMs suelen estar presentes en concentraciones muy bajas, lo que hace que su detección sea un desafío técnico.
- 3. Variabilidad de propiedades:** Las propiedades de los NMs, como la solubilidad y estabilidad, pueden variar dependiendo de factores como el pH, la temperatura y la interacción con otros componentes alimentarios.

Debido a sus propiedades fisicoquímicas y a su pequeño tamaño, los NMs están transformando la industria alimentaria al ofrecer mejoras en la calidad y durabilidad de los productos. Sin embargo, estas mismas características fisicoquímicas plantean grandes desafíos en términos de seguridad alimentaria y la salud humana. Por lo que es crucial que se realicen estudios exhaustivos sobre su toxicidad, y que las regulaciones continúen evolucionando para asegurar que estos materiales no representen un peligro para la salud de los consumidores. La vigilancia y la investigación en este campo son esenciales para equilibrar los beneficios y los riesgos de los NMs en la cadena alimentaria.#

# Impacto de la Mecánica Cuántica en las Simulaciones Computacionales de Materiales: Avances y Aplicaciones

Burciaga-Flores Mirna<sup>1</sup>, Guerrero-Sánchez Jonathan<sup>1</sup>

Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNyN-UNAM)

mirna.b.flores@ens.cnyn.unam.mx, guerrero@ens.cnyn.unam.mx

El “Coloquio de Simulaciones Computacionales en Ciencias” inició en 2018 con el objetivo de ofrecer a los estudiantes y al público en general cursos y talleres especializados. También proporciona un foro en el que los estudiantes pueden discutir los resultados de sus tesis, además de incluir una serie de charlas impartidas por investigadores nacionales e internacionales con proyectos de vanguardia en Ciencias Exactas. Este evento es organizado por el Departamento de Modelación de Nanomateriales del CNyN-UNAM. En su séptima edición (VII Coloquio de Simulaciones Computacionales en Ciencias), llevada a cabo de manera virtual del 26 al 30 de agosto de 2024, se destacó la convergencia entre la mecánica cuántica (QM) y las simulaciones computacionales de materiales, donde técnicas avanzadas, como el aprendizaje automático (ML, por sus siglas en inglés), están transformando la manera en que se realiza la investigación en este campo. La mecánica cuántica, con su capacidad para describir fenómenos a nivel atómico y subatómico, ha desempeñado un papel crucial en el desarrollo de la tecnología, ya que permite explorar las propiedades y comportamientos de materiales complejos, como se evidenció en las ponencias de alto nivel de los expositores invitados al VII Coloquio.

Alexandre Tkatchenko, Profesor de la Universidad de Luxemburgo, destacó cómo los modelos mecano-cuánticos, en combinación con el aprendizaje automático, están permitiendo simulaciones moleculares precisas que abordan materiales covalentes, cristales moleculares y proteínas en agua explícita. Este enfoque cuántico ha llevado a la simulación de sistemas biomoleculares complejos, permitiendo una representación detallada de sus dinámicas y propiedades. En el ámbito de los materiales porosos, Joaquín Calbo de la Universidad de Valencia discutió cómo las simulaciones cuánticas están ayudando a entender y mejorar la conductividad eléctrica en estructuras metal-orgánicas (MOFs, por sus siglas en inglés). La mecánica cuántica permite modelar de manera precisa las interacciones electrónicas en estos materiales, característica esencial para mejorar sus aplicaciones en almacenamiento de energía. Así mismo, Saswata Dasgupta de la Universidad de California, San Diego (UCSD) presentó avances en la teoría funcional de la densidad (DFT, por sus siglas en inglés) para simular fases condensadas. DFT es una teoría utilizada para conocer las propiedades de los materiales utilizando a la densidad electrónica como variable. Al mejorar la precisión de DFT mediante técnicas de cuerpos múltiples y aprendizaje automático, es posible predecir con mayor exactitud las

propiedades electrónicas y dinámicas de materiales complejos. Por otro lado, Richard Remsing de “Rutgers University” mostró cómo las simulaciones cuánticas ayudan a comprender los procesos moleculares en minerales orgánicos extraterrestres en Titán, una luna de Júpiter, lo que destaca la aplicabilidad de la mecánica cuántica en ambientes extremos y exóticos.

En la DFT, es clave la descripción precisa de la interacción electrón-electrón para acercarse más al experimento, en este sentido la Profesora Marivi Fernandez-Serra de “Stony Brook University” exploró la optimización de los funcionales de intercambio y correlación mediante aprendizaje automático, resaltando cómo las aproximaciones cuánticas permiten un balance entre precisión y costo computacional en el estudio de la estructura electrónica de materiales. Yenny Priscila Ortiz Acero de la Universidad de Barcelona discutió la aplicación de la DFT y funciones de Green (función respuesta) para predecir vórtices de corriente en moléculas aromáticas de carbono, lo que demuestra cómo la mecánica cuántica es esencial para comprender como se mueven los electrones a nivel molecular.

El Profesor Andrés Cisneros de la Universidad de Texas en Dallas presentó un enfoque integral en el uso de simulaciones biomoleculares multiescala, que combinan métodos de mecánica cuántica y mecánica molecular (QM/MM). Estos métodos permiten predecir características específicas de sistemas proteicos, como mutaciones de proteínas objetivo en cáncer empleando herramientas avanzadas y métodos estadísticos innovadores. Este enfoque ha permitido la caracterización de enzimas de transacción del ácido desoxirribonucleico (ADN), ofreciendo aplicaciones en el desarrollo de nuevos fármacos y en el entendimiento de cómo las mutaciones afectan la catálisis enzimática.

Andreas Goetz de la Universidad de California, en San Diego, expuso sobre los avances en simulaciones de dinámica molecular basadas en QM/MM aceleradas por unidades de procesamiento gráfico (GPU, por sus siglas en inglés). Resaltó el desarrollo de QUICK, un programa de química cuántica de código abierto optimizado para realizar cálculos DFT en GPUs. Este software, integrado con AmberTools (colección de programas abiertos para modelar, correr y analizar simulaciones moleculares), permite realizar simulaciones a gran escala con precisión en sistemas de fase condensada, minimizando el ruido numérico y considerando interacciones electrostáticas de largo alcance.

Finalmente, Yury Gogotsi, Profesor Distinguido, director del Instituto de Nanomateriales de la Universidad Drexel hizo una reseña del papel que han tenido los cálculos mecano-cuánticos en el desarrollo de los 2D Mxenes, que son hojas de carburos, nitruros o carbonitruros de metales de transición. Por ejemplo, han ayudado a describir a escala atómica los procesos de intercalación en la desalinización del agua, los procesos de difusión en las baterías de nueva generación, el funcionamiento de dispositivos como antenas, sensores, y actuadores, y cómo funcionan las protecciones en dispositivos electrónicos con Mxenes.

En conjunto, estas presentaciones destacan la importancia y relevancia de la mecánica cuántica en la simulación computacional de materiales, abriendo nuevas oportunidades para la investigación en física, química, ciencia de materiales y biología molecular. Este evento no solo resaltó los avances actuales, sino que también estableció una plataforma para

futuros intercambios científicos y colaboraciones interdisciplinarias. Se invita a la comunidad científica a participar en la próxima edición del Coloquio, donde seguiremos explorando las fronteras de la simulación computacional en ciencias y su impacto en la comprensión y desarrollo de nuevas tecnologías. #

Las pláticas del VII Coloquio están disponibles en YouTube:  
[www.youtube.com/@lvmmmx](https://www.youtube.com/@lvmmmx)

Agradecemos

Al proyecto IG101124 por su apoyo en la realización del evento, durante el cual, se recopiló la evidencia utilizada para la redacción de este artículo.



## VII COLOQUIO EN SIMULACIONES COMPUTACIONALES EN CIENCIAS, VIRTUAL

August 26 - 30, 2024

Laboratorio Virtual de Modelado de Materiales



**Alexandre Tkatchenko**  
University of Luxembourg



**Richard Remsing**  
Rutgers University-New Brunswick



**Joaquin Calbo**  
University of Valencia



**Marivi Fernández-Serra**  
Stony Brook University



**Saswata Dasgupta**  
University of California, SD



**Yury Gogotsi**  
Drexel University



**G. Andrés Cisneros**  
University of Texas



**Andreas Goetz**  
University of California, SD



# 100 años de la Mecánica Cuántica

Dr. Francisco Mirreles Higuerá  
Departamento de Física – CNV-UNAM  
fmirreles@ens.cnyrn.unam.mx  
-Werner Heisenberg



“Lo que observamos no es la naturaleza en sí, sino la naturaleza expuesta a nuestro método de cuestionamiento”.

W erano de 1925, un brillante joven de origen alemán se encuentra en una pequeña isla conocida como Helgoland (que significa “esta sagrada”) al norte de Alemania. La isla de Helgoland prácticamente no tiene árboles y el polen es muy escaso. Visitó allí desde Gotingen después de días de no poder atravesar su reacción alérgica al polen. El joven, de apenas 23 años y recién doctorado en Física, se llamaba Werner Karl Heisenberg. Pasaba parte de su tiempo escalando y memorizando poemas de inspiración persa, cuando el 7 de junio (1925) experimenta una sorprendente epifanía que marcaría el inicio de la creación de una nueva y revolucionaria teoría de la Física, conocida ahora como mecánica cuántica. Años después Heisenberg narraría:

*“Eran al reactor de las vest de la madrugada cuando tuve ante mí el resultado final del cálculo. Al principio me sentí profundamente conmovido. Estaba tan conmovido que no podía pensar en dormir. Así que salí de casa y esperé el amanecer en lo alto de una roca.”*

Y es que en realidad el joven Heisenberg se encontraba en solitud en aquella isla del Mar del Norte con la intención de reflexionar sobre un problema que le obsesionaba, el origen físico de la peculiar secuencia de líneas espectrales producida por gases atómicos al excitarlos con diferencias de potencial eléctricas. El problema le fue planteado por el científico danés, ya famoso en esa época, Niels Bohr. Años atrás, en 1913, Bohr había propuesto un simple, pero empírico modelo planetario que sorprendentemente predicaba con gran precisión la frecuencia (color) de la luz emitida de gases atómicos alcalinos bajo excitación. Su modelo requería que los electrones describieran órbitas circulares alrededor del núcleo atómico, pero extremadamente, los electrones debían seguir ciertas órbitas y energías. Además, la emisión de la luz ocurría solo cuando “marginalmente” los electrones hacían “saltos cuánticos” de una órbita (nivel) a otra emitiendo radiación con energía igual a la diferencia de energía entre esas órbitas. La cuantización de la energía aparecía como consecuencia de cuantizar el momento angular de los electrones en unidades de la constante  $h$  introducida pocos años atrás (1900) por Max Planck para explicar la intensidad de radiación de cuerpos calientes y que Albert Einstein utilizara (1905) en su fórmula para la energía impartida en electrones por la luz (fotones) y electrones en su explicación del efecto fotoeléctrico. Aunado a estos enigmas del modelo de Bohr, seguía la teoría electromagnética, los electrones en su movimiento orbital deberían perder energía en forma de radiación, lo que a la postre debería pararla los electrones al núcleo atómico en un tiempo infinitesimal, lo que evidentemente no ocurre en la realidad. Bohr le da la vuelta a esta predicción clásica introduciendo el concepto de “órbitas estables”, i.e. que no radían. Pero, ¿por qué los electrones deberían seguir solo trayectorias circulares muy precisas y sin

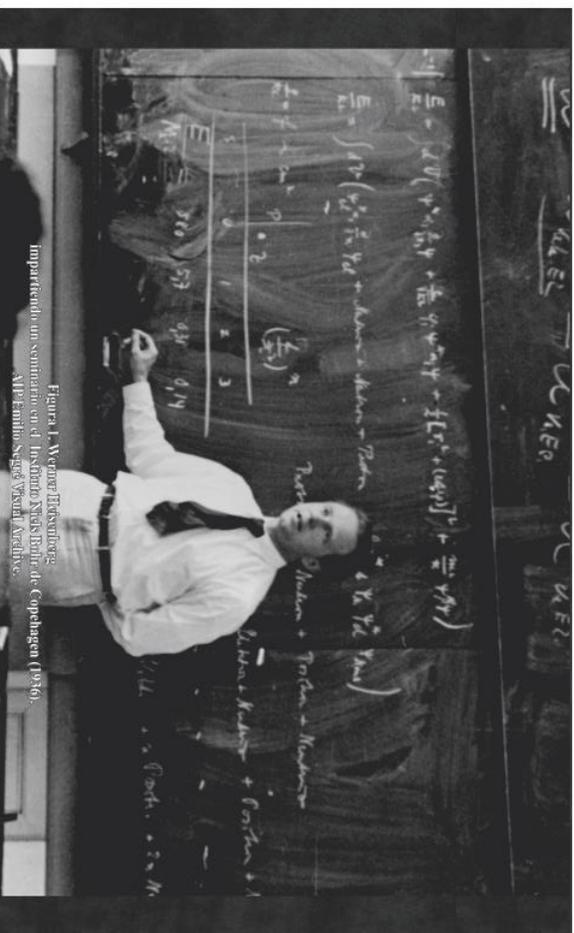


Figura 1. Werner Heisenberg, impartiendo un seminario en el Instituto Niels Bohr de Copenhague (1930).  
Múltiples siglas: Vardit Avichailo.

radiar energía? ¿qué fuerza era la causante de tan bizarras comportamientos de saltos cuánticos en energía? aun más, ¿qué da cuenta de la intensidad de las líneas espectrales? Eran los cuestionamientos al modelo atómico de Bohr.

Heisenberg en su epifanía en Helgoland reflexionó que después de todo no es posible observar las trayectorias de los electrones en el átomo y por tanto no tenía sentido indagar sobre las fuerzas que promovían tales “órbitas estables” y su cuantización. A su regreso a Gotingen le mostro sus cálculos a sus colegas y amigo Wolfgang Pauli, comentándole:

**“Todo sigue siendo vago y poco claro para mí, pero parece que los electrones ya no se moverían en órbitas.”**

La historia no termina ahí. En diciembre de ese mismo año (1925), un físico austriaco, para entonces desconocido se encuentra de vacaciones de cambrinas en un pintoresco lugar para esquiar y de reposo localizado en los nevados Alpes suizos llamado Arosa. Estaba allí acompañado con su amante secreta, una chica vienesa de quien hasta hoy se desconoce su identidad, el nombre de este físico era Erwin Schrödinger. Al parecer también se llevó, una copia de una reciente tesis doctoral de un aristócrata francés, Louis de Broglie, la cual se dice, el mismo Albert Einstein le había sugerido leer. En ella se examinaba la extrarazante idea de que las partículas como los electrones, podrían comportarse como ondas. Esta idea causó un revuelo entre los físicos de la época. Antes de irse de vacaciones a Arosa, Schrödinger había asistido a un coloquio en la Escuela Politécnica de Zurich donde se discutieron resultados recientes en Física. Durante el coloquio Schrödinger hace notar que las reglas de cuantización de Niels Bohr parecían naturalmente al imponer que se ajustara un número entero de ondas alrededor de cada órbita estacionaria. Al ser criticado de su osadía de hablar de ondas sin tan siquiera tener una ecuación para tales ondas, es cuando Schrödinger decide buscar tal ecuación de onda. Está documentado que en comunicación con W. Wien el 27 de diciembre de 1925 Schrödinger escribe: *“he encontrado un modelo cuyos presupuestos característicos corresponden con los del átomo de hidrógeno...”*, comentando que pronto le haría llegar los resultados, y continúa, *“...pero antes tengo que preparar los materiales necesarios para tratar la ecuación diferencial que he encontrado”*. Exactamente un mes después, el 27 de enero de 1926, somete a publicación en la revista Annalen der Physik el artículo titulado: *“Zur quantentheorie als Eigenwertproblem”*. En ese trabajo, Erwin Schrödinger, inspirado por la hipótesis de Louis de Broglie de las propiedades ondulatorias de las partículas introduce su famosa ecuación para la función de onda ( $\Psi$ ) asociada a los electrones y que papel central lleva su nombre. Max Born leparla de nuevo un nuevo artículo introduciendo la noción probabilística de  $|\Psi|^2$ ).

Muy pronto, entre 1926 y 1927, el mismo Schrödinger e independientemente Pauli, M. Dirac demuestran que ambos formalismos de mecánica cuántica -matricial de Heisenberg y el ondulatorio de Schrödinger- son sustancialmente equivalentes. Paralelamente, en 1927, W. Heisenberg formula su famoso principio de indeterminante que establece la imposibilidad de medir simultáneamente y en forma precisa el momento lineal y la posición de una partícula. La incorporación de la relatividad especial de A. Einstein en la mecánica cuántica fue pronto realizada por el mismo Dirac en 1928 y dio origen a la mecánica cuántica relativista, la noción del spin, y predicción de la existencia de la antimateria. W. Heisenberg fue galardonado con el Premio Nobel de Física de 1932 “por la creación de la mecánica cuántica” mientras que a



# 100 años de la Mecánica Cuántica

Dr. Francisco Mireles Higuera  
Departamento de Física - CNYN-UNAM  
fmireles@ens.cnyunam.mx



“Lo que observamos no es la naturaleza en sí, sino la naturaleza expuesta a nuestro método de cuestionamiento”.

-Werner Heisenberg

Verano de 1925, un brillante joven de origen alemán se encuentra en una pequeña isla conocida como Heligoland (que significa «isla sagrada») al norte de Alemania. La isla de Heligoland prácticamente no tiene árboles y el polen es muy escaso. Viajó allí desde Göttingen después de días de no poder aliviar su reacción alérgica al polen. El joven, de apenas 23 años y recién doctorado en Física, se llamaba Werner Karl Heisenberg. Pasaba parte de su tiempo escalando y memorizando poemas de inspiración persa, cuando el 7 de junio (1925) experimenta una sorprendente epifanía que marcaría el inicio de la creación de una nueva y revolucionaria teoría de la Física, conocida ahora como mecánica cuántica. Años después Heisenberg narraría:

*“Eran alrededor de las tres de la madrugada cuando tuve ante mí el resultado final del cálculo. Al principio me sentí profundamente conmocionado. Estaba tan emocionado que no podía pensar en dormir. Así que salí de casa y esperé el amanecer en lo alto de una roca.”*

Y es que en realidad el joven Heisenberg se encontraba en soledad en aquella isla del Mar del Norte con la intención de reflexionar sobre un problema que le obsesionaba; el origen físico de la peculiar secuencia de líneas espectrales producida por gases atómicos al excitarlos con diferencias de potencial eléctricas. El problema le fue planteado por el científico danés, ya famoso en esa época, Niels Bohr. Años atrás, en 1913, Bohr había propuesto un simple, pero enigmático modelo planetario que sorprendentemente predecía con gran precisión la frecuencia (color) de la luz emitida de gases atómicos alcalinos bajo excitación. Su modelo requería que los electrones describieran órbitas circulares alrededor del núcleo atómico, pero extrañamente, los electrones debían seguir ciertas órbitas y energías. Además, la emisión de la luz ocurría solo cuando “mágicamente” los electrones hacían “saltos cuánticos” de una órbita (nivel) a otra emitiendo radiación con energía igual a la diferencia de energía entre esas órbitas. La cuantización de la energía aparecía como consecuencia de cuantizar el momento angular de los electrones en unidades de la constante  $h$  introducida pocos años atrás (1900) por Max Planck para explicar la intensidad de radiación de cuerpos calientes y que Albert Einstein utilizaba (1905) en su fórmula para la energía intercambiada entre cuantos de luz (fotones) y electrones en su explicación del efecto fotoeléctrico. Aunado a estos enigmas del modelo de Bohr, según la teoría electromagnética, los electrones en su movimiento orbital deberían perder energía en forma de radiación, lo que a la postre colapsaría los electrones al núcleo atómico en un tiempo infinitesimal, lo que evidentemente no ocurre en la realidad. Bohr le da la vuelta a esta predicción clásica introduciendo el concepto de “órbitas estables”, i.e. que no radian. Pero, ¿por qué los electrones deberían seguir sólo trayectorias circulares muy precisas y sin

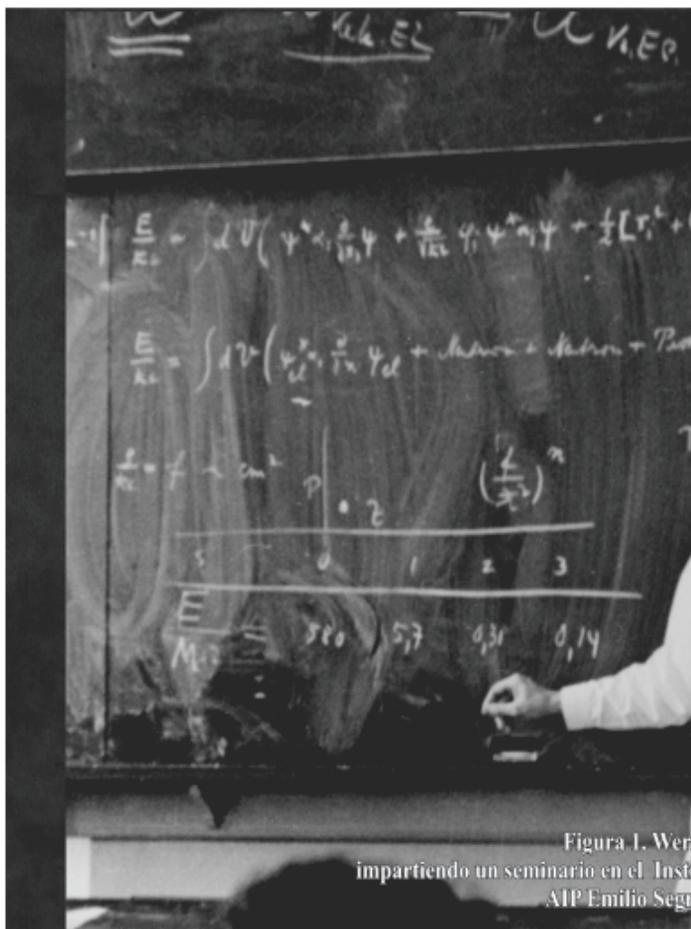
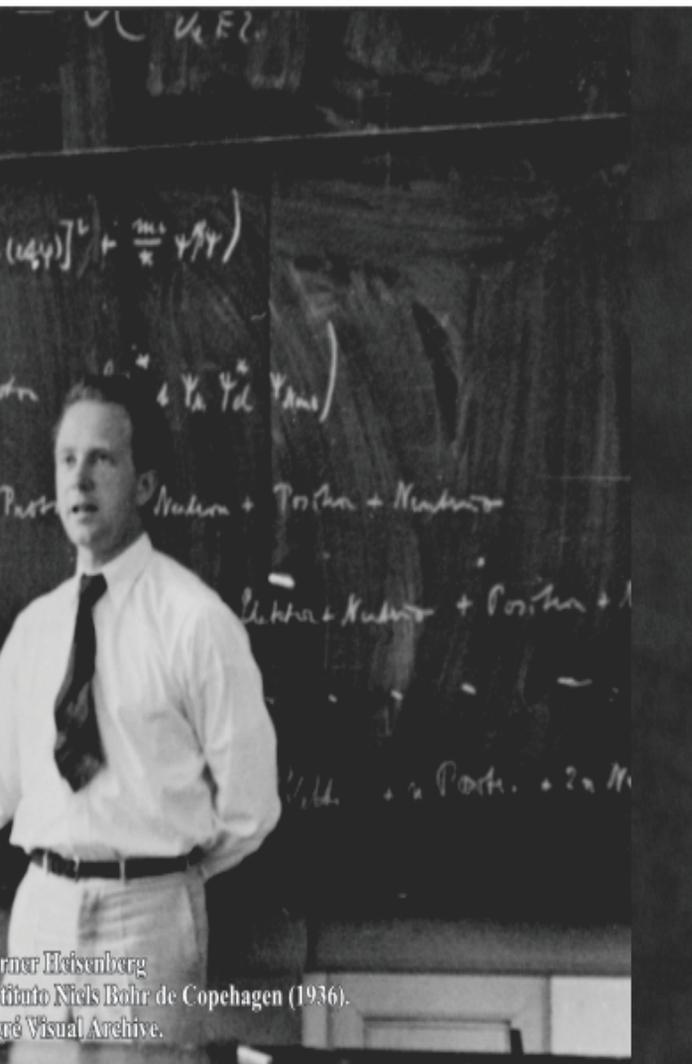


Figura 1. Werner Heisenberg impartiendo un seminario en el Instituto de Física de la UNAM, en el edificio de Emilio Segre.

radiar energía? ¿qué fuerza era la causante de tan bizarro comportamiento de saltos cuánticos en energía?, aún más, ¿qué da cuenta de la intensidad de las líneas espectrales? Eran los cuestionamientos al modelo atómico de Bohr.

Heisenberg en su epifanía en Heligoland reflexionó que después de todo no es posible observar las trayectorias de los electrones en el átomo y por tanto no tenía sentido indagar sobre las fuerzas que promovían tales “órbitas estables” y su cuantización. A su regreso a Göttingen le mostró sus cálculos a su colega y amigo Wolfgang Pauli, comentándole:

**“Todo sigue siendo vago y poco claro para mí, pero parece que los electrones ya no se moverán en órbitas.”**



Werner Heisenberg  
 Instituto Niels Bohr de Copenhague (1936).  
 Photo Visual Archive.

Heisenberg elaboró una nueva y radical teoría cuántica basada únicamente en las cantidades medibles, esto es, en la luz emitida por los átomos y su intensidad. Se le ocurrió enfocarse en una tabla de números que representan la posición del electrón y su momento, describiendo su salto de una órbita a otra y viceversa, interpretando las propiedades físicas de las transiciones (frecuencias) a través de símbolos que seguían una curiosa regla de multiplicación que no era conmutativa (ahora conocida como álgebra de matrices) y que evolucionan en el tiempo. Así el 29 de julio de 1925 publica sus hallazgos sentando las bases de la Teoría Cuántica Moderna conocida como Mecánica Cuántica Matricial, lo tituló: *Reinterpretación teórico-cuántica de las relaciones cinemáticas y mecánicas*, «Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen». La teoría es rápidamente refinada ese mismo año por Max Born, Pascual Jordan y el mismo Heisenberg en artículos que son considerados actualmente como los fundacionales de la teoría matricial de la mecánica cuántica.

La historia no termina ahí. En diciembre de ese mismo año (1925), un físico austriaco para entonces desconocido se encontraba de vacaciones decembrinas en un pintoresco lugar para esquiar y de reposo localizado en los nevados Alpes suizos llamado Arosa. Estaba allí acompañado con su amante secreta, una chica vienesa de quien hasta hoy se desconoce su identidad; el nombre de este físico era Erwin Schrödinger. Al parecer también se llevó, una copia de una reciente tesis doctoral de un aristocrático francés, Louis de Broglie, la cual se dice, el mismo Albert Einstein le había sugerido leer. En ella se examinaba la extravagante idea de que las partículas como los electrones podrían comportarse como ondas. Esta idea causó un revuelo entre los físicos de la época. Antes de irse de vacaciones a Arosa, Schrödinger había asistido a un coloquio en la Escuela Politécnica de Zúrich donde se discutieron resultados recientes en Física. Durante el coloquio Schrödinger hace notar que las reglas de cuantización de Niels Bohr aparecían naturalmente al imponer que se ajustara un número entero de ondas alrededor de cada órbita estacionaria. Al ser criticado de su osadía de hablar de ondas sin tan siquiera tener una ecuación para tales ondas, es cuando Schrödinger decide buscar tal ecuación de onda. Está documentado que en comunicación con W. Wien el 27 de diciembre de 1925 Schrödinger escribe: *“he encontrado un modelo cuyas frecuencias características corresponden con las del átomo de hidrógeno”*...comentando que pronto le haría llegar los resultados, y continúa, *“...pero antes tengo que aprender las matemáticas necesarias para tratar la ecuación diferencial que he encontrado”*. Exactamente un mes después, el 27 de enero de 1926, somete a publicación en la revista *Annalen der Physics* el artículo titulado *“La cuantización como un problema de valores propios”* («*Quantisierung als Eigenwertproblem*»). En este trabajo, Erwin Schrödinger, inspirado por la hipótesis de Louis de Broglie de las propiedades ondulatorias de las partículas introduce su famosa ecuación para la función de onda (*Psi*) asociada a los electrones y que actualmente lleva su nombre. Max Born jugaría de nuevo un papel central introduciendo la noción probabilística de *Psi*( $\Psi$ ). Muy pronto, entre 1926 y 1927, el mismo Schrödinger e independientemente Paul M. Dirac demuestran que ambos formalismos de mecánica cuántica - matricial de Heisenberg y el ondulatorio de Schrödinger - son sustancialmente equivalentes. Paralelamente, en 1927, W. Heisenberg formula su famoso principio de incertidumbre que establece la imposibilidad de medir simultáneamente y en forma precisa el momento lineal y la posición de una partícula. La incorporación de la relatividad especial de A. Einstein en la mecánica cuántica fue pronto realizada por el mismo Dirac en 1928 y dio origen a la mecánica cuántica relativista, la noción del espín y predicción de la existencia de la antimateria. W. Heisenberg fue galardonado con el Premio Nobel de Física de 1932 *“por la creación de la mecánica cuántica”* mientras que a

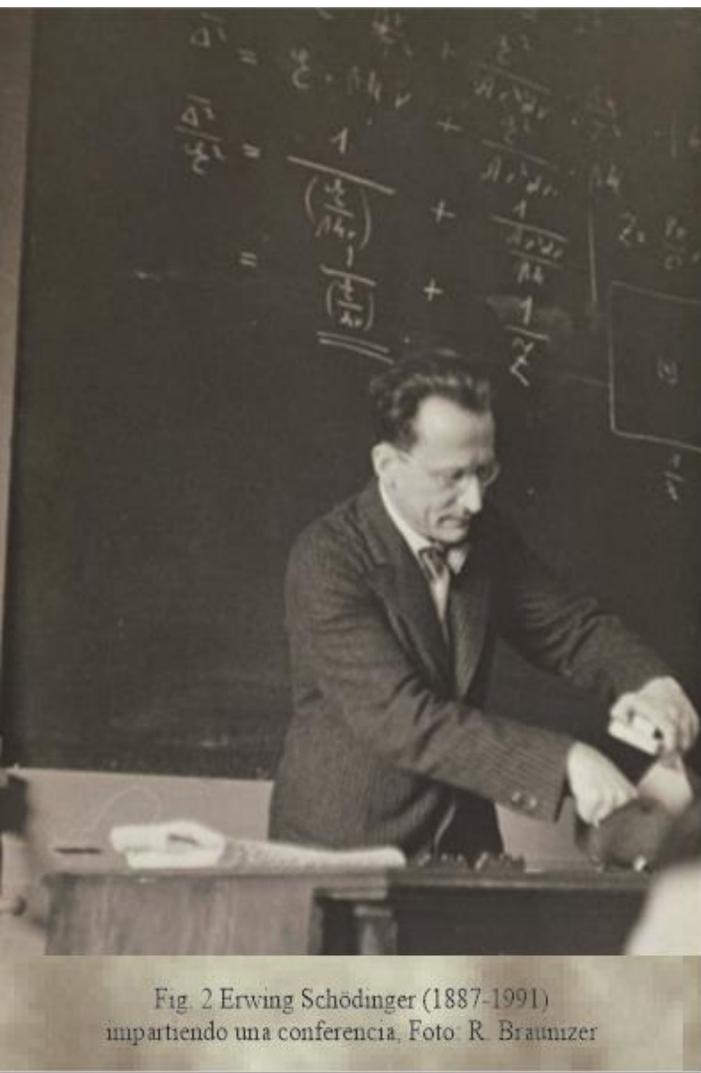


Fig. 2 Erwin Schrödinger (1887-1991) impartiendo una conferencia. Foto: R. Braumizer

E. Schrödinger y P. Dirac les fue concedido el Nobel de Física en 1933 por “por el descubrimiento de nuevas formas de la teoría atómica”. Sin embargo, debe decirse que la formulación completa de la teoría cuántica fue gracias al esfuerzo conjunto de muchos científicos, entre los que destacan, Heisenberg, Born, Jordan, Schrödinger, Bohr, Pauli, Planck, Einstein y Dirac entre otros.<sup>3</sup>

La teoría cuántica ha probado ser extraordinariamente precisa y sumamente útil, con aplicaciones exitosas en ámbitos que van desde la química moderna y biología, hasta física del estado sólido, física nuclear y cosmología. Sus extensiones y aplicaciones han derivado en nuevos paradigmas como la computación cuántica y la espintrónica. Es la base de la industria electrónica, de nuevas (nano) tecnologías, desde las computadoras, teléfonos móviles, tabletas electrónicas, y pantallas planas, hasta instrumentación médica, como láseres y equipos de resonancia magnética nuclear, por mencionar algunas.

Este 2025 se cumplen los primeros 100 años de la gestación en la isla de Helgoland al Norte de Alemania y en la localidad de Arosa en las montañas suizas, de las ideas fundacionales de una teoría física revolucionaria, la mecánica cuántica. #

## Mecánica Cuántica

### Algunos Hitos Fundacionales.

- 1900 Max Planck introduce la idea de la cuantización de la energía para explicar la radiación térmica.
- 1905 Albert Einstein introduce el concepto de fotón para explicar el efecto fotoeléctrico, introduce la teoría especial de la relatividad.
- 1911 Ernest Rutherford propone el modelo nuclear del átomo.
- 1913 Niels Bohr introduce la teoría de la estructura atómica.
- 1914 James Franck y Gustav Hertz muestran evidencia de la estructura cuantizada de los átomos.
- 1921 Otto Stern y Walter Gerlach demuestran la cuantización espacial mostrando la necesidad de introducir el momento magnético intrínseco de los electrones (espín).
- 1924 Louis de Broglie postula el comportamiento ondulatorio de las partículas.
- 1925 Werner Heisenberg introduce la teoría cuántica matricial.
- 1925 Wolfgang Pauli propone el principio de exclusión.
- 1925 Samuel Goudsmit y George Uhlenbeck introduce el concepto de momento angular intrínseco - espín.
- 1926 Erwin Schrödinger introduce la mecánica cuántica ondulatoria.
- 1926 Max Born establece la interpretación estadística y probabilística de la función de onda de Schrödinger.
- 1927 Werner Heisenberg propone el principio de incertidumbre.
- 1927 Clinton Davison y Lester Germer e independientemente G.P. Thomson demuestran el comportamiento ondulatorio de los electrones.
- 1928 Paul M. A. Dirac introduce la mecánica cuántica relativista.
- 1935 Albert Einstein, Boris Podolsky, Nathan Rosen, proponen que en la teoría cuántica bajo la interpretación aceptada de Copenhague esta incompleta al permitir la acción a distancia.
- 1935 Erwin Schrödinger introduce el concepto de entrelazamiento cuántico para describir a partículas cuánticas que pueden permanecer correlacionadas cuando están lejos.

Kenneth Krane, *Modern Physics*, John & Sons 3er Ed (2012).

#### Bibliografía:

- [1] Niels Bohr's times: in physics, philosophy, and polity. Abraham Pais. Oxford University Press (1993).
- [2] Helgoland. Making sense of the quantum revolution. Carlo Rovelli. Riverhead Books (2021).
- [3] Los creadores de la nueva física. Barbara Lovett Cline. Breviarios. Fondo de Cultura Económica (2004).

# Explorando el universo y sanando el cuerpo: el poder de la luz infrarroja

Jessica Sahian Robles Valenzuela, Prakhar Sengar, Kanchan Chauhan  
CNyN-UNAM-Ensenada  
prakharsengar@ens.cnyn.unam.mx  
kanchan\_chauhan@ens.cnyn.unam.mx

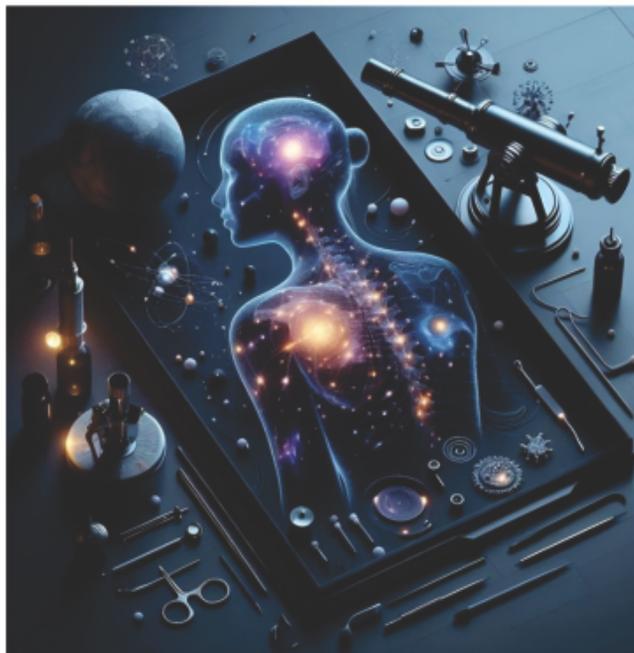
La luz infrarroja (IR, por sus siglas en inglés) es un tipo de luz que nuestros ojos no pueden ver, ya que se encuentra justo después de la luz visible, abarcando longitudes de onda entre los 700 y 2500 nanómetros. Ha demostrado ser una herramienta versátil tanto en astronomía como en medicina. ¿Por qué? Gracias a su capacidad única para atravesar materiales que la luz visible no puede, como el polvo cósmico o los tejidos biológicos. Este artículo explora cómo la luz IR se utiliza para descubrir los misterios del cosmos y para ayudar en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

Cuando los astrónomos observan el universo, comúnmente se encuentran con nubes de polvo cósmico que ocultan lo que hay detrás. Es aquí cuando se recurre a la luz IR. Como la luz IR puede atravesar el polvo, permite observar cuerpos celestes que de otro modo estarían ocultos para la luz visible (National Aeronautics and Space Administration, Infrared Astronomy). Esta capacidad es vital para estudiar galaxias distantes, regiones de formación estelar e incluso las atmósferas de exoplanetas. Además, debido a la expansión del universo, la luz de las galaxias lejanas se desplaza hacia el infrarrojo, haciendo que la observación en el rango IR sea esencial.

Telescopios como el Telescopio Espacial James Webb (JWST) están diseñados para captar luz IR, proporcionando imágenes detalladas de los primeros momentos del universo y revelando fenómenos que son invisibles en otras longitudes de onda. Esta tecnología permite a los astrónomos obtener espectros detallados de galaxias lejanas, determinando distancias y edades, brindando valiosa información sobre su formación y evolución. Es como poder observar una pequeña parte del pasado distante.

En el ámbito médico, la luz IR es un recurso esencial para la imagenología no invasiva, especialmente en el diagnóstico del cáncer (Smith et al., 2009). La luz IR puede penetrar más profundamente en los tejidos que la luz visible, debido a que los tejidos no absorben ni dispersan tanto en el IR. Esto hace posible visualizar tumores u otras anomalías sin necesidad de cirugía. Además, ciertas nanopartículas pueden diseñarse para emitir luz IR, mejorando el contraste en las imágenes y permitiendo una detección más precisa de las células cancerosas. Esta tecnología permite un diagnóstico temprano, lo cual es crucial para un tratamiento eficaz. Otra variante en el uso de la luz IR es la posibilidad de visualizar venas y terminales nerviosas para la aplicación precisa de tratamientos médicos.

Además, la luz IR es una gran aliada en las cirugías, ya que permite a los médicos observar e identificar con precisión los



límites de un tumor, asegurando su eliminación completa y evitando intervenciones quirúrgicas adicionales. Incluso se ha implementado en tratamientos como la terapia fotodinámica, donde la luz IR activa fotosensibilizadores para destruir selectivamente células cancerosas sin dañar el tejido sano. La aplicación de la luz IR tanto en astronomía como en medicina demuestra su increíble versatilidad, con aplicaciones que van desde la exploración del espacio hasta importantes avances en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades como el cáncer. A medida que esta tecnología evoluciona, amplía nuestro conocimiento y capacidades en ambos campos. En el futuro, se espera que nuevos y asombrosos detalles del universo sean revelados por telescopios y técnicas de imagen IR, mientras que, en el ámbito médico, la luz IR puede transformar la forma en que se diagnostican y tratan las enfermedades, logrando tratamientos más accesibles y menos invasivos. #

## Referencias

- National Aeronautics and Space Administration. Infrared Astronomy. James Webb Space Telescope. <https://webbtelescope.org/science/the-observatory/infrared-astronomy>.
- Smith, A. M., Mancini, M. C., & Nie, S. (2009). Second window for in vivo imaging. *Nature Nanotechnology*, 4(11), 710–711. <https://doi.org/1038/nnano.2009.326>.

# La ciencia al alcance de todos: ¡Un éxito la Noche de las Ciencias 2024!

Alma Maciel (alma@astro.unam.mx)

María Isabel Pérez Montfort (miperez@ens.cny.n.unam.mx)

La Noche de las Ciencias 2024, organizada por el CICESE, la UNAM y la UABC el pasado 5 de octubre, demostró nuevamente que la divulgación científica es fundamental para acercar el conocimiento a la sociedad. Bajo el lema ¡Únete a la aventura!, más de 3000 personas acudieron a nuestras instalaciones para disfrutar de una velada llena de actividades que despertaron y confirmaron su interés por la ciencia. Desde los visitantes más pequeños hasta los adultos, todos encontraron un espacio para aprender y maravillarse por el mundo que nos rodea.

Con una amplia oferta de actividades, el CICESE, el Instituto de Astronomía y el Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM, junto con la UABC, abrieron sus puertas a la comunidad, ofreciendo una oportunidad única para conocer de cerca los avances de la investigación, los sitios de trabajo y la labor de nuestros científicos y estudiantes. Los asistentes disfrutaron de temáticas como el Cosmos, el Mundo Diminuto, Nuestro Planeta, el Océano, la Salud y la Tecnología, a través de 190 talleres, experimentos, charlas, visitas a laboratorios, observaciones astronómicas, y hasta funciones teatrales relacionadas con la ciencia.

Una de las actividades más fascinantes de la noche fue la observación astronómica, donde los visitantes pudieron asomarse a las profundidades del universo a través de telescopios. Las personas que participaron en esta experiencia se maravillaron y asombraron al escuchar las explicaciones sobre la importancia de la astronomía y cómo esta disciplina nos permite entender el cosmos y nuestro lugar en él.

Además, se destacó el papel crucial de los centros de datos, que almacenan y procesan enormes cantidades de información obtenida a través de diversos instrumentos, los cuales ayudan a los astrónomos a descifrar los misterios del universo. Los visitantes pudieron conocer de cerca cómo los telescopios de investigación requieren de diseño mecánico, de la óptica, la electrónica y de la ingeniería de control precisa para seguir el movimiento de los cuerpos celestes.

“Lo que más me gustó fueron las sonrisas de los niños”, comentó el Dr. Rubén Darío Cadena, quien dirigió visitas del moderno Laboratorio de Bionanotecnología. Por su parte, el Dr. José Romo Herrera, que recibió visitantes en el Laboratorio de Nanoestructuras y Nanoingeniería, señaló que lo que más apreció fue “la frescura y el asombro con que las niñas y niños pequeños disfrutaron de las explicaciones y experimentos.”

Los asistentes coincidieron en lo mucho que disfrutaron el evento: “Nos gusta muchísimo este evento.” “Los expositores lo hacen increíble, se ve el esfuerzo que ponen, es muy dinámico y entretenido para los peques. ¡Nos faltó tiempo para recorrer todo! Pero ¡qué bonita manera de involucrarnos en la ciencia!” “Muchas gracias por abrir sus puertas y ofrecernos sus conocimientos, su atención y su amabilidad.”

En resumen, la Noche de las Ciencias 2024 no solo brindó conocimiento, sino también una experiencia inolvidable de colaboración entre estudiantes, investigadores y la comunidad, en un ambiente armónico y estimulante. Este evento es una prueba clara de que la ciencia, más allá de los laboratorios, puede y debe estar al alcance de todos. #





CNyN, IA-OAN UABC-CICESE



# ANDRÓMEDA: 100 AÑOS COMO GALAXIA

Hace un siglo, Edwin Hubble confirmó que Andrómeda es una galaxia independiente de la Vía Láctea, utilizando la relación período-luminosidad de las estrellas Cefeidas, descubierta por Henrietta Leavitt. Antes de este descubrimiento, se pensaba que Andrómeda era una nebulosa dentro de la Vía Láctea, pero Hubble resolvió esta controversia y amplió nuestra comprensión del universo. Ahora sabemos que Andrómeda es una galaxia vecina, que colisionará con la nuestra dentro de 4,500 millones de años

1908

HENRIETTA  
LEAVITT

Descubre la relación período-luminosidad de las estrellas Cefeidas, una herramienta fundamental para medir distancias en astronomía.

1920

EL GRAN DEBATE



Por un lado, Harlow Shapley propone que la Vía Láctea contiene todo el universo y que la 'nebulosa' de Andrómeda está dentro de nuestra galaxia. Por otro lado, Herber Curtis propone que la Vía Láctea es solo una de muchas galaxias en el universo y que Andrómeda es solo una de ellas.

1924

ANDRÓMEDA

Edwin Hubble mide la distancia a Andrómeda identificando estrellas Cefeidas en ella y utilizando la relación período-luminosidad descubierta por H. Leavitt. Determina que Andrómeda no es una pequeña nube dentro de la Vía Láctea, sino una galaxia similar a la nuestra, situada a una gran distancia. Hoy sabemos que esa distancia es de 2.5 millones años luz.

1929

LEY DE HUBBLE



E. Hubble continúa midiendo distancias a las galaxias y formula la Ley de Hubble, que establece que las galaxias más lejanas se alejan de nosotros a mayor velocidad que las más cercanas. ¡El universo está en expansión!

## FUENTES

<https://www.iac.es/es/blog/vialactea/2020/04/las-cefeidas-de-henrietta-i>  
<https://www.aps.org/archives/publications/apsnews/200004/history.cfm>  
<https://www.aps.org/funding-recognition/historic-sites/mount-wilson-telescope>

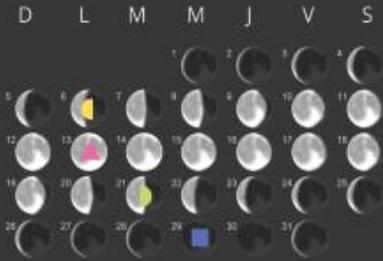
Creado por: Ilse Plauchu Frayn



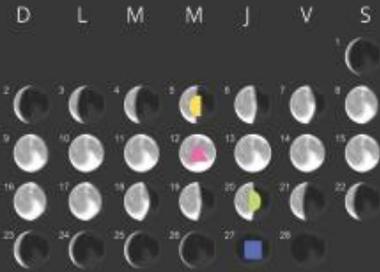
# CALENDARIO LUNAR

# 2025

## ENERO



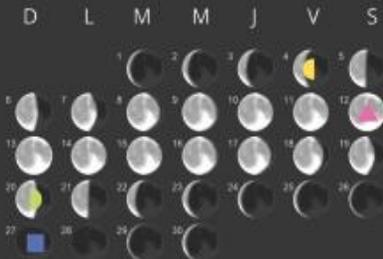
## FEBRERO



## MARZO



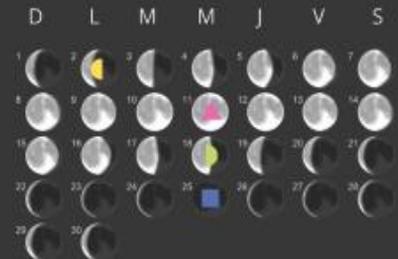
## ABRIL



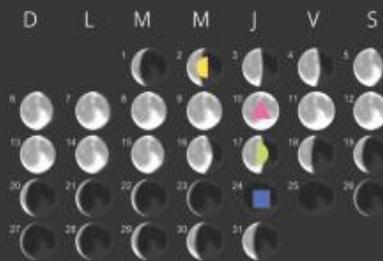
## MAYO



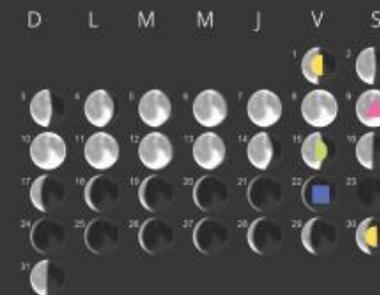
## JUNIO



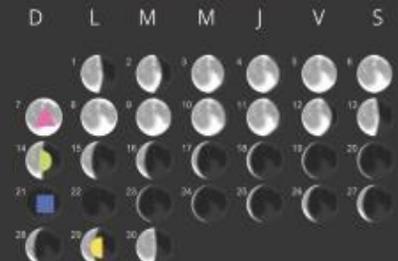
## JULIO



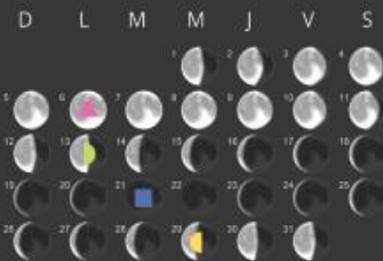
## AGOSTO



## SEPTIEMBRE



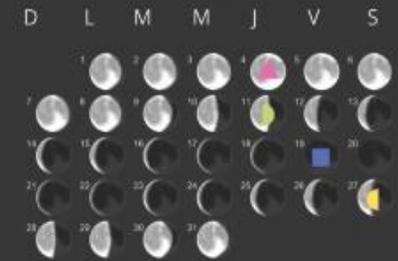
## OCTUBRE



## NOVIEMBRE



## DICIEMBRE



 Cuarto creciente

 Luna llena

 Eclipse total lunar visible en México

 Cuarto menguante

 Luna nueva

Creado por: Ilse Plauchu Frayn

Fuente: [timeanddate.com](http://timeanddate.com)

# XXXIII Verano Científico del OAN-SPM

Liliana Altamirano, Tomás Calvario, Angel Castro, Ricardo López, Erica Lugo,  
María Pedrayes, Julio Ramírez, Hortensia Riesgo  
Instituto de Astronomía.-OAN-UNAM  
verano@astro.unam.mx



Participantes del XXXIII Verano del OAN-SPM durante una visita al telescopio COLIBRÍ, en ese momento en etapas finales de desarrollo.

Del 10 al 28 de junio de 2024, el Instituto de Astronomía de la UNAM (IA-UNAM), celebró la XXXIII edición del Verano Científico del Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir (OAN-SPM). El evento se llevó a cabo en las instalaciones del IA-UNAM, en la Ciudad de Ensenada, y del OAN-SPM, en Baja California. En su última edición, contó con la participación de 24 estudiantes (23 nacionales y 1 extranjero), con el apoyo de gran parte del personal académico y administrativo del IA-UNAM y el OAN-SPM para su exitosa organización.



Figura 2. Izquierda: Participantes y colaboradores del XXXIII Verano Científico del OAN-SPM durante una caminata en las cercanías de los telescopios del proyecto TAOS-II. Derecha “Los Pilares de la Creación”, observados con el telescopio de 84 cm del OAN-SPM durante la XXXIII edición del Verano Científico del OAN. Imagen cortesía de Ricardo Montiel y Karina Hernández, estudiantes de la Universidad de Guadalajara.

El Verano Científico del OAN es un programa académico que se organiza anualmente desde hace más de 30 años, dirigido a estudiantes universitarios de física, matemáticas y áreas afines, de nivel licenciatura. El objetivo principal del programa es fomentar el interés por la Astronomía, permitiendo a los estudiantes involucrarse en proyectos de investigación bajo la supervisión directa de astrónomos profesionales en la ciudad de Ensenada. Estos proyectos abarcan desde el análisis de datos observacionales, el estudio de objetos astronómicos, hasta el desarrollo de instrumentos o software relacionado con la investigación astronómica. Los proyectos pueden cubrir temas tan diversos como la astrofísica de altas energías, la fotometría estelar, espectroscopía, astronomía extragaláctica, e instrumentación astronómica, y de acuerdo a su perfil particular, pueden hacer uso de datos adquiridos por medio de diversos observatorios terrestres y espaciales.

Durante las tres semanas que duró el XXXIII Verano Científico del OAN-SPM, los estudiantes colaboraron con investigadores y personal técnico del Instituto de Astronomía en el contexto de los proyectos de investigación ofrecidos en el marco del verano. Además, atendieron una serie de charlas y talleres sobre diversos temas de astronomía general, visitaron los laboratorios del Instituto de Astronomía y los diversos telescopios del OAN (Fig. 1), realizaron diversas caminatas (Fig. 2) y realizaron una

visita al Museo Interactivo de la Conservación, del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir. A lo largo de esas tres semanas de intenso trabajo, los estudiantes desarrollaron invaluables lazos de colaboración y amistad con sus compañeros y mentores.

El evento ofrece la posibilidad de realizar una visita corta a las instalaciones del OAN-SPM, que es una de las instalaciones astronómicas más importantes de México, lo que permite al estudiantado participante a familiarizarse de primera mano con su infraestructura y tecnología. Durante la pasada edición del Verano Científico del OAN los estudiantes tuvieron la oportunidad de realizar observaciones de imagen directa, durante tres noches consecutivas, de diversos objetos astronómicos seleccionados de acuerdo a sus características de visibilidad y brillo particular. Entre ellos estuvieron, por ejemplo, la nebulosa de la Trífida, los Pilares de la Creación (Fig. 2), la galaxia del sombrero, así como diversos cúmulos globulares y abiertos.

La convocatoria para participar en la próxima edición del Verano Científico de OAN-SPM se publicará en la página <https://www.astrosen.unam.mx/verano/> y redes sociales del Instituto del IA-UNAM a principios de 2025, por lo que invitamos a todos los interesados en participar a estar atentos. #

# Colaboración entre el CVDR-IPN y el Instituto de Astronomía para la Optimización de Procesos en el Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir

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

El Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir (OAN SPM), se encuentra en una etapa de crecimiento y desarrollo tecnológico caracterizado por la automatización y operación remota de procesos operativos. Sin duda esta es una fase de reestructuración e innovación importante, por tanto es fundamental establecer sistemas de gestión integral de procesos que aseguren el correcto funcionamiento y operación de las infraestructuras y sistemas tecnológicos asociados a los telescopios, instrumentación y servicios de soporte.

El mapeo de procesos es una herramienta estratégica para el análisis y mejora de la comunicación entre los factores que intervienen en un sistema productivo, la cual sienta las bases para la mejorar procesos ya existentes, identificar faltantes o eliminar y simplificar otros que sea necesario dentro del proceso completo<sup>1</sup>. En este contexto, el Centro de Vinculación y Desarrollo Regional Unidad Tijuana (CVDR) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), es especialista en contribuir en el desarrollo regional, en especial de la industria, de las instituciones científico-tecnológicas regionales, e incluso dependencias de gobierno, y en general todos los organismos que necesiten o requieran mejorar e incrementar su productividad.

Al respecto, el pasado 8 y 9 de octubre, el grupo de académicos asesores del CVDR liderados por el Ing. Carlos Dante Cavallero, director del CVDR, así como los especialistas M.C. Roberto Juan Camacho Tapia, M.C. Miguel Angel Pena Arredondo y el M.C. Daniel Alberto Ponce Madrid en conjunto con la M.I. Erica Lugo Ibarra, iniciaron los trabajos para la revisión y diagnóstico de los procesos operativos estratégicos en la operación y administración de telescopios del OAN SPM. Durante los próximos meses se planea avanzar en la implementación de la metodología de mapeo de procesos, y en cada fase se estarán incorporando diferentes especialistas en áreas técnicas y científicas del OAN SPM. El objetivo es brindar respuestas integrales y detectar áreas de oportunidad para la mejora continua e innovación, a fin de implementar soluciones efectivas de acuerdo a las necesidades del OAN SPM. #



Referencias: <sup>1</sup> Centro de Vinculación y Desarrollo Regional Unidad Tijuana (CVDR).  
<https://www.cvdrtijuana.ipn.mx/>

# ¿Por qué se estableció el Observatorio Astronómico Nacional?

Michael G. Richer  
Instituto de Astronomía, OAN-UNAM  
richer@astrosen.unam.mx

© Stéphane Guisard

**E**l Observatorio Astronómico Nacional fue entre las primeras instituciones científicas establecidas por el gobierno mexicano. Fue inaugurado en el Castillo de Chapultepec en la Ciudad de México el 5 de mayo 1878 y es importante recordar por qué fue creado.

La astrofísica es la ciencia que intenta explicar el funcionamiento del universo. ¿Cómo es el universo y cómo ha evolucionado? ¿Cuándo aparecieron las primeras galaxias? ¿Cómo eran sus primeras estrellas? ¿Cómo se forma todo esto, en particular las estrellas y los planetas? ¿Hacia donde va? Las posibles preguntas son muy numerosas.

Pero esto no siempre ha sido así. La astronomía es de las ciencias más antiguas, y tiene sus raíces en la prehistoria humana. Su razón de ser y lo que le dio importancia en la antigüedad es el origen del calendario. Los calendarios existen desde al menos 5,000 años y es probable que sean sustancialmente más antiguos. Desde muy jóvenes somos conscientes del ciclo de día y noche. Si pasamos tiempo mirando el cielo noche tras noche, el ciclo lunar es rápidamente evidente. Esos ciclos permiten definir lo que llamamos el tiempo de un día y un mes. El gran avance ocurrió cuando nos percatamos que el cielo cambia poco a poco día con día, de manera muy regular y cíclica. Eso permitió definir el año. A la par, seguramente los antiguos se dieron cuenta del otro ciclo muy importante, que son las estaciones del año.

Históricamente, la astronomía ha sido vinculada con contabilizar el paso del tiempo. Hace 5,000 años, el calendario fue un gran avance. Permitía predecir el futuro, las lluvias de invierno en Baja California, el acercamiento del calor del verano. Sobretodo, era muy útil para el desarrollo de la agricultura. Si vives en un lugar árido y no puedes predecir cuando lloverá, no sabrás cuando plantar y cosechar. El calendario resuelve este problema.

El cielo es un excelente reloj porque la rotación de la Tierra es muy constante. Si se tiene un punto de medición fijo y otro punto de referencia precisa, se puede medir el tiempo con las posiciones de las estrellas. A lo largo de la historia, los astrónomos aprovecharon este reloj para desarrollar otros conocimientos. Las latitudes y longitudes en la Tierra reflejan el orden de la rotación del cielo. La latitud es simplemente la altura sobre el horizonte de la estrella polar. Por otra parte, si se tiene un buen reloj, se puede determinar la longitud observando las estrellas en el cielo. Este conocimiento fue utilizado por geógrafos en la elaboración de mapas terrestres, así como para medir áreas.

En México en la segunda mitad del siglo XIX, esto fue muy importante. El tratado de Guadalupe Hidalgo estableció los límites del territorio nacional, pero era necesario trazar esos límites en el terreno. Se estableció una comisión binacional de geógrafos-astrónomos que lo llevaron a cabo exitosamente. Posteriormente, otra comisión de ingenieros-astrónomos mexicanos viajaron a Japón en diciembre 1874 para observar el tránsito del planeta Venus frente al Sol. Nuevamente, tuvieron éxito, impresionando a sus contrapartes americanos y europeos.

Varias tecnologías del fin del siglo XIX, como el telégrafo y el ferrocarril, necesitaban de tiempo cada vez más preciso para coordinar sus actividades. De ahí fue la relevancia del Observatorio Astronómico Nacional. Desde sus inicios, se encargó de la distribución del tiempo preciso a las instancias gubernamentales que lo requerían, una función que mantuvo durante la mayor parte de un siglo. Además, los astrónomos apoyaron los estudios de la meteorología y del magnetismo, disciplinas que fueron encomendadas a observatorios especializados en estas áreas, lo que son hoy en día el Servicio Meteorológico Nacional y el Instituto de Geofísica de la UNAM, respectivamente.#

# Colaboran el Clúster Aeroespacial de Baja California y el Observatorio Astronómico Nacional, San Pedro Mártir en prevención de incendios en el Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir

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



**E**l Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM) es una de las 232 áreas naturales protegidas (ANP) de México, y forma parte de las 17 ANP que colaboran en el programa “Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas naturales protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático”, impulsado por las Naciones Unidas. En este marco, la prevención y manejo del fuego son acciones prioritarias. Para dimensionar la situación, al 18 de octubre del presente año, Baja California ha registrado 95 incendios, los cuales han afectado 30,856 hectáreas de matorral y bosque. Una proporción significativa de estos incendios se ha producido en zonas cercanas al PNSSPM<sup>1</sup>.

En respuesta a esta situación, el Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir (OAN SPM) mantiene un esfuerzo constante de colaboración con el PNSSPM para

desarrollar programas orientados a la protección, conservación y manejo sostenible de esta área natural protegida, que cubre 72,910 hectáreas. Recientemente, el Clúster Aeroespacial de Baja California<sup>2</sup>, aliado estratégico del OAN SPM, se ha sumado a esta importante labor. Este clúster, que agrupa a más de 200 empresas del sector aeroespacial, espacial y de instrumentación satelital, reafirma su compromiso con la conservación del ambiente.

En este contexto, el 4 y 5 de octubre, una delegación de empresarios del Clúster, encabezada por su presidente, el Dr. Tomás Silabaja López, y acompañada por las ingenieras Christian Sánchez y Sofía Castro, presidenta y vicepresidenta de la Comisión de Mujeres del Clúster, visitó el PNSSPM y el OAN SPM para enfocarse en las áreas críticas de prevención de incendios. Durante la visita, la delegación sostuvo reuniones con la directora del Parque Nacional, Mtra. Verónica Meza López, y con la M.I. Erica Lugo Ibarra, gerente de proyectos

del OAN SPM y responsable de vinculación del Instituto de Astronomía, para identificar oportunidades de colaboración en el equipamiento de brigadas contra incendios y la mejora de sistemas de prevención. Las mesas de trabajo también incluyeron la discusión de acciones para promover la educación ambiental y sensibilizar a la población sobre la importancia del Parque Nacional, el Observatorio y la conservación de cielos oscuros, enfocándose en involucrar a niños, jóvenes, universitarios y empresarios en estas iniciativas.

Además de las reuniones, los empresarios tuvieron la oportunidad de observar el cielo desde los 2,800 metros de altura del Observatorio, explorando el vasto universo, sus estrellas y galaxias, con la guía de expertos en astronomía, como la M.C. Hortensia Riesgo. Asimismo, personal especializado del observatorio presentó a la comitiva algunas labores de alta especialidad que se realizan, como el proceso de aluminizado, a cargo del técnico académico Eduardo Lopez Ángeles, quien cuenta con más de 40 años de experiencia, y los desarrollos en cómputo y tecnologías de software a cargo del Ing. Alfonso Franco Herrera.

El OAN SPM y el Instituto de Astronomía, agradecen al Clúster Aeroespacial, y a esta delegación, quienes ya están coordinando acciones para movilizar recursos y apoyo en esta importante labor, entre ellos el Ing. Francisco Oliva, Director de Industrias Especializadas Contra Incendios (IESO), el Ing. Rodolfo Nava Sanromán (IESO), el Ing. Abraham Rosas (IESO), M.I. Antonio Rabassa, Director de Mechanical 4.0, la Ing. Berenice González, Gerente de CPP Aerospace, el Ing. Julio Coronel de Desiccare Corporativo, el Ing. Jaime H. Sanoja Melgar de SPACE Mx Baja, el M.C. Jorge Moreno Rochin de Tecnologías de Propulsión Espacial, el Ing. Héctor Guevara Ortiz del Grupo Monsort, y la Lic. Miliayls Gil Ascencio de International Lean Six Sigma. #

Referencias:

- <sup>1</sup>Concentrado Nacional de Incendios Forestales ([https://monitor\\_incendios.cnf.gob.mx/incendios\\_tarjeta\\_semanal](https://monitor_incendios.cnf.gob.mx/incendios_tarjeta_semanal)),
- <sup>2</sup>Cluster Aeroespacial de Baja California (<https://bajaerospace.org/>)





Nanoticias de Frontera

# El Rincón de las Palabras

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



Nanoticias de Frontera

**Nanoticias de Frontera: el Blog del CNyN-UNAM**  
y El Glosario de Términos Especializados en Nanociencias y Nanotecnología  
*Por el grupo editorial del Blog Nanoticias de Frontera*  
miperez@ens.cnyn.unam.mx

## Nanoticias de Frontera

(<https://nanoticiasfrontera.blogspot.com/>).

Es un blog creado en 2024 por un grupo de investigadores del CNyN-UNAM, con el objetivo de divulgar noticias de vanguardia sobre las nanociencias y la nanotecnología. Nace como evolución del blog Noticias de Nanociencia, fundado en 2014, el cual contiene resúmenes cronológicamente ordenados de 365 investigaciones publicadas a lo largo de la década 2014-2024, que se pueden consultar en:

<https://nanoticias2014.blogspot.com/>.

El Blog Nanoticias de Frontera se dirige principalmente a estudiantes y profesionales de nivel universitario. Actualmente, conocer y entender, en la medida de lo posible, el progreso en las nanociencias y la nanotecnología es un componente esencial de nuestra cultura científica. La divulgación de avances en la investigación internacional amplia nuestros horizontes y nos induce a explorar nuevas posibilidades en el campo; atrae nuestra atención hacia métodos de investigación novedosos o enfoques alternativos sobre la producción de nuevos materiales, avances en electrónica y medicina, y en el manejo de recursos energéticos. Además, nos presenta propuestas de aplicación de estas disciplinas en campos que antes no se consideraban.

Aprovechamos este espacio para invitar a la comunidad del CNyN-UNAM y de otras dependencias universitarias que aborden estas áreas de estudio a utilizar el Blog Nanoticias de Frontera como una plataforma para dar a conocer sus investigaciones y resultados a la comunidad estudiantil y profesional, aprovechando la perspectiva de la divulgación.

### Los objetivos del Blog Nanoticias de Frontera son:

- Publicar noticias quincenales sobre investigaciones recientes y de importancia en las nanociencias y la nanotecnología.
- Elegir atentamente publicaciones destacadas e interesantes sobre temas de física, química, bioquímica, medicina, bionanotecnología, ingeniería electrónica, tecnología ambiental, síntesis, diseño y caracterización de nanomateriales, y otras noticias de impacto.

- Constituir una fuente de información resumida y confiable, proporcionando la referencia del estudio original del que se obtuvo la información.
- Proveer un espacio para la divulgación de investigaciones realizadas en el CNyN y otras dependencias universitarias.

### El Glosario de Términos Especializados en Nanociencias y Nanotecnología.

Por otra parte, el grupo editorial del Blog creó un Glosario que desde el inicio se reveló como una necesidad, debido a la variedad y complejidad de términos que surgen por la permanente innovación en estas disciplinas.

**El Glosario de Términos Especializados en Nanociencias y Nanotecnología** (<httpst://www.cnyn.unam.mx/wp-content/uploads/2024/05/GlosarioCNyN.pdf>), es un esfuerzo por cubrir un vacío en estos campos: recoge términos novedosos, así como palabras de uso común pero conflictivas que se emplean con frecuencia en estas áreas. También incluye el origen de palabras y de siglas, la definición de conceptos que requieren precisión, campos de aplicación de ciertas palabras y una traducción al español de términos que en ocasiones se utilizan directamente calcados del inglés.

**El Glosario** contiene actualmente 139 términos y es un instrumento útil para el personal docente y los estudiantes que se disponen a redactar la ciencia en español. En CNyN, como en otros centros de formación de futuros profesionales, el rigor en el entendimiento y la aplicación correcta de conceptos en nuestro idioma se entiende no como algo trivial, sino como un requerimiento básico.

**El Glosario de Términos Especializados en Nanociencias y Nanotecnología** está abierto a las sugerencias y comentarios de los interesados en las áreas de nanociencias y nanotecnología, con el objetivo de ampliar, completar y corregir las entradas, esperando convertirlo en una herramienta cada día más útil y precisa para los estudiosos de estos campos.

Esperamos sus aportaciones, sugerencias y comentarios en: (miperez@ens.cnyn.unam.mx). #