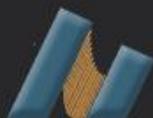


37<sup>a</sup>  
edición

# Gaceta Ensenada



El paso del cometa C/2020 F3  
(NEOWISE)  
Página 12





DIRECTORIO  
UNAM

Dr. Enrique Luis Graue Wiechers  
Rector

Dr. Leonardo Lomeli Vanegas  
Secretario General

Dr. Luis Álvarez Icaza Longoria  
Secretario Administrativo

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa  
Secretario de Desarrollo Institucional

Dr. William Henry Lee Alardín  
Coordinador de la Investigación Científica

Dr. José de Jesús González González  
Director del Instituto de Astronomía

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

Dra. Teresa García Díaz  
Jefa de la Unidad Académica de Ensenada  
Instituto de Astronomía  
Campus Ensenada, B. C.

Dr. Mauricio Reyes Ruiz.  
Jefe del Observatorio Astronómico Nacional,  
Instituto de Astronomía,  
Campus Ensenada, B. C.

Consejo Editorial

Dr. Tomas Verdugo González

Ing. Israel Gradilla Martínez

D. G. Norma Olivia Paredes Alonso

Ing. Alma Lilia Maciel Angeles

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.

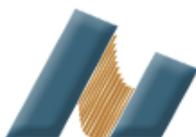
Teléfono: (646) 175 06 50 y (646) 174 45 80

Dirección electrónica:

tomasv@astro.unam.mx

nparedes@cnyun.unam.mx.,

gaceta-eda@astro.unam.mx



Nuestra Portada  
Gaceta Ensenada No. 37  
CNyN-IA-OAN-UNAM



La imagen muestra al cometa C/2020 F3 NEOWISE junto con el paso de algunos Satélites Starlink. Capturada el 23 de julio de 2020 a las 21:00 horas. Se utilizó una montura SkyGuider Pro, exposición de 71s, ISO 800, distancia focal 140 mm.

Agradecemos a la Dra. Ilse Plauchu Frayn, quien nos ayudó a identificar los satélites: STARLINK-1482, STARLINK-1464, STARLINK-1517, STARLINK-1475 y STARLINK-1391.

Foto: Alonso Landa.

# Índice

3. XXIX Verano Científico en el Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir-UNAM: Un Verano Online.

4. La luz polarizada en el Universo.

6. Amplificando el universo V. El astrónomo Peiresc.

8. Mega constelaciones de satélites.

9. World Space Week 2020 Satellites Improve Life: "Explorando el Espacio desde la Sierra San Pedro Mártir, Baja California".

10. ¿Agua fuera de la Tierra?

11. Infografía: Breve historia del Observatorio Astronómico Nacional.

12. El paso del cometa C/2020 F3 (NEOWISE).

14. Celdas solares de perovskitas de halógeno.

15. Interacción de los Rayos UV con el ADN: Un enfoque Físico-Biológico.

16. Mascarillas modificadas con nanomateriales para la contención de pandemias.

17. La validez de los datos en nanotoxicología: Interferencia de los nanomateriales en la determinación de su actividad biológica.

18. ¡Licenciatura en Nanotecnología del CNyN-UNAM gana los tres primeros lugares en la Expo Noroeste 2020!

19. ¡Felicidades a nuestros nanoemprendedores de la Licenciatura en Nanotecnología!

20. Síntesis, aplicación y perspectivas de materiales multiferroicos en aplicaciones de memoria.

21. Nanopartículas de plata y su intervención en el tratamiento de cáncer de colon.

22. Nanopartículas de oro: nanoherramientas en la lucha contra el cáncer.

23. Algo sobre teoremas.

24. Rincón de las Palabras,  
El glosario de términos especializados en nanociencias.



## XXIX Verano Científico en el Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir-UNAM: Un Verano Online

Urania Ceseña, Miguel. A. Aragón Calvo, Jesús O. Hernández,  
Aida Nava, Edilberto Sánchez, Francisco Guillén, Tomás Verdugo  
Instituto de Astronomía-OAN-UNAM  
urania@astro.unam.mx



**E**l reto que presentó la edición del XXIX Verano Científico en el Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir (VeranoOAN29), fue disruptivo ya que fue necesaria la creación de nuevas estrategias para llegar a los jóvenes participantes, y que a pesar de las limitantes se logrará el objetivo principal bajo el que se rige la escuela desde hace 29 años. Que es: *acercar estudiantes a la investigación científica y proveerles de conocimiento teórico-práctico en tópicos selectos de astrofísica.*

Esta edición como todas las anteriores fue exitosa y repercutió en un aprendizaje para todos los involucrados debido a las metodologías aplicadas para el desarrollo remoto de las actividades referentes al verano.

El VeranoOAN29 se llevó a cabo del 8 al 26 de junio de 2020 y se enfocó en tres actividades: 1) Temas, dirigidos a impartir conceptos básicos de astronomía; 2) Charlas complementarias, dirigidas a complementar temas de astronomía o difundir trabajos realizados en el Instituto de Astronomía; 3) Actividades extracurriculares no obligatorias, donde se orientó a los participantes para iniciar posibles proyectos de investigación en el Instituto de Astronomía, en Ensenada.

La contingencia de COVID19, nos afectó como a todo el país y al mundo, pero no impidió llevar a cabo el VeranoOAN29. Fue necesario implementar estrategias diferentes como:

- El VeranoOAN29 se condensó de 4 semanas a 3 semanas, con 3 horas diarias de actividades usando herramientas de videoconferencia.
- Se implementó un reglamento de comportamiento para la asistencia de clases a distancia.

- Se llevó a cabo un acervo de material audiovisual de charlas complementarias producidas por el personal del Instituto de Astronomía, el cual está a disposición libre de los participantes de la escuela de verano.
- El intercambio entre ponentes y participantes se realizó a través de correos electrónicos.
- Los temas que se contemplaron fueron: 1) Radiación electromagnética y nuestra atmósfera, 2) Telescopio y detectores, 3) Sistemas de referencia, magnitudes, colores y espectros, 4) Herramientas astronómicas, 5) Formación estelar y planetaria, 6) El sistema solar, 7) Sistemas planetarios, 8) Las estrellas, su estructura y evolución, 9) Etapas finales en la evolución estelar, 10) Estructura galáctica, 11) Astronomía extragaláctica, 12) Cosmología y 13) Astrofísica de altas energías.
- Cada participante realizó un ensayo final corto (entre tres y cinco páginas) para ser evaluado por el comité como actividad final de la escuela VeranoOAN29.
- Como trabajo extracurricular se invitó a los estudiantes a formar parte de un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico.

En esta convocatoria participaron 127 candidatos (53.54% mujeres). La selección se realizó tomando en cuenta parámetros curriculares como la afinidad de la carrera con el área de astronomía, promedio global, y semestre cursado en la carrera. En el proceso se seleccionaron 24 participantes de los cuales 62.5% eran mujeres. Los estudiantes aceptados provenían de diferentes partes de la república: siete de la Ciudad de México, uno de Durango, dos del Estado de México, uno de Jalisco, dos de Puebla, dos de Querétaro, dos de Sinaloa, dos de Sonora, tres de Veracruz, tres de Yucatán y uno de Zacatecas (ver mapa). #

# La luz polarizada en el Universo

Joel Castro  
Instituto de Astronomía-OAN-UNAM.  
joelhech@astro.unam.mx



Telescopio de 2.1m de San Pedro Mártir, representación artística de luz polarizada. Crédito: L. Sabin.

La astronomía requiere de la luz que proviene de los astros para conocer las pistas que posteriormente llevan a entender los procesos físicos que ocurren en el espacio exterior. Lo que se puede medir directamente de la luz, en general, es la intensidad de esta. Los detectores convierten los fotones en electrones, y la electricidad es ya más sencilla de medir. Haciendo uso de tecnología óptica es posible separar la luz en longitudes de onda (“colores”) cuya abundancia relativa permite inferir la presencia de ciertos elementos químicos y moléculas en los astros, además de sus velocidades. A la técnica de separar la luz en longitudes de onda y medir la intensidad de la luz en ellas le llamamos espectroscopía. Otra propiedad de la luz es la polarización; partiendo del hecho de que la luz se puede estudiar como una onda, el sentido y la dirección de vibración puede estar definido, por una línea, un círculo o una elipse en forma más general; a esto le llamamos estado de polarización. La luz del Sol, en general no está polarizada, pero se polariza al reflejarse en alguna superficie a un ángulo dado, esta es la razón por la cual utilizamos lentes polarizados para eliminar reflejos brillantes y molestos que provienen, por ejemplo, de un automóvil frente a nosotros. Utilizando elementos ópticos similares a los lentes polarizados, y con la ayuda de un telescopio, es posible medir la cantidad de luz polarizada que proviene de los astros.

Este año se llevó a cabo el 5to Coloquio Nacional de Polarización en Astronomía, organizado por la Universidad Iberoamericana, en forma virtual debido al coronavirus. En este coloquio participamos investigadores de México, Sudamérica, Estados Unidos y Europa. Se presentaron resultados de investigaciones en diferentes áreas de la astronomía, todo relacionado con la polarización y las pistas que esta propiedad de la luz puede darnos para entender lo que pasa en el universo a diferentes escalas.

En galaxias, se discutió como la luz polarizada es producto de los fuertes campos magnéticos que existen en el agujero negro, situado generalmente al centro de algunas galaxias. Las galaxias son aglomeraciones de estrellas, gas y polvo esencialmente, de manera que la luz proveniente de ellas no debería estar polarizada, sorprendentemente en algunos casos hasta el 40% de la luz es polarizada en forma lineal o circular. Resulta que la luz,



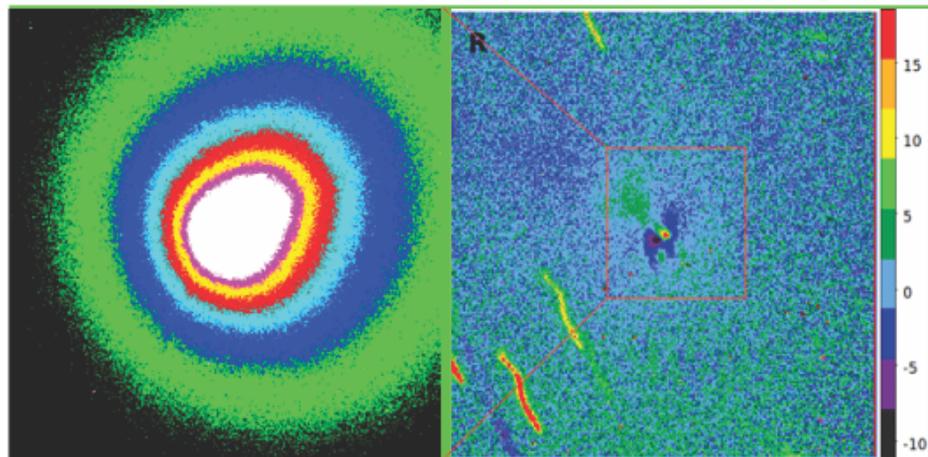
La luz del Sol se polariza al reflejarse en un asteroide y este efecto nos permite conocer las propiedades superficiales de dicho objeto, representación artística. Crédito: NAOJ.

al ser una onda electromagnética, es susceptible a los campos magnéticos, así la polarización nos puede ayudar a entender qué ocurre cerca de un agujero negro que está “consumiendo” material y cómo es que se genera tan tremendo magnetismo.

En las estrellas la luz polarizada está relacionada también con los campos magnéticos, sin embargo, el mecanismo físico que los produce es diferente. Además, dependiendo de la etapa evolutiva de las estrellas la cantidad de luz linealmente polarizada puede deberse al polvo del medio, donde probablemente se pueda formar un sistema planetario.

A una escala astronómica más pequeña, se encuentra el Sistema Solar. Además del estudio de las manchas solares, la luz polarizada permite estudiar las propiedades de cuerpos menores, como los asteroides y los cometas, incluso aquellos potencialmente peligrosos para la Tierra. Aquí lo importante son las propiedades superficiales y las condiciones bajo las cuales la luz del Sol es reflejada. Así se pueden conocer la composición, la mineralogía, las relaciones entre diferentes grupos de objetos y todo al final para entender cómo se formó y cómo evolucionó nuestro Sistema Solar.

La polarización de la luz es importante para entender cómo funciona este Universo en que nos tocó vivir, piénsalo la próxima vez que te pongas unos lentes para el Sol. #



Los mapas de polarimetría permiten detectar morfología muy cercana al núcleo de los cometas, donde se producen las emisiones de gas y polvo. A la izquierda imagen del cometa 46P/Wirtanen y la derecha el mapa polarimétrico correspondiente. Observación que se llevó a cabo en enero de 2019 desde el telescopio de 84cm en el Instituto de Astronomía, Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir-UNAM con POLIMA.

Los colores son ilustrativos.

Nota: Una versión de éste artículo se publicó en Frontera Astronómica.  
Más información: <http://dep.fisimat.ibero.mx/cnps5/home/landing/>

# Amplificando el Universo V

## El astrónomo Peiresc

En la parte sureste de la Luna (ver figura 1) se encuentra un cráter llamado Peiresceius. El cráter fue nombrado en 1953 en honor a Nicolas-Claude Fabri de Peiresc (1580-1637, ver figura 2). También existe un asteroide (19226 Peiresc) con su nombre[1]. El primero de diciembre de 2020 se celebran 440 años de su nacimiento. Peiresc fue un estudioso, científico, anticuario, coleccionista, e historiador; fue uno de los primeros en reconocer y enfatizar la importancia del estudio de las monedas antiguas para establecer el orden en los sucesos históricos. Dentro de su quehacer científico, también fue astrónomo[2]. En 1599, Peiresc viajó a Padua donde conoció a Galileo Galilei.

Tomás Verdugo González  
Instituto de Astronomía-OAN-UNAM  
tomasv@astro.unam.mx

Sol, la Luna, los planetas, y todas las estrellas giraban alrededor de ella. El paradigma de la Tierra como centro del Universo fue aceptado por más de mil años y defendido ferozmente por la iglesia. Pero fue puesto en duda por Nicolás Copérnico, quien colocó al Sol en el centro del sistema y los planetas girando a su alrededor. Además de los trabajos de Tycho Brahe, el trabajo de Galileo Galilei llevó a la aceptación del modelo de Copérnico. En particular, "Sidereus Nuncius", mostró que las lunas de Júpiter eran como un pequeño sistema solar en miniatura, con dichas lunas moviéndose en órbita en torno a un planeta. Así, no todo se movía girando alrededor de la Tierra. Es, en este contexto histórico, que hay que comprender la poca difusión del trabajo de Peiresc, el mismo se auto-limitó, por miedo al clima de persecución de la época por parte de la iglesia. Aunque, cuando Galileo es arrestado por la Inquisición, Peiresc escribió una carta al sobrino del Papa para que intercediera en su defensa[4].

Peiresc, mantuvo correspondencia con Galileo, y de hecho, también observó las lunas de Júpiter, y sugirió que dichos objetos llevaran el nombre de algunos miembros de la familia Medici, idea que no prosperó. Pero Peiresc tuvo otra idea, apuntar su telescopio a una región conocida del cielo, y así observó la Nebulosa de Orion (ver figura 3). Se convirtió en la primera persona, de la que se tenga conocimiento, de ver dicho objeto celeste a través de un telescopio. También registró muchos eventos planetarios, y anotó con detalle las posiciones de los satélites de Júpiter. Peiresc usó sus observaciones para calcular longitudes terrestres. En particular, utilizó las mediciones del eclipse del 28 de agosto de 1635 para determinar



Unos años después, en 1610 se publicaría "Sidereus Nuncius"[3], el primer trabajo astronómico basado en observaciones hechas con un telescopio, siendo el autor Galileo Galilei. Dicho trabajo serviría para cuestionar el modelo "cosmológico" hasta ese momento más aceptado del Universo, el modelo Aristotélico (modelo defendido en especial por la iglesia católica). En éste, la Tierra era el centro del Universo, el

Figura 3. Notas sobre la Nebulosa de Orión tomadas por Peiresc ([https://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas-Claude\\_Fabri\\_de\\_Peiresc](https://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas-Claude_Fabri_de_Peiresc))



con precisión la longitud del mar Mediterráneo. Peiresc coordinó y enseñó a diferentes personas como realizar las mediciones y con observaciones hechas en Marsella, Aleppo y el Gran Cairo, encontró que la diferencia de longitud entre Marsella y Aleppo era solo de 30 grados, en lugar de los 45 grados que se tenían registrados anteriormente[5].

Con ayuda del grabador Claude Mellan, Peiresc empezó a trabajar en un mapa de la superficie de la Luna (ver figura 4), pero lamentablemente murió el 24 de junio de 1637, en Aix-en-Provence, Francia, sin poder completar dicha obra. En la Universidad de Aix-en-Provence existe un planetario que lleva su nombre, recordando sus contribuciones a la astronomía. #



4.- Impresión hecha a partir de un grabado de Mellan ( <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/393543> )

#### REFERENCIAS

- 1.- [https://minorplanetcenter.net/db\\_search/show\\_object?object\\_id=19226](https://minorplanetcenter.net/db_search/show_object?object_id=19226)
- 2.- <http://galileo.rice.edu/Catalog/NewFiles/peiresc.html>
- 3.- [http://www.muncyt.es/stfls/MUNCYT/Publicaciones/sidereus\\_castellano.pdf](http://www.muncyt.es/stfls/MUNCYT/Publicaciones/sidereus_castellano.pdf)
- 4.- Godard, G., Geology and Religion, A History of Harmony and Hostility, The Geological Society, Ed. Martina Kolb-Ebert, London, 2009.
- 5.- Robles Macías, L. A., e-Perimtron, Vol. 9, No. 1, 2014.

# Mega constelaciones de satélites

Fernando Avila Castro  
Instituto de Astronomía-OAN-UNAM  
favidac@astro.unam.mx

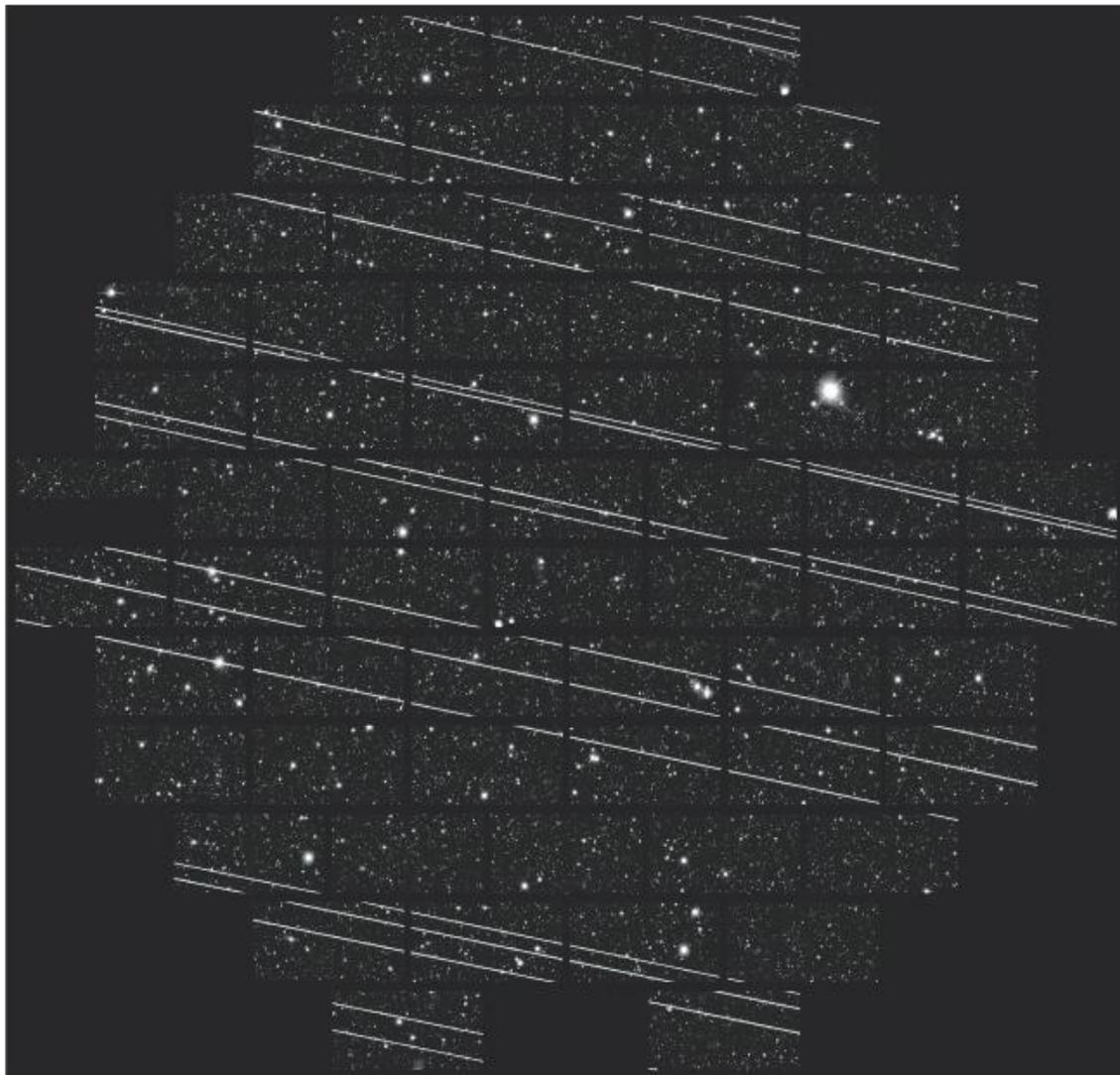


Imagen: Trazos de satélites Starlink en el telescopio 4 metros de CTIO con el instrumento DECam. Créditos: Clara Martínez-Vázquez and Cliff Johnson.

**E**n febrero de 2018, dio inicio una nueva era en la carrera espacial. El protagonista era el proyecto Starlink de Space X, y la meta era crear una mega red de satélites pequeños para proveer servicios de Internet a escala global. Para lograrlo, el proyecto contempla lanzar miles de satélites en los próximos años, al igual que sus competidores, Amazon y OneWeb. En conjunto, se estima que serán en total casi 100,000 satélites en órbitas que van desde poco más de 300 kilómetros, hasta órbitas más lejanas a 1200 kilómetros.

Aunque desde hace tiempo los astrónomos conocen las dificultades del paso de satélites sobre sus instrumentos, la primera señal de alerta a nivel público sucedió en noviembre de 2019 cuando investigadores del CTIO en Chile registraron el paso de una serie de satélites Starlink recién lanzados y notaron que buena parte de la imagen estaba cubierta por las trazas de estos satélites. Limpiar las imágenes y espectros que contengan esta interferencia, podría en el mejor de los casos requerir mucho tiempo y esfuerzo, y en el peor sería dar por

perdida la observación. Los programas científicos observacionales afectados principalmente serían los relacionados con fenómenos transitorios rápidos, seguimiento óptico de ondas gravitacionales, monitoreo rápido contiguo de áreas especiales, imagen profunda extragaláctica, prospecciones profundas espectroscópicas multiobjeto, exoplanetas, y objetos cercanos a la Tierra, entre otros, por no hablar de aquellos fenómenos por descubrir aún.

A raíz de esto, en este año se organizó el congreso en línea “SatCon” organizado por NOIRLab y AAS en junio. El tema de la contaminación lumínica por satélites fue abordado en cuatro fases: observación, modelado, mitigación, y recomendaciones.

Las actividades de observación y modelado, han servido para estimar el impacto futuro que tendrán los casi 100,000 satélites en órbita. Su impacto dependerá en gran parte de su altura orbital. Entre más baja la órbita, serán más brillantes pero sólo se verán cerca del horizonte. Si la órbita es más alta, su brillo será menor pero se podrán ver durante gran parte de la noche. En conjunto, como ya se mencionó, serán pocos los programas de observación astronómica que no serán afectados.

Las mitigaciones y recomendaciones pueden dividirse en dos grupos, para observatorios y para operadores de constelaciones satelitales. La idea básica, es que por un lado los operadores rediseñen los satélites para hacerlos más opacos y pequeños, además de proveer a los observatorios de la información necesaria para que puedan programar sus observaciones evitando las zonas de paso. Para los observatorios, hacer ajustes en *hardware* y *software* que eviten el paso, y que procesen la imagen para remover las trazas remanentes. En el escenario más pesimista, se estima que se podría perder hasta el 20% del tiempo de observación útil.

Si bien nadie puede negar la necesidad de una mayor cobertura de Internet, sobre todo en estos tiempos de contingencia, hay que plantearse cuál será el impacto de un despliegue tecnológico como este. El monto invertido en proyectos de investigación astronómica tanto de infraestructura como en recursos humanos, sufrirá un fuerte impacto, y hay que cuestionar quien pagará el recurso adicional requerido para compensarlo. ¿Serán las compañías dueñas de estas megaconstelaciones, o serán los mismos científicos quienes tendrán que ajustar sus presupuestos una vez más? Más allá de la investigación pura, la afectación que recibirá el entorno natural nocturno será difícil si no es que imposible de estimar. De concretarse estos proyectos las noches nunca serán las mismas, por lo que vale la pena hacernos la pregunta, ¿cuánto valen nuestros cielos nocturnos? #

Bibliografía: Reporte Técnico de SatCon  
<https://aas.org/satellite-constellations-1-workshop-report>



World Space Week 2020 Satellites Improve Life:

## “Explorando el Espacio desde la Sierra San Pedro Mártir, Baja California”

Mauricio Reyes Ruiz, Gonzalo de León, Cesar Guerrero, Erica Lugo Ibarra, Fernando Avila Castro, Maria Eugenia Garcia C, Mariana Espinosa, Aurora Torres, Ibes Davila, Edilberto Sanchez Moreno, Alma Maciel Angeles, Liliána Hernández, [elugo@astro.unam.mx](mailto:elugo@astro.unam.mx)

A nualmente, desde 1996, la Asamblea General de la ONU lleva a cabo el evento “Semana Mundial del Espacio (WSW por sus siglas en inglés)”, entre el 4 y 10 de Octubre. Esta celebración está integrada por múltiples eventos de divulgación y educación, organizados por agencias espaciales, compañías aeroespaciales, escuelas, planetarios, museos y clubes de astronomía de todo el mundo. Este año, el Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir (OANSPM), el Instituto de Astronomía UNAM, Terra Peninsular A.C. y el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM), atendiendo el compromiso de promover el conocimiento e investigación en temas pertinentes a la salud ambiental del PNSSPM y el quehacer científico tecnológico del OANSPM, realizó el evento “WSW 2020: Explorando el Espacio desde la Sierra San Pedro Mártir, Baja California”. El programa, fue transmitido por las plataformas digitales del IAUNAM, y de la WSW; siendo atendido por más de 8000 personas. La agenda se integró por tres charlas de divulgación: “Astrobiología en San Pedro Mártir: Nebulosas, Planetas y Extremófilos” por los Doctores Patricia G. Núñez y Roberto Vázquez Meza (IAUNAM); “Teledetección en la Conservación” por la Lic. Mariana E. Espinosa Blas (Terra Peninsular), y “Herramientas para la detección y monitoreo de incendios forestales en el PNSSPM” por el Lic. Ibes F. Dávila Flores. Así como el Conversatorio “San Pedro Mártir, de las raíces a los cielos”, moderado por el Dr. Efraín C. Nieblas Ortiz, Director de Protección al Ambiente, Mexicali, B.C. En el marco del evento, los directivos de las instituciones participantes, Dr. Jesús González González, Dr. Gonzalo de León Girón, y M.C. Cesar Guerrero, presentaron el “Plan Estratégico para la Protección, Conservación y Manejo del PNSSPM 2021”, a través del cual continuarán fomentando la conservación del Parque e impulsando el conocimiento de la ciencia espacial para lograr un desarrollo sostenible. #

# ¿Agua fuera de la Tierra?

Elena Jiménez Bailón  
Instituto de Astronomía-OAN-UNAM  
elena@astro.unam.mx

**Nota:** Una versión de este artículo se publicó en *Frontera Astronómica*.

Agua, molécula formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. El hidrógeno se creó durante el Big Bang y el oxígeno en el núcleo de algunas estrellas. Estas, al final de sus vidas expulsan sus atmósferas al espacio y es ahí donde el hidrógeno y el oxígeno se combinan formando agua. Las nebulosas de gas que se forman tras la muerte de las estrellas crean el caldo de cultivo para siguientes generaciones de estrellas, con sistemas planetarios en formación. Muchos de ellos contienen importantes cantidades de agua, sobretudo en cometas y algunos asteroides. En el caso de la Tierra, el agua de los océanos parece tener origen en asteroides y cometas que la han impactado desde que se formó.

La molécula de agua, aunque sencilla es fundamental para la vida, al menos, tal y como la conocemos en la Tierra. Hasta el momento no se conoce ningún organismo que no necesite agua para poder sobrevivir. El agua es el solvente perfecto para que lleven a cabo las reacciones moleculares esenciales para la vida. No solo eso, sabemos además que el agua debió jugar un papel fundamental en el origen de la vida. Los fósiles de microorganismos con más de 4,000 millones de años, encontrados en fumarolas hidrotermales en el suelo submarino, apoyan una de las teorías mejor aceptadas sobre la formación de la vida en la Tierra. Según ésta, las aguas termales alcalinas con importantes proporciones de calcio y bicarbonato ofrecen condiciones propicias para la formación de reacciones moleculares asociadas con la vida.

La aventura de buscar vida fuera de nuestro planeta está íntimamente ligada a la búsqueda de agua, y en particular en su estado líquido, en otros mundos. En el Sistema Solar se han

encontrado indicios de agua fangosa en colinas de Marte, océanos salados subterráneos en Europa, Ganimedes y Calisto, en tres lunas de Júpiter, Encélado, Titán y Mimas, en lunas de Saturno, en Plutón y varios otros ejemplos. En forma de hielo se encuentra agua en los cometas y en muchos otros astros menores del Sistema Solar. En la Luna se encontraron indicios de la existencia de agua en forma de hielo por primera vez en la década de los 90. El material helado estaba localizado en sus cráteres polares. Recientemente, en 2009, observando luz reflejada por la superficie de la Luna se había encontrado que el reflejo era consistente con haberse originado en partículas de agua congelada mezclada con minerales. Pero los datos obtenidos también eran consistentes con que el compuesto fuera hidroxilo, una combinación de un átomo de oxígeno y uno solo de hidrógeno. Sin embargo, en octubre de éste año se ha confirmado que es agua. Los astrónomos que se dedican a estudiar exoplanetas ponen especial interés en aquellos que se encuentran en la llamada zona de habitabilidad: las órbitas a las que la distancia del planeta a la estrella es tal que la temperatura es suficientemente caliente como para que el agua no se encuentre en forma de hielo, pero no demasiado alta como para que ésta se evapore. Esta distancia depende de las características de cada estrella, de cuánto calor emite, su edad, etcétera. A la fecha se han encontrado indicios de agua en varios exoplanetas.

El agua que nos mantiene vivos y que fue elemento fundamental para el origen de la vida se creó en las estrellas. En la Tierra cubre el 70% de su superficie, también la encontramos en el inhóspito Sistema Solar y en otros planetas fuera de él. Buscarla es buscar la llave que quizás un día nos lleve a encontrar vida en otros mundos. #

Figura 2. Fumarolas hidrotermales en el suelo submarino. Crédito: Wikipedia



Figura 1. La Tierra con el 70% de su superficie cubierta de agua.

Crédito: NASA Earth Observatory (Robert Simmon, usando Suomi NPP VIIRS data de Chris Elvidge, NOAA National Geophysical Data Center).



# Breve historia del OBSERVATORIO ASTRONÓMICO NACIONAL

## San Pedro Mártir PARTE II



**1929**

Se expide un decreto de autonomía de la UNAM y en este se establece que el OAN pasa a ser parte de ella.



**1954**

Las oficinas del OAN se trasladan de Tacubaya a la recién creada Ciudad Universitaria.



**1967**

Se crea el Instituto de Astronomía de la UNAM.



**1971**

La UNAM instala el Telescopio de 1.5m en la Sierra de San Pedro Mártir, B.C.



**1975**

Gaspar Sánchez Sánchez, alias "El Marino" descubre a simple vista la NOVA V1500 Cygni desde el OAN.



**1942**

Se traslada la estación OAN a Tonantzintla, Puebla, debido a la creciente contaminación lumínica de la Ciudad de México.



**1961**

Se inaugura el telescopio de 1m en Tonantzintla, Puebla.



**1966**

Surge la necesidad de trasladar el OAN a otro sitio dada la creciente contaminación lumínica en Tonantzintla, Puebla.



**1967-68**

Guillermo Haro, Eugenio Mendoza y Emmanuel Méndez identifican a la Sierra de San Pedro Mártir, B.C. como el sitio ideal para trasladar el OAN.



**1972**

La UNAM instala el Telescopio de 84cm en la Sierra de San Pedro Mártir, B.C.



**Continuará...**

**Fuentes:**

Observatorio Astronómico Nacional. San Pedro Mártir <http://www.astrOSSpm.unam.mx>  
 Marco Arturo Moreno Corral. 2010. "Astronomía en la Baja California"  
 Marco Arturo Moreno Corral. 1995. "Historia de la Astronomía en México"



Creado por: Ilse Plauchu Frayn  
 ilse@astro.unam.mx

# El paso del cometa C/2020 F3 (NEOWISE)

Tomás Calvario, Edgar Cadena, Alonso H. Landá, Pedro F. Guillén  
Instituto de Astronomía-UNAM  
Observatorio Astronómico Nacional  
San Pedro Mártir  
tomas@astro.unam.mx



Valle de Guadalupe. Esta fotografía fue tomada desde la delegación el Porvenir en el Valle de Guadalupe, zona vinícola de la región. Exposición de 5 segundos por 12 imágenes apiladas por software, tiempo total de integración de 60 segundos, usando montura de seguimiento, F/2.8, ISO 3200, telefoto con distancia focal 150mm. Foto: Paco Beretta.

## Cometa

Del latín comēta, y este del griego κομήτης komētēs, derivado de κόμη kómē 'cabellera'.

Este verano, en medio de una pandemia que ha puesto a prueba nuestra resiliencia durante varios meses, pudimos observar en el cielo nocturno un nuevo objeto celeste, un cometa que nos tomó por sorpresa y nos dio una razón para levantar la mirada de nuevo.

## ¿Qué son los cometas?

Los cometas son rocas compuestas principalmente de silicatos y otras moléculas como el agua, monóxido de carbono, amoníaco, cianógeno, metano, etc. Viajan por el sistema solar siguiendo órbitas que pueden ser parabólicas, hiperbólicas o elípticas de ejes muy grandes y elongados. Estas trayectorias son motivadas por la fuerza de gravedad que el Sol ejerce sobre esas rocas, lo que ayuda a los científicos a clasificarlas de la siguiente manera: periodo corto cuando el cometa tiene menos de 200 años de periodo orbital, si es mayor se dice que se trata de un cometa de periodo largo. Estas rocas vienen de una región muy lejana del sistema solar, más allá de la órbita de Neptuno, de una región conocida como nube de Oort.

Cuando los cometas alcanzan el punto de su órbita más cercano al Sol (perihelio), reciben una mayor radiación del viento solar y el material en la superficie es “arrancado” e “iluminado”, lo que aumenta gradualmente su brillo y crea lo que apreciamos como la cola del cometa, la cual puede llegar a ser un gran espectáculo apreciable a simple vista. Esta brilla por dos fenómenos distintos, generando una cauda doble y fácil de discernir, una de polvo y otra de gas ionizado. Dependiendo de los componentes moleculares de este material, será el color característico del cometa, generalmente la atmósfera de la coma (llamamos coma a la parte sólida del cometa) es de un color verde, ya que está compuesta de cianógeno y carbono diatómico que brillan en color verde al ser iluminadas por la radiación ultravioleta del Sol, este fenómeno se le conoce como fluorescencia, que para estas moléculas tienen un máximo de emisión en el color verde.

## Cometa C/2020 F3 (NEOWISE).

El proyecto NEOWISE (antes WISE) es un telescopio espacial de 40 centímetros de apertura con detectores infrarrojos que usa para escudriñar todo el cielo comparando imágenes de una misma región pero, de distintos días, para verificar si algún objeto tiene movimiento o aumento de brillo respecto a las

estrellas de fondo. NEOWISE es recientemente usado para la detección de Objetos Cercanos a la Tierra (Near Earth Objects, siglas en inglés) tales como asteroides o cometas. El mes de marzo de 2020 no fue la excepción en el descubrimiento de nuevos cometas, el día 27 se descubrió el tercero de esa quincena: se encontraba relativamente muy cerca del Sol, se estimó que su órbita tenía una excentricidad muy alta y un periodo calculado inicialmente de 4500 años. En ese momento presentaba una magnitud de brillo de 17 (entre más grande el número de magnitud, menos brillante). Como referencia, el Sol tiene una magnitud de -27, la Luna de -13, Júpiter alrededor de -2, la estrella Vega, magnitud 0, mientras que el ojo humano apenas puede apreciar objetos hasta magnitudes de 6. El cometa se nombró C/2020 F3 (NEOWISE), siguiendo los lineamientos para la designación de los cometas, establecidos por la Unión Astronómica Internacional en 1994. De tal manera, la clasificación C/ se atribuye al tipo no periódico o de muy largo periodo, F3 es la letra de la quincena del año y el número de cometa descubierto en esta (la primera quincena del año es la primera de enero, lleva letra A; la segunda quincena, letra B; febrero, C, D, marzo E y F, y así sucesivamente), además algunas veces se complementa con el nombre del descubridor, en este caso la misión NEOWISE.

Una vez que el cometa C/2020 F3 fue descubierto, todos los parámetros orbitales y físicos fueron calculados. Con esto, se pudo predecir su órbita y cómo sería trazada en el plano del cielo, así como el cálculo de su brillo. El 3 de julio de 2020 tuvo su perihelio y con ello alcanzó su mayor brillo, dio la vuelta alrededor del Sol y continuó su órbita. Además, en su acercamiento, el Sol le dio un impulso gravitacional cambiando sus parámetros orbitales, los cuales fueron medidos con precisión y se recalculó su órbita, la cual creció teniendo ahora un periodo de 6765.83 años. En su trayectoria, el 23 de julio de 2020 tuvo su mayor cercanía con la Tierra a tan solo 103 millones de kilómetros, su brillo alcanzó una magnitud de 1.2, de tal manera que pudo ser visible a simple vista durante varios días.

En su paso por estas regiones del sistema solar, C/2020 F3 NEOWISE trajo luz a estos tiempos oscuros de pandemia, la humanidad fue testigo de este evento astronómico que pudo ser registrado por aquellos aventurados en la astrofotografía, como nuestros compañeros del Observatorio Astronómico Nacional que comparten aquí algunas imágenes hechas en Ensenada, Baja California. #

**¡Hasta pronto  
C/2020 F3 NEOWISE,  
nos vemos en 6765.65 años!**

Portada. Nos dirigimos hacia el "Campo 7 Minas", en el cerro de Punta Banda, a 25km al sur de la ciudad de Ensenada. Este lugar cuenta con muy poca iluminación artificial y los vientos desplazan la bruma marina, lo que nos dio un cielo despejado varios días. Esta imagen muestra al cometa C/2020 F3 NEOWISE, capturada el 23/07/20 a las 9 p.m. Se pueden apreciar las trazas dejadas por algunos de los satélites Starlink sobre el cometa. Se utilizó una montura SkyGuider Pro, exposición de 71s, F/5.6, ISO 800, distancia focal 140mm.

Agradecemos a la Dra. Ilse Planchu Frayn, quien nos ayudó a identificar los satélites: STARLINK-1482, STARLINK-1464, STARLINK-1517, STARLINK-1475 y STARLINK-1391.

Foto: Alonso Landa.



#### Mirador Salsipuedes

Esta fotografía fue tomada desde el Mirador Salsipuedes, el cual se encuentra en el trayecto de la carretera Tijuana-Ensenada, el día 23/07/20 a las 22:22 horas, exposición de 10s, F/2.8, ISO 800, distancia focal 50mm.

Foto: Edgar Cadena.



#### Isla Todos Santos

También fue tomada desde el Campo 7 el día 23/07/2020 a las 22:30 horas, exposición de 15s, F/1.8, ISO 3200, distancia focal 50mm.

Foto: Tomas Calvario.

Referencias:

<https://dle.rae.es/cometa>

[https://es.wikipedia.org/wiki/C/2020\\_F3\\_\(NEOWISE\)](https://es.wikipedia.org/wiki/C/2020_F3_(NEOWISE))

[https://cobs.si/analysis2?col=comet\\_id&id=1875&start\\_date=2020/03/30%200:00&end\\_date=2020/09/01%2000:00&plot\\_type=0&perihelion=1&fit\\_curve=1&obs\\_type=3](https://cobs.si/analysis2?col=comet_id&id=1875&start_date=2020/03/30%200:00&end_date=2020/09/01%2000:00&plot_type=0&perihelion=1&fit_curve=1&obs_type=3)

<https://www.jpl.nasa.gov/missions/wide-field-infrared-survey-explorer-rose/>

# Celdas solares de perovskitas de halógeno

Jesús M. Siqueiros Beltrones  
CNyN-UNAM-Ensenada  
jesus@cny.n.unam.mx

El nombre de “perovskita” proviene del mineralogo L.A. Perovski, en cuyo honor se bautizaron los materiales que tienen la estructura cristalina del titanato de calcio ( $\text{CaTiO}_3$ ). Las perovskitas tienen la fórmula química  $\text{ABX}_3$ , donde A es un catión de radio iónico grande, B es un catión metálico y X es un anión que, frecuentemente, es oxígeno. La estructura de la perovskita es semejante a un cuboctaedro  $\text{AX}_{12}$  que comparte sus aristas con un octaedro  $\text{BX}_6$  como se observa en la Figura 1. Gracias a las propiedades dieléctricas y piezoeléctricas de estos materiales, es posible su utilización en un sinnúmero de aplicaciones tales como superconductores, multiferroicos, baterías, celdas de combustible, fuentes de ultrasonido, fotovoltaicos, electrodos, catalizadores y sensores.

Las perovskitas de halógeno (PH) tienen la misma estructura que las perovskitas de óxidos sólo que, en este caso, iones de halógeno monovalentes sustituyen a iones divalentes de oxígeno en la perovskita de óxido. Por esta razón, las PH sólo pueden aceptar iones inorgánicos metálicos como  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ , y  $\text{Ge}^{2+}$ , con valencia 2 para satisfacer la neutralidad de carga. Esto permite introducir cationes orgánicos en la estructura, lo que ha conducido al desarrollo de una nueva clase de materiales llamados perovskitas híbridas inorgánicas-orgánicas.

Las perovskitas híbridas han tenido un gran éxito como celdas solares. Desde 1978, D. Weber, (Z. Naturforsch. 33 b, 1443 (1978)) había estudiado sus propiedades cristalográficas básicas y en la actualidad, algunas de ellas como el metilamonio de trioduro de plomo, el formamidinio de trioduro de plomo y el formamidinio de trioduro de estaño, han llamado mucho la atención por sus propiedades ópticas y eléctricas extraordinarias, tales como su alta absorción molar, brecha de energía ajustable y baja energía de enlace.

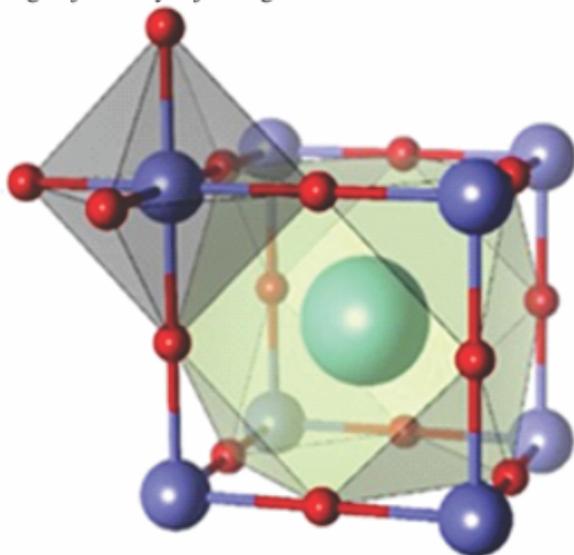


Figura1. Ilustración de la estructura de una celda de Perovskita

Las celdas solares de perovskitas híbridas (CSPH) han permitido alcanzar eficiencias de conversión de potencia, definida como el cociente entre la energía de salida de la celda entre la energía incidente de radiación solar, hasta del 25.2%. Sin embargo, este valor está aún muy por debajo del valor teórico máximo de la eficiencia, llamado de Shockley-Queisser, que es la eficiencia máxima teórica alcanzable para cualquier tipo de celda solar de una sola unión. Si se quiere aumentar aún más la eficiencia de las CSPH, es necesario reducir la recombinación de portadores y minimizar la concentración de defectos en las interfaces de la multicapa, así como aumentar la absorción óptica.

El desarrollo de nuevas técnicas de fabricación y la ingeniería de la composición, han contribuido a mejorar la eficiencia y el desempeño de los dispositivos basados en estos materiales. Estos, enfrentan serios problemas de estabilidad que obstaculizan el camino hacia la comercialización y existe toda una estrategia para optimizar la eficiencia y la estabilidad. Se ha propuesto, por ejemplo, eliminar la capa conductora de huecos en la celda solar ya que, aunque las capas conductoras de huecos orgánicas como el Spiro-OMeTAD aumentan la eficiencia, también reducen la estabilidad.

## Arreglo Normal



Figura 2. Diagrama esquemático típico de una celda solar de perovskita híbrida

## Perspectivas

Durante la última década, el desempeño de celdas solares basadas en perovskitas de halógeno ha mejorado notablemente en términos de eficiencia y estabilidad. Para dispositivos de alta eficiencia, estas pueden ser fabricadas mediante procesos de solución a bajas temperaturas. Si se logra mejorar la estabilidad de largo plazo, las perovskitas de halógeno se convertirán en materiales atractivos de bajo costo. Además, como pueden aceptar la incorporación de cationes orgánicos en la estructura cristalina, pueden surgir nuevas propiedades físicas dependientes del catión utilizado. Se espera, entonces, que estos materiales sean escalables para diferentes aplicaciones. Esto demandará investigación exhaustiva tanto de las propiedades básicas como de los dispositivos prácticos. #

# Interacción de los Rayos UV con el ADN: Un enfoque Físico-Biológico

Andrea Nicole Romero Bojórquez (Estudiante de Física de la UANL)  
Karla Oyuky Juárez Moreno (Depto. de Bionanotecnología, CNyN, UNAM)  
kjuarez@ens.cnyn.unam.mx

El Sol es nuestra principal fuente de luz, y emite ondas dentro de todo el espectro electromagnético. Los seres vivos estamos en constante exposición a este tipo de energía, específicamente a los rayos UV (ultravioleta); sin embargo, el exceso de este tipo de radiación puede ser maligno para las células, ocasionando envejecimiento y cáncer de la piel. Pero ¿por qué estos rayos dañan tanto a los sistemas biológicos, y específicamente al material genético (ácidos nucleicos)?.

Para responder esa pregunta debemos hablar de los rayos UV. La luz ultravioleta, es más energética que la luz visible, ya que está dentro del rango de 100 a 400 nm y se divide en 3 bandas: UVA (320 a 400 nm), UVB (280 a 320 nm) y UVC (200 a 280 nm). La luz UVC no se filtra a través de la capa de ozono, pero las otras dos restantes sí. La luz UVA está relacionada con el envejecimiento de la piel ya que es más energética que la UVB y puede penetrar más profundo en los tejidos, dañando así el colágeno de la piel. Por otro lado, la luz UVB es ionizante, e interacciona con las células de la piel en la epidermis, generando daño en el ADN que eventualmente puede ser reparado, exceptuando cuando la exposición a los rayos UVB es crónica, siendo entonces peligrosa al causar mutaciones en el material genético y por lo tanto en las células de la piel.

Pero ¿por qué la luz UVB afecta al ADN? Comenzaremos hablando del coeficiente de absorción, el cual determina hasta qué punto la luz UV puede penetrar en el tejido antes de ser absorbido por algún ácido nucleico. La energía transferida al sistema biológico se distribuye como energía de excitación electrónica de sus enlaces moleculares, por medio de la absorción del fotón. Los ácidos nucleicos tienen un coeficiente de absorción muy alto, por ende, son más propensos a absorber las ondas de luz UVB, las proteínas son otras de las biomoléculas que pueden afectarse por este tipo de radiación. La luz UVB interfiere con la estructura del ADN y lo hace más inestable y propenso a degradarse, evitando así que se pueda copiar y heredar a las células hijas.

Desde hace algún tiempo, se utilizan nanopartículas (NPs) como las de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) y óxido de zinc (ZnO), en productos cosméticos como cremas, protectores solares, maquillaje entre otros, porque son eficientes para reflejar y dispersar la radiación UVB y UVA, además de que son más efectivas reduciendo la concentración de la fórmula que provoca irritación en la piel generada por el bloqueador solar.

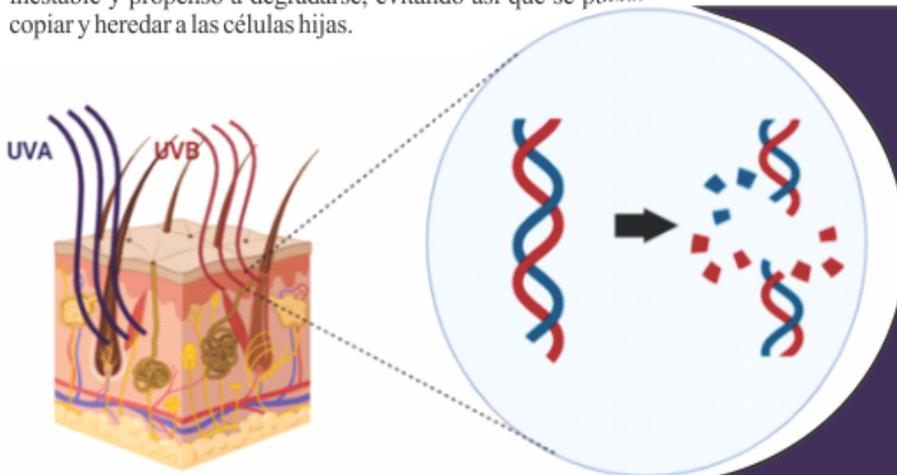
A pesar de estas ventajas, el uso de este tipo de NPs está pensado para la piel sana, sin embargo aún no se conoce si las NPs pueden o no penetrar la piel dañada y mantener su efecto como bloqueador sin tener efectos adversos en el tejido. Algunos reportes indican que este tipo de NPs, puede provocar un efecto adverso, conocido como estrés oxidativo, que puede dañar las proteínas y membranas de las células, ocasionando un daño progresivo. Aún hay mucho por investigar sobre el efecto de estas NPs sobre la piel y qué tan eficientes son. De momento se sugiere que se siga el camino de utilizar estas NPs en conjunto con fórmulas más orgánicas en los cosméticos en general, para así encontrar una solución más sostenible y amigable con el ambiente. #

## Agradecimientos:

Agradecemos a la Academia Mexicana de Ciencias el apoyo para realizar una estancia de investigación en la modalidad "a distancia" en el XXX Verano de la Investigación Científica 2020.

## Referencias:

Garces, F., & Dávila, C. (1980). ALTERACIONES DEL DNA IRRADIADO CON LUZ ULTRAVIOLETA. Retrieved 22 July 2020, from <https://www.ipen.br/biblioteca/rel/R42763.pdf> Prajapati P., (2011). Overview on Applications of Nanoparticles in Cosmetics. Retrieved 04 August 5, 2020 from <https://www.researchgate.net/publication/280735506>



En la imagen se observa a qué nivel de la piel llega cada rayo UV y se hace énfasis en cómo los rayos UVB llegan a dañar el ADN de las células en la epidermis. Figura generada por las autoras con la plataforma de BioRender.

# Mascarillas modificadas con nanomateriales para la contención de pandemias

Fabian N. Murrieta-Rico<sup>1,a</sup>, Vitalii Petranovskii<sup>2,a</sup>  
<sup>a</sup>Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM  
<sup>1</sup>fmurrieta@cnyun.unam.mx, <sup>2</sup>vitalii@cnyun.unam.mx

Este año hemos enfrentado una situación inesperada la cual ha afectado de manera particular a cada uno de nosotros. La enfermedad conocida como COVID-19, la cual es causada por el coronavirus SARS-CoV-2, ha provocado que la población en el mundo esté en alerta debido a los riesgos sanitarios a los que estamos expuestos. La falta de conocimiento sobre este coronavirus nos hace estar en estado de alerta permanente, esto para evitar que la enfermedad se propague y creé una situación sanitaria catastrófica. La pandemia actual es especialmente complicada, porque todavía no hay ninguna vacuna disponible y aunque esta existiera, no hay garantía de que dicha vacuna funcione contra alguna mutación del SARS-CoV-2. Por otra parte, el riesgo de reinfección es real para las personas recuperadas de COVID-19, lo cual es muy preocupante debido a las secuelas ocasionadas por la enfermedad que se han observado en las personas recuperadas.

Ante este escenario, la comunidad científica de diversas áreas del conocimiento ha realizado esfuerzos para ayudar a la sociedad impactada por la pandemia. En particular, un grupo de investigadores del CNYN-UNAM se interesó en analizar si las nanopartículas de ciertos materiales pueden mejorar el rendimiento de los equipos de protección personal (EPP), como los cubrebocas, contra patógenos en general y en particular, contra el SARS-CoV-2. Como punto de partida, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con las nanopartículas y el efecto oligodinámico asociado a estas. Es decir, se ha realizado una revisión de nanopartículas con acción biocida actualmente conocidas que pueden ser utilizadas en el EPP. En ese sentido, un biocida se puede entender como una sustancia que tiene la capacidad de destruir o neutralizar algunos microorganismos nocivos para los seres humanos; uno de estos microorganismos es por supuesto el SARS-CoV-2. Los resultados del mencionado estudio mostraron como materiales como el cobre y la plata han sido utilizados desde hace mucho tiempo [1], por ejemplo, para mantener el agua en condiciones salubres durante más tiempo. En el caso particular de nanopartículas, se encontró que la plata (Ag), el cobre (Cu), el óxido de zinc (ZnO) y el dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) se asocian con mayor frecuencia con efectos oligodinámicos.

Para el uso práctico en EPP de las propiedades inherentes a las nanopartículas, es necesario que los materiales de los que están hechas (en particular, materiales textiles), estén impregnados de alguna manera con las sustancias seleccionadas para su uso. Para el caso particular de los cubrebocas o mascarillas faciales, se sabe que estos funcionan como un filtro mecánico que atrapa

las partículas portadoras de infecciones y deja pasar el aire “limpio” para que podamos respirar. Así, estas mascarillas funcionan entonces, como un mecanismo de protección pasivo que una vez que se usan se desechan a la basura. Esto, a su vez, provoca un problema de contaminación ambiental y también es una fuente de infección debido a la acumulación de mascarillas infectadas.

Entonces es posible pensar que si las mascarillas tienen la capacidad de destruir los patógenos cuando estos interactúan con su superficie, entonces tienen un mecanismo activo contra microorganismos que son peligrosos para la salud humana. Esto es muy importante, porque además del hecho de que en un futuro cercano se podría obtener un mecanismo de protección contra el SARS-CoV-2, dichos dispositivos ayudarán a proteger contra microorganismos causantes de pandemias en un futuro no muy lejano.

Hasta ahora, la aplicación de nanopartículas con efectos oligodinámicos en la modificación de mascarillas ha sido poco explorada, lo que crea oportunidades prometedoras de desarrollo tanto en el presente como en el futuro cercano. #

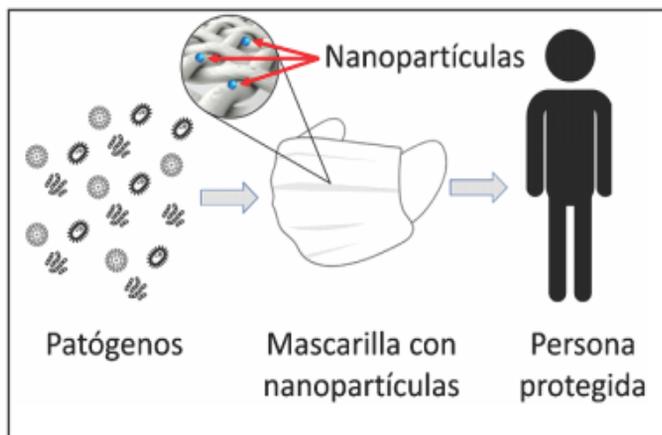


Figura 1. Interacción de patógenos con mascarillas modificadas con nanopartículas y la protección de la persona que usa esa mascarilla.

## Referencias:

[1] Yocupicio-Gaxiola et al. (2020). Artículo aceptado para su publicación en: IEEE Latin America Transactions. Disponible en <https://latamt.ieeer9.org/index.php/transactions/article/view/4388>

# La validez de los datos en nanotoxicología: Interferencia de los nanomateriales en la determinación de su actividad biológica

Alberto Blanco Salazar, José Antonio Rodríguez Arenas  
CNyN-UNAM-Ensenada  
g6\_blan17@ens.cnyn.unam.mx

En la actualidad, resulta cada vez más cotidiano encontrar a los nanomateriales formando parte de una amplia gama de productos comerciales. La gran versatilidad de los nanomateriales permite usarlos en áreas como la química, medicina, biología y ciencias de los materiales. Sin embargo, las dudas respecto a su uso seguro y la posible toxicidad causada por la exposición a los nanomateriales han ido en aumento. La precisión y eficiencia de las pruebas de toxicidad para determinar el daño potencial de los nanomateriales es crucial, pues actualmente no existe una normativa para regular su uso adecuadamente.

Las propiedades fisicoquímicas únicas y el aumento de la reactividad de los nanomateriales que son aprovechadas para las vastas aplicaciones que se les dan, también pueden interferir con algunos de los ensayos utilizados para su caracterización toxicológica. Ejemplo de ello son los ensayos estandarizados de espectrofotometría y espectrofluorimetría, que permiten determinar la respuesta biológica que inducen en modelos *in vitro*. Esto ha contribuido a que aparezcan en la literatura resultados contradictorios de toxicidad de nanomateriales, lo que ha dificultado, en gran medida, la predicción de sus efectos biológicos.

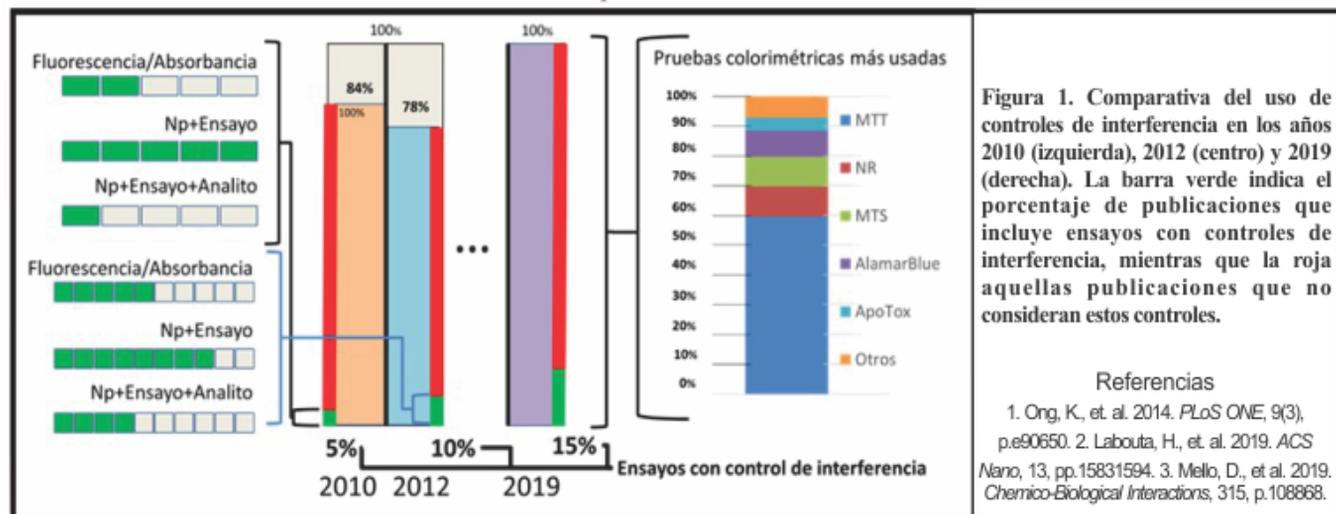
En 2014, Ong y colaboradores<sup>1</sup> realizaron un estudio de los reportes científicos publicados entre 2010 y 2012 en el campo de la Nanotoxicología. Identificaron que, en 2010, cerca del 84% de estos estudios utilizaron al menos un tipo de ensayo colorimétrico o de fluorescencia para sus evaluaciones y de éstos, el 95% de ellos fue publicado sin informar controles de interferencia. Aunque para 2012 el porcentaje de trabajos que implementaron un control para evaluar la interferencia, este porcentaje apenas alcanzó el 10% del total de trabajos (ver Figura 1). Un vistazo a publicaciones más recientes<sup>2</sup> indica que esta falta de sistematicidad en el uso de controles para

determinar la interferencia del nanomaterial en la evaluación de su respuesta biológica no ha cambiado.

Las implicaciones de la interferencia con los ensayos utilizados para la determinación de actividad biológica son alarmantes. Evaluar los efectos *in vitro* de los nanomateriales sin los controles adecuados conduce a una subestimación o sobreestimación sustancial de la toxicidad. Tal es el caso de las nanopartículas de plata evaluadas por Mello y colaboradores en 2019<sup>3</sup>, que demostraron un aumento en la absorbancia en casi todos los experimentos que realizaron mediante el ensayo MTT. Esto sugiere que las nanopartículas interactúan con las sales de este ensayo colorimétrico de tal manera que son responsables de su reducción, modificando el valor de absorbancia o fluorescencia registrado.

Existen varias propuestas del mecanismo de interacción de las nanopartículas con los reactivos empleados en los ensayos para determinar la toxicidad de nanomateriales en sistemas biológicos. Mello y colaboradores, destacan: (1) la interferencia inducida por las propiedades ópticas de las partículas con la absorción de luz o fluorescencia, (2) la interferencia generada por las reacciones químicas entre las nanopartículas y los compuestos del ensayo, y (3) la adsorción de moléculas de los ensayos a la superficie de las partículas.

Resulta indispensable verificar los resultados obtenidos en el campo de la Nanotoxicología, de tal modo que sea posible corroborar que el efecto toxicológico estimado se debe a los nanomateriales y no a algún artefacto producido durante el ensayo. Por tal motivo, invitamos a la comunidad científica a utilizar los controles de interferencia correspondientes para asegurar la validez de sus resultados al evaluar la toxicidad de nanomateriales en todo momento. #





# ¡Licenciatura en Nanotecnología del CNyN-UNAM gana los tres primeros lugares en la Expo Noroeste 2020!



El 06 de noviembre de 2020 se llevó a cabo el evento "ExpoCiencias Noroeste 2020 VIRTUAL" en Tijuana B.C., donde participaron un total de 30 proyectos. Resultando ganadores de los tres primeros lugares, proyectos de emprendimiento de Base Científica y Tecnológica del programa Nanoemprendedores de la Licenciatura en Nanotecnología, a cargo de la Mtra. María de Lourdes Serrato de la Cruz. Estos proyectos son apoyados por el programa UNAM-DGAPA-PAPIME (CLAVE DEL PROYECTO 109920).

## Integrantes del proyecto



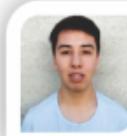
Juan Carlos Munguía Luna



Sandra Guadalupe Méndez López



Tonalmi Sánchez Moncada



Diego Francisco Pacheco Tovar



"Si el chilpayate está seguro, le espera un brillante futuro"

**1er Lugar: Juxtly Care.** Pulsera de monitoreo remoto de signos vitales para bebés y diseño de una aplicación móvil capaz de recibir, desplegar información y dar alertas en caso de alguna anomalía. Asesorado por el Mtro. José Carlos Gómez Mancillas, Profesor Licenciatura CNyN-UNAM. Por ser el proyecto con puntuación más alta tiene la acreditación Internacional directa ESI 2021 en Mérida, Yucatán.

*¡Muchas Felicidades a todos los participantes y a sus asesores!*

*Este reconocimiento es fruto del esfuerzo, trabajo en equipo y colaboración entre grupos multidisciplinarios.*

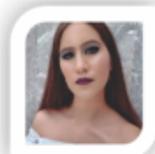
## Integrantes del proyecto



Perla Soria Ángeles



Mauricio Castilla Pulido



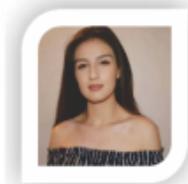
Leticia Elizabeth Galicia García



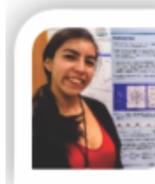
"Una férula con onda"

**2do Lugar: Ososo.** Férula 3D con emisor de ultrasonido terapéutico. Asesorado por la Dra. Ana Guadalupe Rodríguez Hernández, Investigadora CNyN-UNAM. Tienen su pase al evento ExpoCiencias Nacional 2020 SONORA VIRTUAL del 08 al 11 de diciembre de 2020.

## Integrantes del proyecto



América Estefanía Mendoza Rascón



Diana Méndez Avalos

**3er. Lugar: Tempestas.** Estaciones meteorológicas integrales. Asesorado por el Mtro. José Carlos Gómez Mancillas, profesor Licenciatura CNyN-UNAM. Igualmente tienen su pase al evento ExpoCiencias Nacional 2020.

También participaron los proyectos:

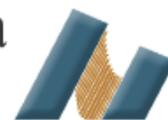
**Stay Awake.** Integrantes: Rommel Chiñas Reyes, Jaime Alberto Sánchez, Josh Luis Cervantes y Diego Francisco Mireles. Asesorado por Dr. Juan Águila Muñoz (Cátedras Conacyt CNyN-UNAM).

**CleanCell:** Integrantes: Alejandra Mendieta, Emmanuel Rojas, Velería Ríos, Jessica Tortoledo. Asesorado por Dra. Kanchan Chauhan (CNyN-UNAM).

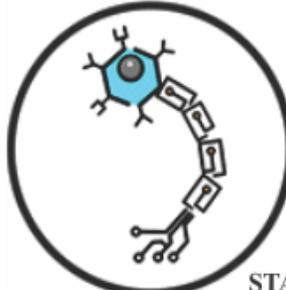
**3DMX-FILAMENTOS:** Integrantes: Itzae Balam Corchado Ramos, Deyanira Guadalupe Hernández Salinas, Enrique Lugo Martínez, Patsy Arely Miranda Cortez. Asesorado por el Mtro. José Carlos Gómez Mancillas (CNyN-UNAM) y el Dr. Gabriel Alonso Nuñez (CNyN-UNAM). #



# ¡Felicidades a nuestros nanoemprendedores de la Licenciatura en Nanotecnología!



**E**studiantes de séptimo semestre de la Licenciatura en Nanotecnología, dentro del programa NanoEmprendedores, como parte de la asignatura “evaluación de proyectos de inversión” que imparte la Maestra María de Lourdes Serrato de la Cruz, están desarrollando proyectos de emprendimiento de Base Científica y Tecnológica con apoyo del programa UNAM-DGAPA-PAPIME, (CLAVE PROYECTO 109920).



**STAY AWAKE**

### Integrantes del proyecto



**Josh Luis Cervantes Pérez**



**Jaime Alberto Sánchez Ruiz**



**Diego Mireles Campos**



**Rommell Chifñas Reyes**

## STAY AWAKE

**Propuesta:** Es una interfaz cerebro-computadora para monitorear la somnolencia del conductor. Consiste en una armazón con sensores que recolectan las señales eléctricas de la corteza cerebral, se procesan y se determina si es necesario mandar un estímulo para reactivar al conductor. La tecnología actual no es preventiva, ya que detecta el sueño a partir de parámetros de manejo del vehículo, este dispositivo es menos costoso y más oportuno en la prevención del sueño.

Este proyecto es asesorado por el Dr. Juan Águila Muñoz (CNyN-UNAM). Participaron en las siguientes convocatorias: **Posible 2020.** En la cual presentaron su proyecto en la etapa 1 y etapa 2 estatal.

**Premio a la innovación empresarial Santander X en la categoría idea.** En la cual fueron seleccionados como semifinalista dentro de los 100 mejores proyectos (de un total de 1,298), actualmente estamos en espera del resultado de los 20 proyectos que pasarán a la etapa de finalistas. # **Ver video:** <https://youtu.be/RtRyxUPE4>



**CLEAN CELL**

### Integrantes del proyecto



**Alejandra Mendieta León**



**Emmanuel Rojas Ramírez**



**Valeria Ríos Vargas**



**Jessica Tortoleco Lafarga**

**Propuesta:** Fabricar un cepillo dental biodegradable elaborado con bambú y cerdas de nanocelulosa con propiedades antimicrobianas. Con ella se busca reducir la producción de residuos plásticos, que inevitablemente se generan en la práctica de la higiene bucal. Proyecto asesorado por la Dra. Kauchan Chauhan, Investigadora del (CNyN-UNAM-Ensenada, B.C. Méx.).

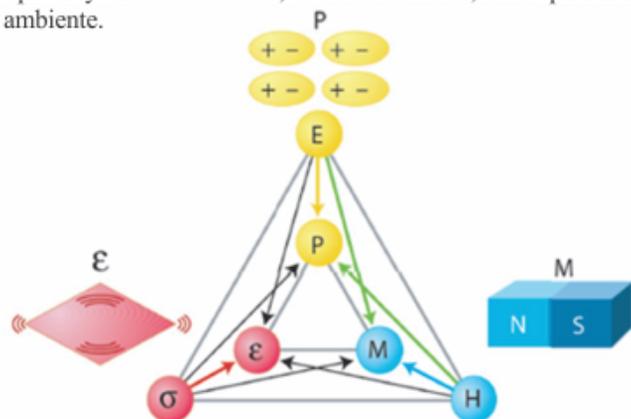
Participaron en **Reto Heineken Green Challenge 2020**, convocatoria nacional en la cual presentaron su proyecto en la etapa 1 y etapa 2 estatal.

**Un emprendedor encuentra oportunidades aún en tiempos de adversidades**

# Síntesis, aplicación y perspectivas de materiales multiferroicos en aplicaciones de memoria

Subhash Sharma, J.M. Siqueiros, Oscar Raymond-Herrera  
CNyN UNAM, Ensenada  
subhash@cnyunam.mx

El término multiferroico fue acuñado por Schmid[1] para definir un material que posee dos o más propiedades ferroicas primarias (ferroelectricidad, ferromagnetismo, ferroelasticidad) que ocurren en la misma fase. Dichos materiales pueden exhibir un acoplamiento entre dos cualquiera de estas propiedades (figura 1), lo que hace que el campo de los multiferroicos sea atractivo para la investigación[2–3]. La coexistencia de más de dos órdenes ferroicos a temperatura ambiente, especialmente en ferrita de bismuto,  $\text{BiFeO}_3$ , ha sido motivo de gran interés, ya que involucra una física fascinante en el mecanismo para acoplar los dos fenómenos físicos. Uno de los aspectos atractivos de los multiferroicos son los llamados acoplamientos magnetoeléctricos, ME, (figura 1). Esto significa que la polarización ferroeléctrica puede controlarse mediante un campo magnético y, por el contrario, la magnetización puede controlarse mediante un campo eléctrico. Este efecto puede explotarse para el desarrollo de nuevas aplicaciones en espintrónica, como válvulas de spin con dispositivos sintonizables de campo eléctrico o dispositivos de almacenamiento no volátiles como FeRAM (memorias ferroeléctricas de acceso aleatorio) y MRAM (memorias magnéticas de acceso aleatorio). Sin embargo, sólo hay un número limitado de materiales que exhiben un fuerte efecto ME. La mayoría de ellos son antiferromagnéticos y poseen un ferromagnetismo débil[3], que se rige por dos mecanismos: uno se origina en interacciones de súper intercambio anisotrópico, que conducen a un ferromagnetismo débil que normalmente tienen temperaturas Neel más altas. El otro es de energía de anisotropía de un solo giro y los materiales con este tipo de magnetismo tienden a tener bajas temperaturas de Néel [Mariya 1960], lo que limita sus aplicaciones.  $\text{BiFeO}_3$  (BFO) es una clase única de materiales que posee antiferromagnetismo de tipo G y ferroelectricidad, simultáneamente, a temperatura ambiente.



**Figura 1:** Los multiferroicos pueden mostrar acoplamiento entre ferroeléctrico, ferromagnético y propiedades ferroelásticas.

El BFO es el único material monofásico que muestra órdenes multiferroicos a temperatura ambiente. Posee estructura cristalina de perovskita romboédricamente distorsionada con simetría de grupo espacial  $R3c$ , ferroelectricidad con alta temperatura de Curie ( $T_C \sim 830^\circ\text{C}$ ) y antiferromagnetismo de tipo G con temperatura de Neel ( $T_N \sim 370^\circ\text{C}$ ). Se cree que el BFO es uno de los pocos multiferroicos existentes, que puede ser útil para la aplicación en dispositivos a temperatura ambiente. En BFO, la presencia de una estructura de sus dipolos magnéticos en forma de cicloide incommensurada, con una periodicidad de 62 nm a lo largo de la dirección cristalográfica[111] da como resultado la cancelación de la magnetización macroscópica y, por lo tanto, conduce a un momento magnético muy pequeño. Además, una densidad de corriente de fuga alta causada por defectos de carga, desviación de la estequiometría y presencia de fases secundarias dificultan la observación de un ciclo de histéresis ferroeléctrico saturado. Estas propiedades del BFO representan obstáculos para su uso en dispositivos electrónicos. Buscando mejorar las propiedades eléctricas y magnéticas, se ha probado hacer una sustitución parcial de iones de tierras raras en sitios  $\text{Bi}^{3+}$  y / o iones de metales de transición en sitios  $\text{Fe}^{3+}$ . Estas sustituciones han demostrado ser relativamente efectivas para modificar las propiedades ferroeléctricas o magnéticas. Pero algunos problemas como la alta corriente de fuga y la formación de defectos, entre otros, no se han podido resolver y, por tanto, existen muchas posibilidades para mejorar las propiedades eléctricas y magnéticas mediante el ajuste composicional, es decir, mediante la sustitución de diferentes elementos en el  $\text{BiFeO}_3$ . Con estos antecedentes en mente, el objetivo de la investigación, es modificar los materiales multiferroicos para lograr mejor comportamiento eléctrico y magnético además de un fuerte acoplamiento magnetoeléctrico para su uso en aplicaciones de dispositivos. Aprovechamos para invitar a las mentes jóvenes a que se unan a nuestro grupo para trabajar en este campo.#

## Referencias

1. Schmid H., "Multi-ferroic magnetolectric", *Ferroelectrics*, vol. 162, pp. 665-685, 1994.
2. Dzyaloshinskii I. E., "The magnetolectric effect in antiferromagnetic materials", *Sov Phys JETP*, vol. 10, pp. 628, 1959.
3. Astrov D. N., "The magnetolectric effect in antiferromagnetic materials". *Sov Phys JETP*, vol. 11, pp. 708, 1960.

# Nanopartículas de plata y su intervención en el tratamiento de cáncer de colon

Salma López Rodríguez<sup>1</sup> y Karla Oyuky Juárez M.<sup>2</sup>  
Departamento de Bionanotecnología-CNyN-UNAM

<sup>1</sup>salma.lopez@uabc.edu.mx

<sup>2</sup>kjuarez@ens.cnyn.unam.mx

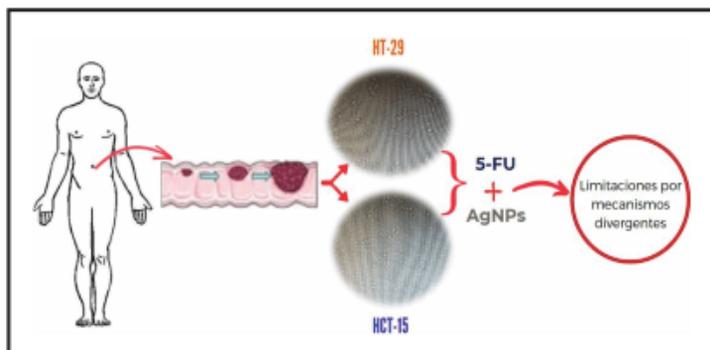
Todos conocemos a uno de los principales enemigos de la salud pública mundial desde hace años: el cáncer. De acuerdo con las últimas proyecciones de la OMS (Organización Mundial de la Salud), se estima que para el 2040 los casos de cáncer sobrepasarán los 20 millones anuales. El problema de este adversario público es la diversidad del origen de cada clase de neoplasia. La alternativa más convencional para combatirlo es la quimioterapia que consiste en administrar fármacos antineoplásicos según el tipo de cáncer que se presente. Sin embargo, la toxicidad de estos fármacos y su inespecificidad para atacar únicamente a células cancerosas son sus principales desventajas.

En este sentido, la nanotecnología puede ser una importante herramienta para la resolución de estas limitantes. Dentro de la extensa variedad de nanomateriales, las nanopartículas de plata (AgNPs) son ampliamente utilizadas en aplicaciones biomédicas por sus propiedades antibacterianas, antivirales, antimicóticas y antiinflamatorias [1].

Recientemente, se ha reportado la contribución de las AgNPs en combinación con fármacos antineoplásicos en distintas líneas celulares de cáncer [2]. Los hallazgos más relevantes indican que las AgNPs son capaces de inhibir la síntesis de la proteína P-gp, una de las responsables del transporte de fármacos fuera de las células. Además, se describió que, entre las AgNPs y los fármacos, pueden existir efectos antiproliferativo sinérgicos o de potenciación. La sinergia se presenta cuando la combinación de dos agentes con efectos individuales da como resultado un efecto mucho mayor a la adición aritmética de sus contribuciones individuales. Por otro lado, la potenciación ocurre cuando la combinación de una sustancia efectiva A, con una sustancia B, sin efecto, tienen una acción mayor a la de A individualmente.

Con base en estas evidencias, propusimos un modelo [3] en el que se estudió el efecto de las AgNPs en combinación con quimiofármacos para el cáncer de colon, el cual ocupa el tercer lugar en incidencia y el segundo en mortalidad a nivel mundial. Para esto utilizamos dos líneas celulares de cáncer de colon: HCT-15 y HT-29, en las que se evaluó el efecto de la combinación de las AgNPs y el fármaco 5-fluorouracilo (5-FU), que es uno de los fármacos más utilizados en el tratamiento de este tipo de cáncer.

Para conocer la interacción entre estos agentes al combinarlos se llevó a cabo una serie de ensayos *in vitro* en los que se determinó la actividad citotóxica de las AgNPs, el 5-FU y las combinaciones de estos. Se encontró que existe un ligero efecto potenciador entre ambos agentes que puede deberse a la adición de la ligera contribución en la toxicidad de las AgNPs y a la potente acción citotóxica del fármaco. Las AgNPs desencadenan señalizaciones para el bloqueo de funciones celulares específicas. Sin embargo, la contribución de las AgNPs en el porcentaje de muerte celular no es suficiente como para tener un impacto significativo en la combinación con el 5-FU debido a que el mecanismo de acción de este fármaco consiste en la disrupción de la síntesis de ADN. En otras palabras, el impacto del fármaco en las células es tan abrupto que el efecto de las AgNPs no termina de presentarse antes de que la muerte de las células haya sido desencadenada a consecuencia del mecanismo del 5-FU. Esto abre la posibilidad de estudiar combinaciones efectivas de otros agentes terapéuticos con nanopartículas, para determinar las interacciones sinérgicas o de potenciación antiproliferativa en células de cáncer. #



## Referencias:

1. AshaRani, P. V., Mun, G. L. K., Hande, M. P., & Valiyaveetil, S. (2009). Cytotoxicity and genotoxicity of silver nanoparticles in human cells. *ACS Nano*, 3(2), 279–290.
2. Kovács, D., Szoke, K., Igaz, N., Spengler, G., Molnár, J., Tóth, T., ... Kiricsi, M. (2015). Silver nanoparticles modulate ABC transporter activity and enhance chemotherapy in multidrug resistant cancer. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*, 12(3), 601–610.
3. López Rodríguez S., Tesis de Licenciatura. Departamento de Bionanotecnología, CNyN. (Dirección Dra. Karla Oyuky Juárez).

# Nanopartículas de oro: nanoherramientas en la lucha contra el cáncer

Lynette Xiadani López Soto<sup>1,\*</sup> y Karla Oyuky Juárez Moreno<sup>2,\*\*</sup>  
Instituto Tecnológico de Hermosillo, Ingeniería Biomédica.  
Depto de Bionanotecnología, CNyN-UNAM.  
\* lynette.xiadani@gmail.com  
\*\* kjuarez@ens.cnyn.unam.mx

El cáncer es una de las primeras causas de muerte a nivel mundial, y de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, los principales tipos son el de pulmón, hígado, estómago, colon y mama. Alrededor del 70% de estas muertes se presentan en países de ingresos bajos y medios. En México, el cáncer es la tercera causa de muerte y representa el 12% de todas las defunciones que se registran. Las problemáticas de salud pública que aumentan esta incidencia son los diagnósticos tardíos, el acceso limitado a los tratamientos, y las condiciones de la infraestructura hospitalaria.

Existen distintas modalidades para tratar el cáncer, las principales, después de la cirugía son las que se muestran en la figura 1. Sin embargo, éstas conllevan efectos secundarios perjudiciales para la salud, puesto que para eliminar a las células tumorales también se ocasiona un daño significativo en las células sanas.

La radioterapia se utiliza como un tratamiento para el cáncer de piel, y se suministra como un haz de radiación ionizante dirigido al tumor. Esta exposición puede producir daños acumulativos en las células, afectando la piel y el tejido óseo.

Algunas alternativas para mejorar la efectividad de la

radioterapia son los radiosensibilizadores, que son agentes químicos que actúan de forma sinérgica eliminando las células del tumor, así como los radioprotectores, como la amifostina, que protegen a los tejidos sanos de los efectos secundarios de la radiación. Sin embargo, los daños por la radioterapia siguen siendo significativos.

Para superar estas desventajas, se propone el uso de las nanopartículas de oro (AuNPs), las cuales tienen la propiedad de ser biocompatibles y excelentes absorbentes de rayos X (radiación ionizante). Existen evidencias de que las AuNPs de 1.9 nm de tamaño promedio, inducen la muerte de las células tumorales al ser administradas por vía intravenosa a ratones con tumores inducidos, a los cuales se les aplicó irradiación durante dos minutos, inmediatamente después de la inyección con las nanopartículas.

Tomando en cuenta que los tumores tienen una gran cantidad de vasos sanguíneos, la irradiación de las AuNPs y el daño producido a las células que revisten los vasos sanguíneos, ocasionaron una inhibición de la formación de nuevos vasos sanguíneos; y por lo tanto un decremento en el suministro de sangre, oxígeno y nutrientes a los tumores, lo que provoca una destrucción masiva de células cancerígenas. Las AuNPs,

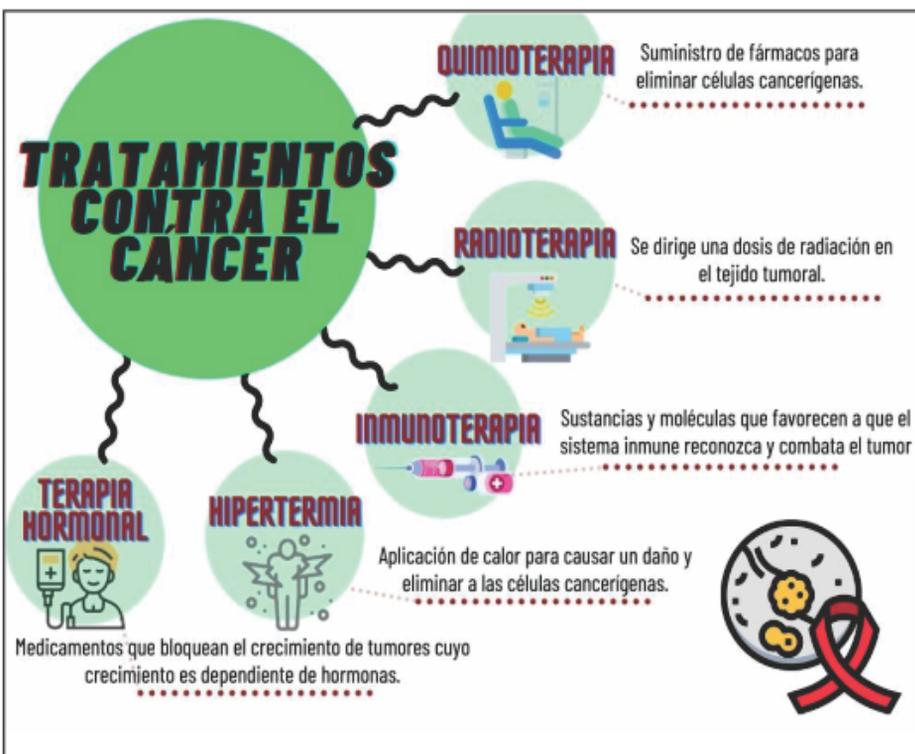
también se filtran en los tumores a través del endotelio de los vasos sanguíneos logrando llegar a tejidos profundos, por lo que este efecto resulta ser hasta 100 veces más efectivo en ocasionar la muerte de las células tumorales. Los ensayos en modelos animales de cáncer, demostraron que esta técnica tiene una efectividad hasta 200% mejor al tratamiento de radioterapia por sí solo [1]. Sin embargo, se necesitan más estudios en el área de la nanotoxicología, que garanticen el uso seguro de tales nanoherramientas en el combate contra el cáncer. En el área de la nanomedicina, el uso de este tipo de nanomateriales podría servir como terapia complementaria para reducir los efectos secundarios de los tratamientos existentes contra el cáncer y para cuidar la calidad de vida del paciente. #

## Referencias:

[1] Hainfeld, J. F., Dilmanian, F. A., Slatkin, D. N., & Smilowitz, H. M. (2008). Radiotherapy enhancement with gold nanoparticles. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 60(8), 977-985.  
<https://doi.org/10.1211/jpp.60.8.0005>

## Agradecimientos:

Al Verano de la Investigación Científica de la Academia Mexicana de Ciencias.





# Algo sobre teoremas

Arturo Gamietea Domínguez  
CNyN-JUBI-UNAM-Ensenada  
arturo@cny.n.unam.mx

Los teoremas pertenecen al mundo de las matemáticas, nacen como conjeturas, es decir, sobre un supuesto verdadero llamado hipótesis, se intuye un resultado por demostrar llamado tesis, pero cuando se llegan a demostrar se convierten en teoremas. Con la ventaja impresionante que **¡no cambiarán nunca!** Los teoremas son para siempre.

Ha habido algunos teoremas famosos, que han llamado la atención a personas ajenas a las matemáticas. El más famoso de ellos es sin duda el teorema de Pitágoras, lo aprendí en la antesala para el examen final de matemáticas en tercero de secundaria, todos mis compañeros repasaban nerviosos; de improviso, el compañero más aplicado del salón nos dijo que nos preguntarían el teorema de Pitágoras, “¿qué es eso?, ¿quién se lo sabe?”, todos inquietos buscamos, al fin, alguien lo encontró y todos repetíamos. “El cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos.” Ahora me parece una buena estrategia del profesor para que todo el grupo, al menos lo pudiera recitar.

Este teorema tiene aproximadamente ¡1000 demostraciones!, una hubiera bastado, sin embargo, además de matemáticos, hay militares de rango alto (Napoleón), políticos (Garfield, presidente de EEUU), muchos diletantes de las matemáticas e incluso amas de casa, que han propuesto demostraciones correctas de este teorema tan cautivante.

A finales del milenio pasado, hubo otro teorema que atrajo la atención de un público muy amplio, el llamado último teorema de Fermat: “Un cubo no se puede poner como suma de dos cubos si sus lados miden números enteros.” Y su generalización, “un número entero a la potencia  $n$ , no se puede poner como suma de dos números enteros a la potencia  $n$  cada uno de ellos, si  $n$  es mayor a 2.”

Hubo intentos de su demostración por casi 350 años y aunque no fue el último teorema que propuso Fermat, quien era

abogado y hacía matemáticas por afición, se le dio ese nombre, porque de todos sus trabajos pendientes que se resolvieron después de su muerte, fue el último por demostrar. Además, había un reto muy grande, ya que Fermat puso una nota en el margen de un libro, en la que dijo tener una demostración maravillosa, pero que era muy larga para ese margen. Esto encendió mucha pasión por encontrar la demostración maravillosa.

Cuando Wiles anunció la demostración de la conjetura, es decir, cuando se volvió teorema, se armó un revuelo en los medios de comunicación de casi todo el mundo que influyó tanto en las personas que en una de las estaciones del metro de Nueva York apareció un graffiti con la leyenda “tengo una demostración maravillosa, pero ya viene mi tren...”.

Un teorema que también ha influido, no sólo en personas, sino también en instituciones, ha sido el teorema de la incompletitud de Gödel, en este teorema se utilizan palabras que tienen significados técnicos precisos, distintos a los que se utilizan en pláticas coloquiales y por tal confusión, se ha llegado a asegurar que, debido al teorema, el conocimiento humano no es posible, que no se podrá conocer la realidad e incluso que Dios no existe. Todas estas confusiones se acabarían, si con cuidado se tomara en cuenta que el teorema habla sobre sistemas que tienen contenido de aritmética y que precisamente es lo que no podrá ser completo.

Incluso se puede tener un sistema formal que hable no sólo de ciencias sino de fantasmas, si no tiene contenido aritmético, puede ser completo, pero si tiene un componente aritmético, precisamente esa parte será incompleta.

A veces cuando las personas se acercan al mundo de las matemáticas, se dejan cautivar por ellas y disfrutan la maravilla de tener verdades para siempre:

## LOS TEOREMAS. #

# Rincón de las Palabras

María Isabel Pérez Montfort  
CNyN-UNAM, Ensenada  
miperez@cnyunam.mx

## El glosario de términos especializados en nanociencias

Las nanociencias son, por definición, un área multidisciplinaria de estudio que agrupa numerosas y muy diversas disciplinas, entre ellas la física, las matemáticas, la química y la biología; también la ciencia de materiales, la ingeniería, la aeronáutica, la medicina, la agricultura y otras, que comparten el interés común de investigar lo que ocurre en y con las diminutas estructuras de 1 a 100 nm.

Por su parte, la nanotecnología se basa en las nanociencias para lograr avances tecnológicos, y su rápido desarrollo diariamente anuncia innovaciones en una infinidad de campos. Podemos encontrar aplicaciones nanotecnológicas en incontables aspectos de nuestra vida cotidiana, desde la alimentación, el vestido, el transporte, la iluminación, el cuidado personal, la limpieza, los tratamientos médicos y más.

Estos dos campos de estudio han abierto los ojos del mundo a nuevos fenómenos, técnicas, materiales y procesos que, conforme se descubren y se describen, van recibiendo un nombre, de tal manera que diariamente se suman términos y vocablos nuevos a nuestra lengua.

Así ha nacido un lenguaje especializado en lo “nano” que abarca tantas áreas, que muchas veces es desconocido hasta para los mismos nanocientíficos. En ocasiones se acuñan palabras imaginativas en español, pero es más frecuente que se traduzcan los términos del inglés, por su preponderancia actual como idioma de la ciencia. Esto ha conducido a que no se utilice el mismo vocablo o la misma traducción en todos los países para el mismo concepto.

Por ejemplo, la palabra *sputtering* viene del verbo *to sputter*, que en inglés significa literalmente “escupir” “espurrear” o “salpicar saliva” y también “rociar” “chisporrotear” o “desparramar”. En la nanotecnología se refiere al proceso de erosionar la superficie de un material utilizando un haz de iones. En Colombia y España, se traduce como “pulverización” o “atomización catódica”; en México, se utiliza “erosión iónica” y también hemos escuchado el onomatopéyico “espurreo catódico”.

Por lo tanto, se ha hecho necesario para estudiantes y estudiosos de las nanociencias quienes, con mayor o menor éxito, aventuramos palabras y traducciones— un glosario que concentre y unifique en lo posible la nueva terminología.

A lo largo de algunos años, en el CNyN hemos recopilado vocablos nuevos y propuesto traducciones de términos al español. Esta labor comenzó en 2014 durante la elaboración del libro Preguntas y Respuestas sobre el Mundo Nano<sup>(1)</sup>. Los académicos encargados de revisar y aprobar cada capítulo nos dimos cuenta de que los estudiantes, a quienes va dirigido el libro, podrían no entender todas las palabras nuevas que encontrarían en el texto.

Elaboramos un glosario para ese libro que, a través del tiempo, se ha enriquecido y se ha convertido en el Glosario de Términos Especializados en Nanociencias que ahora se puede consultar en internet.

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

El Glosario presenta los términos en orden alfabético, indica el área en la que se utiliza la palabra o palabras en cuestión, contiene una definición, su origen, el significado de siglas; también vocablos cuyo uso ocasionalmente se confunde en español, como interfaz e interfase, y algunos que se usan en el lenguaje común pero que tienen un significado específico en la investigación.

Incluye términos definidos en otros diccionarios que son de uso frecuente en las nanociencias y palabras no definidas en diccionarios, pero quizá sí en libros. Por último, introduce términos nuevos, que no han sido capturados en otros compendios. El Glosario se enriquece y se actualiza periódicamente.

Visita la página del CNyN (<https://cnyunam.mx>); el Glosario se encuentra en la pestaña titulada NANOCIENCIAS, GLOSARIO DE TÉRMINOS ESPECIALIZADOS. #

<sup>(1)</sup> Águila Puentes, S. A. et al. (Coords.) Preguntas y Respuestas sobre el Mundo Nano, UNAM, México, D. F. 2016  
[www.cnyunam.mx](http://www.cnyunam.mx)