



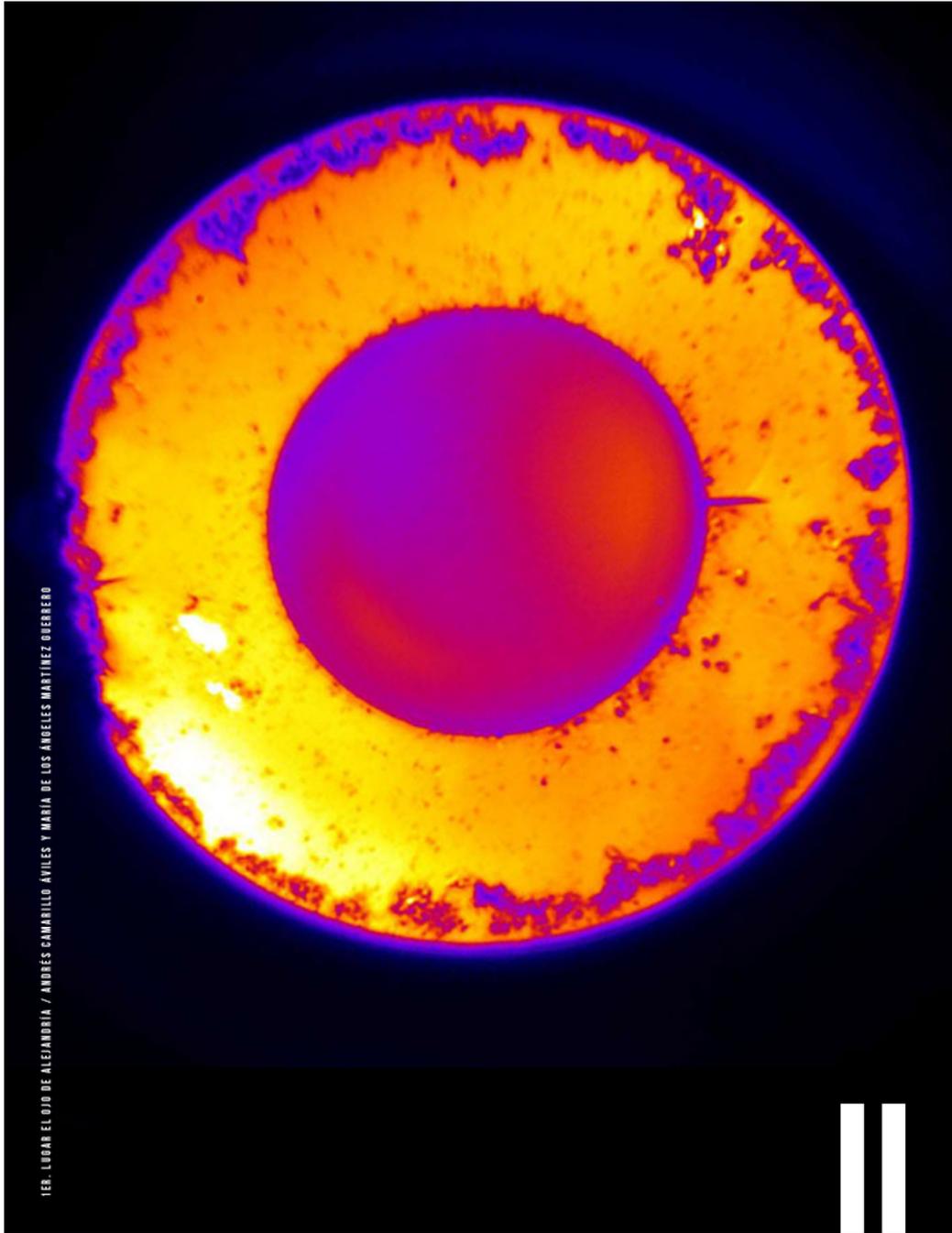
[NC]

NOTICIO

XXXIX



POSDOCTORALES DEL CIO - SEGUNDA EDICIÓN



TÉR. LUGAR EL OJO DE ALEJANDRÍA / ANDRÉS CAMARILLO ÁVILES Y MARÍA DE LOS ÁNGELES MARTÍNEZ GUERRERO

EDICIÓN / ABRIL - JUNIO DE 2024

ANALOGÍAS ENTRE LUZ Y SONIDO
ENTRE ÓPTICA Y ACÚSTICA

LABORATORIO NACIONAL CONAHCYT
EN MICROTECNOLOGÍA Y BIOMEMS (LANMIB)

DIFERENTES MIELES
POR DIFERENTES ESPECIES DE ABEJAS

SISTEMA DE RECICLAJE DE PLÁSTICO
MEDIANTE EL USO DE ENERGÍA SOLAR

LOMA DEL BOSQUE 115 COL. LOMAS DEL CAMPESTRE
C.P. 37150 LEÓN, GUANAJUATO, MÉXICO
TEL. (52) 477. 441. 42. 00
WWW.CIO.MX

DIRECTO RIO

DIRECTORA GENERAL
DRA. AMALIA MARTÍNEZ GARCÍA
DIRECCION.GENERAL@CIO.MX

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
DR. EFRAÍN MEJÍA BELTRÁN
DIRECCION.INVESTIGACION@CIO.MX

DIRECTOR DE FORMACIÓN ACADÉMICA
DR. DAVID MONZÓN HERNÁNDEZ
DIRECCION.ACADEMICA@CIO.MX

DIRECTOR DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN
DR. JOSÉ LUIS MALDONADO RIVERA
DIRECCION.TECNOLOGICA@CIO.MX

DIRECTOR ADMINISTRATIVO
MTRO. OSCAR LEONEL RODRÍGUEZ QUIÑONES
DIRECCION.ADMINISTRATIVA@CIO.MX

EDITORIA EJECUTIVA
ELEONOR LEÓN TORRES

EDITORES CIENTÍFICOS
CHARVEL MICHAEL LÓPEZ GARCÍA, NATIELY HERNÁNDEZ SEBASTIÁN, FERNANDO ARCE VEGA

DISEÑO EDITORIAL
LUCERO ALVARADO RAMÍREZ

COLABORACIONES
DR. JORGE ENRIQUE ALBA, DR. JOSÉ ALONSO DENA, DR. JULIO CESAR CARRILLO,
DR. MOHAMMAD REZA RAHMATI, DR. PABLO MUNIZ, DR. PEDRO REYNALDO MARTÍNEZ,
DR. SERGIO AUGUSTO ROMERO SERVÍN, DR. GABRIEL RAMOS ORTIZ, DRA. LAURA APARICIO IXTA,
DRA. MARÍA ISABEL MAY CANCHÉ, DR. C. FRAUSTO REYES, DRA. MAYRA L. MELGOZA RAMÍREZ,
DR. MARIO RODRÍGUEZ RIVERA, DRA. PATRICIA GARCÍA RAMÍREZ, DR. LUIS ARMANDO DÍAZ TORRES,
SANDRA CASTAÑEDA PALAFOX, MARIANA VILLAGÓMEZ MORA, EDITH AVALOS MARRÓN (ESTUDIANTES DOCTORALES)
DRA. NATIELY HERNÁNDEZ SEBASTIÁN, DRA. MARTHA GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ, DRA. SILVIA SOLÍS ORTIZ,
DR. FRANCISCO LÓPEZ HUERTA, DR. FRANCISCO MORALES MORALES, DRA. JANNETH LÓPEZ MERCADO,
DRA. GEORGINA GARCÍA RUIZ, DR. JUAN RÍOS GONZÁLEZ

IMÁGENES
ARCHIVO FOTOGRÁFICO DEL CIO, IMAGE BANK

EDITORIAL

En la edición del NOTICIO Enero-Marzo del presente, se compartieron los avances de las investigaciones que están llevando a cabo nuestros colegas de estancias posdoctorales.

En el presente número se continúa con sus contribuciones en temas tan importantes como: relación entre luz y sonido, la radiación solar usada en un proceso de fundición de plástico para el reciclaje de este, avance en la fabricación de celdas solares y sus diversas aplicaciones en la vida cotidiana, funcionamiento de los láseres de fibra, desarrollo de laser con una longitud de onda de dos micras para aplicaciones quirúrgicas. Ahora con el problema de escasez de agua se propone evaluar un sistema de tratamiento de agua innovador y accesible el cual está fundamentado en el uso de energía solar como fuente de energía. Otro tema de investigación científica corresponde al desarrollo de marcadores fluorescentes que sean eficientes y que además no destruyan la célula bajo estudio. Un siguiente tema corresponde a la síntesis de materiales con propiedades fluorescentes interesante por sus múltiples aplicaciones.

Los métodos ópticos, como la espectroscopia Raman ha estado figurando en el análisis de azúcares en la miel para determinar su calidad y asegurar que sean aptas para consumo humano.

Volviendo al tema del agua, se presentan sensores para la detección de contaminantes presentes en agua. Otra técnica llamada fotocatalisis se presenta como una alternativa para destruir de manera completa algunos contaminantes recalcitrantes presentes en este líquido.

Finalmente se presenta un proyecto que corresponde al Laboratorio Nacional Conahcyt en Microtecnología y BioMEMS (LaNMiB) donde el CIO es la institución responsable y tiene como instituciones asociadas a la Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo (UCEMICH), la Universidad Veracruzana (UV) y la Universidad de Guanajuato (UG).

Se agradece de manera especial a los posdoctorales por participar en la formación de nuevos científicos y en la divulgación científica, ayudando a educar y a inspirar a las futuras generaciones.

Esperamos que este espacio siga siendo de su interés.

DRA. AMALIA MARTÍNEZ GARCÍA
DIRECTORA GENERAL

NOTICIO

En el CIO realizamos investigación básica, tecnológica y aplicada que incrementa nuestro conocimiento y nos permite resolver problemas tecnológicos y aplicados vinculados con la óptica. En particular en las áreas de: pruebas no destructivas, holografía y materiales fotosensibles, visión computacional e inteligencia artificial, óptica médica, instrumentación, infrarrojo, materiales fotónicos inorgánicos y orgánicos, nanomateriales, láseres y aplicaciones, espectroscopía, fibras ópticas, sensores, optoelectrónica, cristales fotónicos, comunicaciones y dinámica de sistemas complejos. Este trabajo se realiza por investigadores del CIO o en colaboración con empresas e instituciones académicas nacionales y extranjeras. NotiCIO es una publicación trimestral que tiene como objetivo dar a conocer a una audiencia amplia los logros científicos y tecnológicos del CIO para ayudar a que éstos sean comprendidos y apreciados por su valor para los ciudadanos, para nuestro país y para el mundo. El CIO pertenece al Sistema de Centros Públicos de Investigación Conacyt del Gobierno Federal. Mayor información sobre el CIO puede obtenerse en el sitio www.cio.mx



CIOmx

Centro de Investigaciones
en Óptica A.C.

@CIOmx

INDICE

4
EDITORIAL

11
ANALOGÍAS ENTRE LUZ Y SONIDO, ENTRE ÓPTICA Y ACÚSTICA

14
SISTEMA DE RECICLAJE DE PLÁSTICO MEDIANTE EL USO DE ENERGÍA SOLAR

16
CELDAS SOLARES CON MATERIALES INNOVADORES PARA UN FUTURO ENERGÉTICO SOSTENIBLE

20
GENERANDO PULSOS DE MANERA CERTERA EN UN LÁSER DE FIBRA

25
LÁSER QUIRÚRGICO A 2 MICRAS

28
SOLUCIONES DE ENERGÍA RENOVABLE:
EVALUACIÓN DE UN SISTEMA AUTÓNOMO DE POTABILIZACIÓN DE AGUA

34
ÓPTICA NO LINEAL FLUORESCENCIA E IMAGEN CELULAR ¿QUÉ TIENEN EN COMÚN?

39
NANOMATERIALES ORGÁNICOS FLUORESCENTES

42
DIFERENTES MIELES POR DIFERENTES ESPECIES DE ABEJAS

46
SENSORES Y SU PAPEL EN LA DETECCIÓN DE CONTAMINANTES PRESENTES EN AGUA

50
FOTOCATALIZADORES SOPORTADOS EN MEMBRANAS POLIMÉRICAS:
UNA ALTERNATIVA PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EN EL AGUA Y GENERACIÓN DE HIDRÓGENO

54
LABORATORIO NACIONAL CONAHCYT EN MICROTECNOLOGÍA Y BIOMEMS (LANMIB)

61
EXPLORANDO LA LUZ A TRAVÉS DEL ARTE Y LA CIENCIA:
CONCURSOS DE CUENTO Y FOTOGRAFÍA EN EL DÍA INTERNACIONAL DE LA LUZ

67
CALENDARIO DE CURSOS 2024





ANALOGÍAS ENTRE LUZ Y SONIDO, ENTRE ÓPTICA Y ACÚSTICA

JORGE ENRIQUE ALBA

En la vida cotidiana se distinguen e identifican distintos tipos de ondas, siempre las más mencionadas resultan ser las ondas de luz y de sonido, por lo que surge la pregunta: ¿Tienen algo que ver unas ondas con otras? Partamos de su conocida definición: Onda corresponde a un ente físico capaz de transmitir movimiento y energía en forma de oscilaciones. Con esta noción se describe a la luz visible como la oscilación transversal de un campo eléctrico y uno magnético acoplados; por otro lado, el sonido resulta ser una oscilación del aire, paralela a su dirección de propagación. La luz y el

sonido ¿Transmiten movimiento y energía? Si, por ejemplo, se ha demostrado que un láser enfocado puede lograr eyección de material y exponer a sonido o ultrasonido por tiempos prolongados genera aumentos de temperatura. Y entonces ¿Qué tienen que ver las ondas de sonido con las electromagnéticas? Pareciera que no mucho, mientras que en las primeras lo que oscila es un medio material (gas, líquido o sólido); las últimas, consisten en un par de campos que se originan de acelerar cargas, estas ondas se pueden propagar sin necesidad de un medio. ¿Y la semejanza? Bueno, resulta

Imagen 1. Sonoluminiscencia inducida con ultrasonido. En la parte superior al centro se puede observar el transductor de ultrasonido. Se observa como pequeños destellos azules a la luminiscencia inducida.

La imagen fue tomada de Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Mechanism_of_sonoluminescence#/media/File:MBSLred.JPG

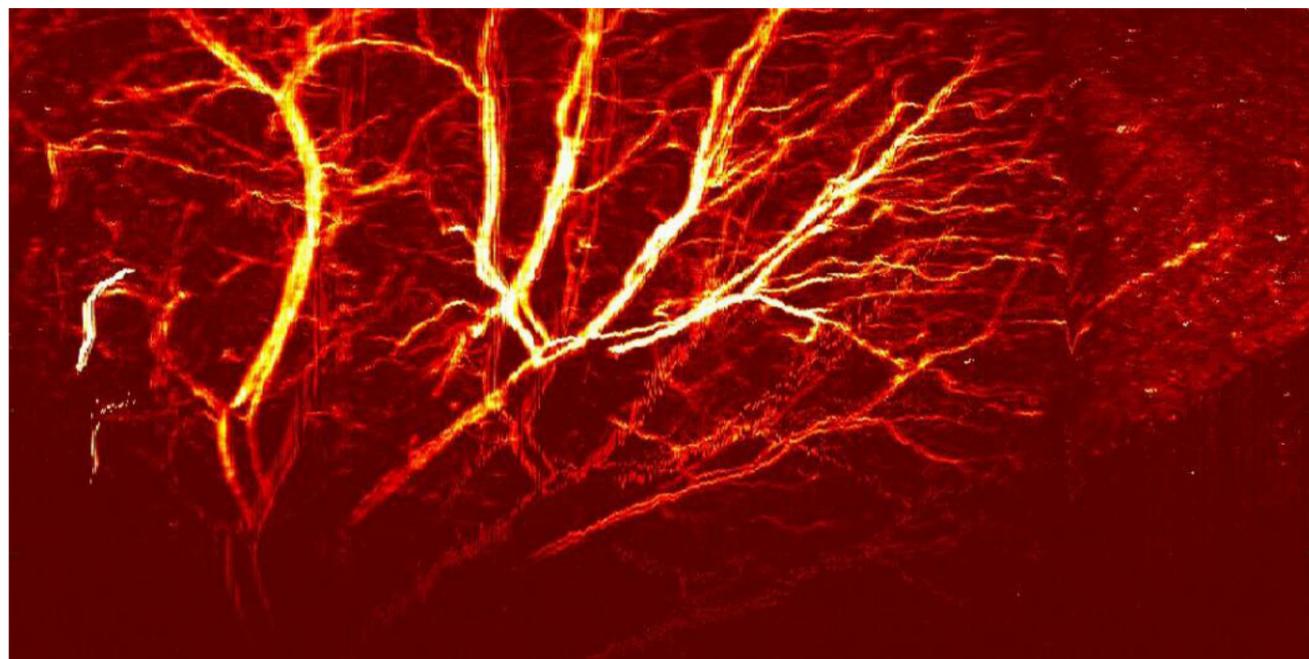


Imagen 2. Vasculatura de la oreja de un ratón empleando la técnica de microscopía fotoacústica con resolución óptica. Como referencia, una oreja de ratón suele ser menor a medio centímetro.

La imagen fue tomada de Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Photoacoustic_microscopy#/media/File:OR-PAM_Mouse_Ear_Vasculature.jpg

que la ecuación matemática que describe la propagación de ondas electromagnéticas es la misma que describe cómo se propagan ondas mecánicas (e.g. sonido o ultrasonido), lo único que cambia es la interpretación de lo que vibra y la velocidad a lo que lo hace. Es este aparato teórico la principal conexión entre ambos fenómenos y el camino para entender más concordancias entre ambas. Por ejemplo, si en la ecuación de sonido se le agrega un término que describa cómo el medio material absorbe la luz de un pulso láser, la ecuación predice que es posible generar una onda de ultrasonido: A este fenómeno se le conoce como efecto fotoacústico. Por otra parte, también es posible lograr el caso recíproco; si a la ecuación de onda electro-

magnética, se le coloca un término que describa un impulso mecánico, particularmente el originado por cavitación intensa en líquidos, se predice la aparición de luminiscencia: A este efecto se le conoce como sonoluminiscencia (Imagen 1). Aunque ambos fenómenos parecen raras curiosidades, a nivel tecnológico y de aplicaciones poseen valía. El efecto fotoacústico es empleado en la reconstrucción de bio-imágenes; para ello, se elige una iluminación láser que sea absorbida de forma diferenciada por los tejidos de interés, produciendo ondas de ultrasonido que se adquieren por medio de un transductor, las cuales se utilizan como datos de entrada en algoritmos de reconstrucción. Las imágenes foto acústicas, esencialmente imágenes



Iluminación y acústica, entre ondas de luz y sonido. *Iluminet* revista de Iluminación.

ultrasónicas, empiezan a competir con imágenes de resolución óptica (Ver Imagen 2). Por otro lado, la sonoluminiscencia ha mostrado que puede ser utilizada para producir especies reactivas de oxígeno, empleándose en procesos de esterilización o en la destrucción de tejidos anómalos. Existen aún más fenómenos análogos entre la óptica y la acústica, como son la absorción, refracción, reflexión y un muy largo etc. Por ejemplo, en óptica existen materiales estructurados periódicos conocidos como cristales fotónicos, los cuales se utilizan para confinar luz y manipularla con diversos fines. ¿Qué sucede cuando se propagan ondas acústicas en un material acústico estructurado periódicamente? En los años 70 A. C. Erigen desarrolló una teoría

mecánica tratando de contestar esta pregunta. La teoría predice que pueden inducirse ondas mecánicas que van más allá de las ondas longitudinales y transversales, conocidas como ondas de medios micropolares o de Cosserat (Los hermanos Cosserat desarrollaron parcialmente este concepto por primera vez en 1909). Al momento, existen pocos experimentos donde se hayan sentido este tipo de ondas, es el objetivo de la presente estancia de investigación posdoctoral verificar que estas ondas pueden inducirse controladamente para caracterizar mecánicamente materiales de interés y tejidos, implementarlas en algoritmos de reconstrucción de imágenes semejantes al fotoacústico y por supuesto, seguir explorando este tipo de analogías. ■

SISTEMA DE RECICLAJE DE PLÁSTICO MEDIANTE EL USO DE ENERGÍA SOLAR

JOSÉ ALONSO DENA

Los plásticos de desecho pueden ser convertidos en nuevos productos mediante técnicas de reciclaje [1]. Una de estas técnicas es la extrusión, la cual es un proceso que se realiza por medio de máquinas extrusoras y en donde el material es fundido y extruido en una nueva forma [2], [3]. No obstante, estas máquinas generalmente emplean un sistema de calentamiento a base de resistencias eléctricas calentadoras para alcanzar las temperaturas de extrusión deseadas entre 150 y 330 °C [4]. Por otro lado, los colectores solares de canal parabólico (CCP) poseen una geometría en forma de reflector parabólico que concentra los rayos solares a un receptor ubicado en el foco lineal de su parábola, provocando su incremento de temperatura

hasta alcanzar rangos entre los 100 y 400 °C [5]. El Centro de Investigaciones en Óptica, A. C. (CIO) Unidad Aguascalientes ubicado en Aguascalientes, Aguascalientes, México, en colaboración con el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga (ITPA) ubicado en Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México, a través del proyecto Conahcyt/EPM ID 1086950 y 2708283, exploran la aplicación de la radiación solar en un proceso de extrusión de plástico.

El Dr. Arturo Diaz Ponce y el Dr. José Alonso Dena Aguilar lideran el desarrollo de un prototipo de máquina extrusora híbrida horizontal con un CCP con seguimiento solar automático integrado como su sistema de calentamiento. El diseño de la máqui-

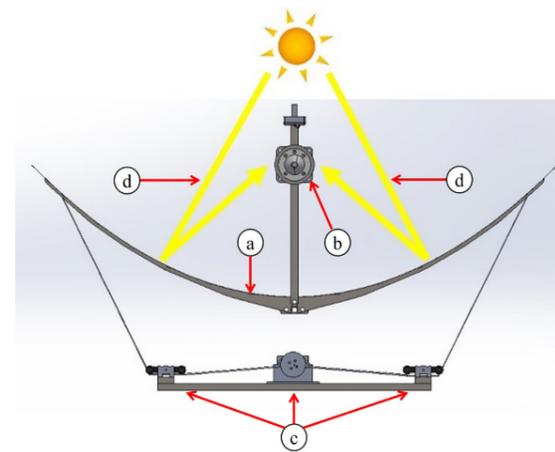


Fig. 1. Diseño del CCP y su concepto de aprovechamiento de la energía solar: (a) CCP, (b) barril de extrusión, (c) sistema mecánico de seguimiento solar, (d) rayos solares.

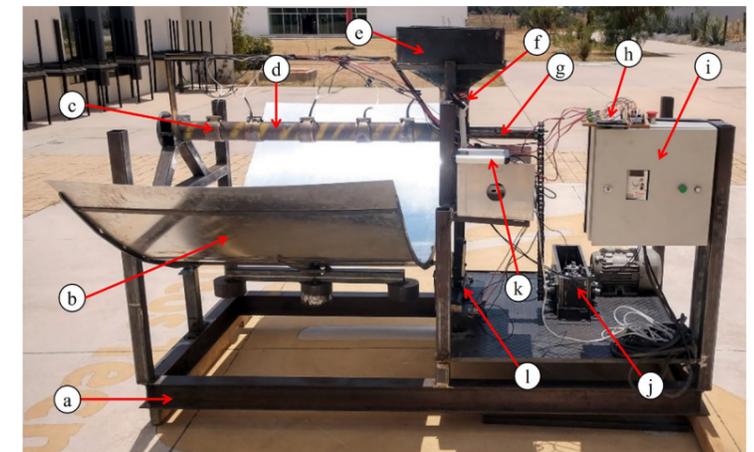


Fig. 2. Vista completa del prototipo en desarrollo: (a) estructura de soporte, (b) CCP, (c) resistencia eléctrica calentadora, (d) barril, (e) tolva de alimentación, (f) sensor solar, (g) husillo, (h) control de temperatura, (i) mando eléctrico, (j) sistema de transmisión de potencia, (k) sistema de seguimiento solar, (l) motor de giro horizontal.

na extrusora híbrida prevé el ingreso del material reciclable a través de una tolva de alimentación hacia el equipo e inmediatamente entrar en contacto con el husillo alojado dentro del barril. El husillo es girado por medio de un sistema de transmisión de potencia y de mando eléctrico y es calentado por el sistema híbrido de calentamiento propuesto hasta propiciar que el material se funda y se obligue a pasar por una matriz de extrusión para adoptar una nueva forma. El calentamiento del barril se realiza principalmente mediante la energía solar concentrada por el CCP y se complementa mediante un sistema de resistencias eléctricas calentadoras. En las pruebas híbridas se han alcanzado temperaturas superiores a los 260 °C. Actualmente, el prototipo

continúa en evaluación y optimización, lo que permitirá poder llevar a cabo pruebas de extrusión de plásticos de desecho en el corto plazo. ▀

[1] Adisa, A., Olatunji, O., and Brando, K. (2020). Design of Extrusion Machine for Offshore Corrosion-Control Composite Wrap Material Manufacture. SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition. Doi: 10.2118/203729-MS

[2] Herianto, Atsani, S. I., and Mastriswadi, H. (2020). Recycled polypropylene filament for 3D printer: extrusion process parameter optimization. IOP Conf. Ser.: Materials Science and Engineering, 722, 012022. Doi: 10.1088/1757-899X/722/1/012022

[3] Sagar, K., Sooraj, R., and Vinod-Kumar, M. V. (2021). Design and fabrication of extrusion machine for recycling plastics. IOP Conf. Ser.: Materials Science and Engineering, 1065, 012014. Doi: 10.1088/1757-899X/1065/1/012014

[4] Beltrán-Rico, M., and A. Marcilla-Gomis. (2012). Tecnología de polímeros: procesamiento y propiedades. España: Publicaciones Universidad de Alicante, edición 1-2012.

[5] Xu, C., Li, M., Ji, X., and Chen, F. (2013). Study on the collection efficiency of parabolic trough solar collector. 2013 International Conference on Materials for Renewable Energy and Environment. Publisher: IEEE. doi:10.1109/icmree.2013.6893602

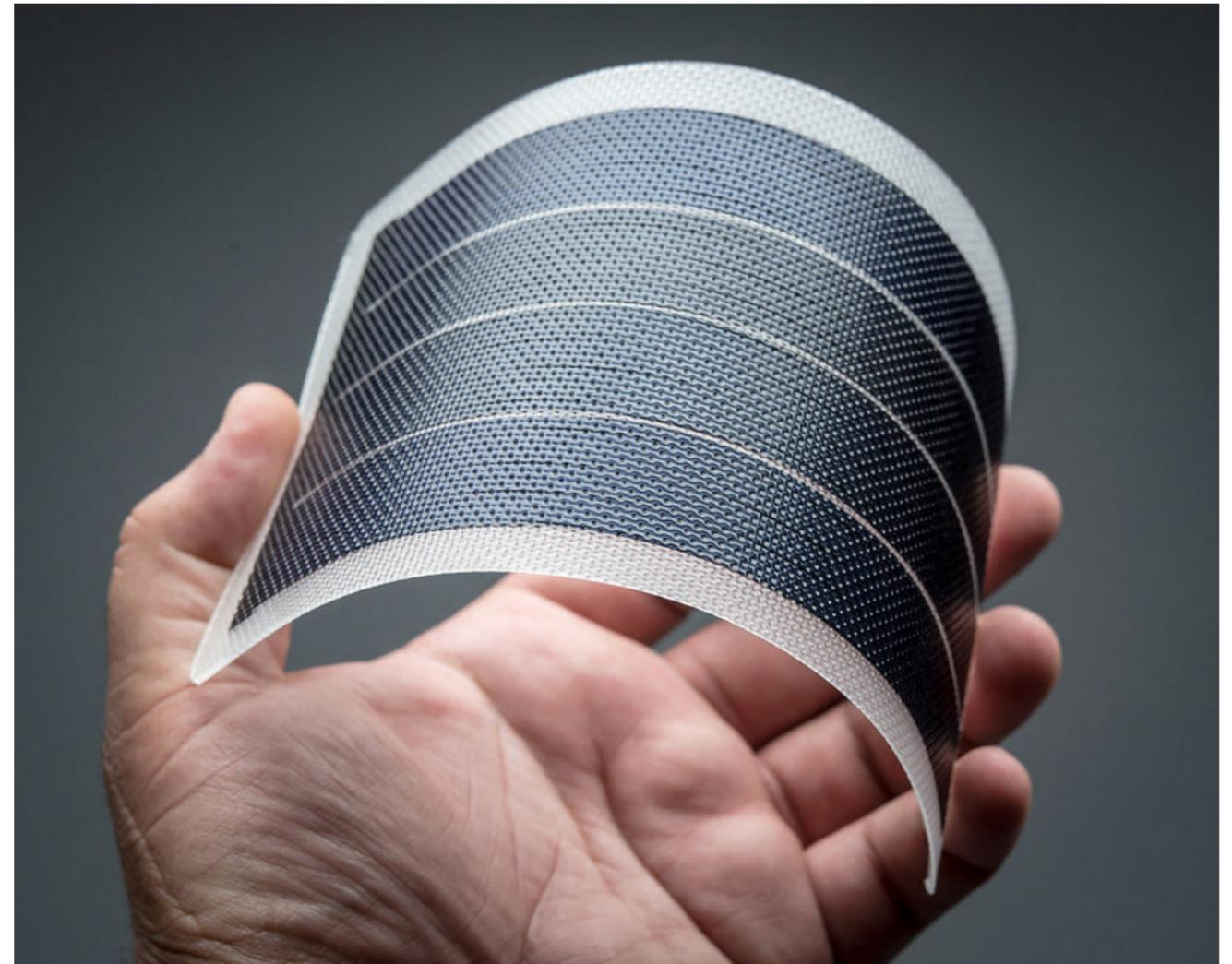
CELDAS SOLARES CON MATERIALES INNOVADORES PARA UN FUTURO ENERGÉTICO SOSTENIBLE

JULIO CESAR CARRILLO

En América Latina, se estima un incremento del 35 % en la demanda energética para el año 2050, principalmente cubierta por energía fósil, lo que resultará en un incremento de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) [1]. Uno de los desafíos principales a los que nos enfrentamos es nuestra dependencia energética de los combustibles fósiles (fuentes de energía no renovables), como el petróleo, el carbón y el gas. Por otro lado, las energías renovables, como la hidroeléctrica, eólica y solar, son fuentes naturales inagotables con el potencial de proporcionar energía de manera

sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Por ejemplo, la energía solar que llega a la Tierra es aproximadamente 10,000 veces mayor que el consumo total de energía de la humanidad y podemos aprovecharla si la convertimos en electricidad a través de celdas solares. Aunque la tecnología solar ha estado dominada por el silicio, esta presenta limitaciones en eficiencia y complejidad de producción [2].

Actualmente, las celdas solares de materiales orgánicos y perovskita representan una vía prometedora para la producción de energía renova-



Panel Solar de película delgada y Flexible. Enerlife.

ble. Los avances recientes en estas tecnologías han conducido a mejoras significativas en su conversión de luz solar a energía eléctrica (eficiencia de conversión), alcanzando logros notables de casi el 20 % para materiales orgánicos y el 26 % para perovskita. Estos avances se han logrado mediante el desarrollo de materiales innovadores que permiten una conversión de energía más eficiente [3-5].

Una característica importante de los materiales orgánicos es su capacidad de modificación para mejorar la recolección de luz solar, lo que les

otorga una ventaja sobre los materiales inorgánicos. Además, al implementar materiales orgánicos en celdas solares, estas pueden ser más livianas y flexibles, ampliando sus posibles aplicaciones [4]. Por otro lado, los materiales de perovskita se destacan por sus propiedades excepcionales de alto rendimiento óptico y eléctrico, lo que resulta en altas eficiencias de conversión que superan a los dispositivos basados en silicio. Gracias a su alto rendimiento, las perovskitas se han posicionado como líderes en tecnologías de celdas solares de bajo costo [3].

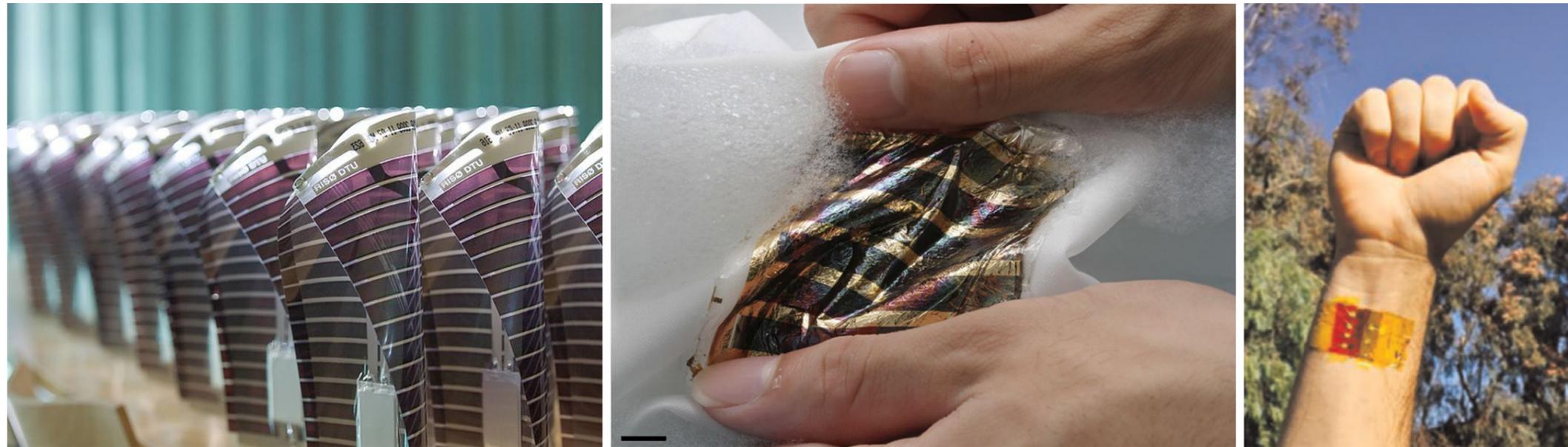


Figura 1. Aplicaciones potenciales de celdas solares de tercera generación [4]: a) Celdas solares orgánicas flexibles, b) celdas solares flexibles en textiles/ropa y c) celdas solar sobre piel.

Algunas aplicaciones potenciales de estas tecnologías incluyen la electrónica de implantes, sensores, textiles/ropa y aplicaciones del hogar. En comparación con las celdas solares de silicio, las celdas solares orgánicas y perovskita ofrecen alternativas de fabricación de bajo costo y consumo energético, similar a las impresoras de oficina que utilizan inyección de tinta. Sin embargo, a pesar del progreso alcanzado en ambas tecnologías, aún persisten desafíos por resolver antes de su comercialización, como la fabricación a gran escala, mayor eficiencia de conversión, estabilidad y durabilidad [3,4].

El grupo de propiedades ópticas de la materia (GPOM), en el centro de investigaciones en óptica (CIO), ha logrado desarrollar celdas solares orgánicas y perovskita con eficiencias de conversión cercanas al 12 % mediante el uso de materiales innovadores en el campo. Actualmente, el GPOM está trabajando en la implementación de nuevos materiales y métodos de procesamiento para aumentar la eficiencia de conversión en celdas solares orgánicas y perovskita. ▀

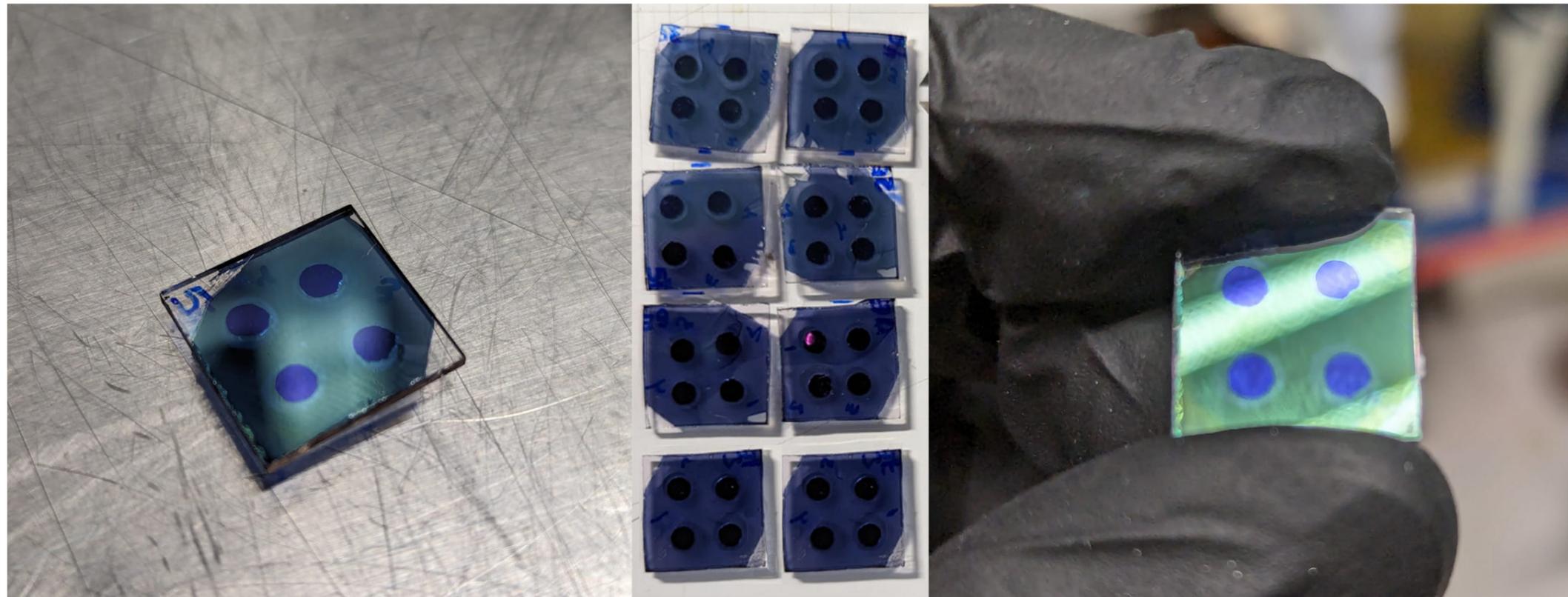


Figura 2: Celdas solares orgánicas fabricadas en el GPOM-CIO.

Referencias

- (1) World Energy Outlook. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>.
- (2) Smets, Arno HM.; Jager, Klaus.; Isabella, Olindo.; van Swaaij, Rene ACM.; Zeman, M. Solar Energy: The Physics and Engineering of Photovoltaic Conversion, Technologies and Systems; 2018; Vol. 1.
- (3) Bati, A. S. R.; Zhong, Y. L.; Burn, P. L.; Nazeeruddin, M. K.; Shaw, P. E.; Batmunkh, M. Next-Generation Applications for Integrated Perovskite Solar Cells. *Commun. Mater.* 2023, 4, 1–24. <https://doi.org/10.1038/s43246-022-00325-4>.
- (4) Dyer-Smith, C.; Nelson, J.; Li, Y. *Organic Solar Cells*; Ding, L., Ed.; Wiley, 2022. <https://doi.org/10.1002/9783527833658>.
- (5) Fu, J.; Fong, P. W. K.; Liu, H.; Huang, C.-S.; Lu, X.; Lu, S.; Abdelsamie, M.; Kodalle, T.; Sutter-Fella, C. M.; Yang, Y.; Li, G. 19.31% Binary Organic Solar Cell and Low Non-Radiative Recombination Enabled by Non-Monotonic Intermediate State Transition. *Nat. Commun.* 2023, 14, 1760. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37526-5>.

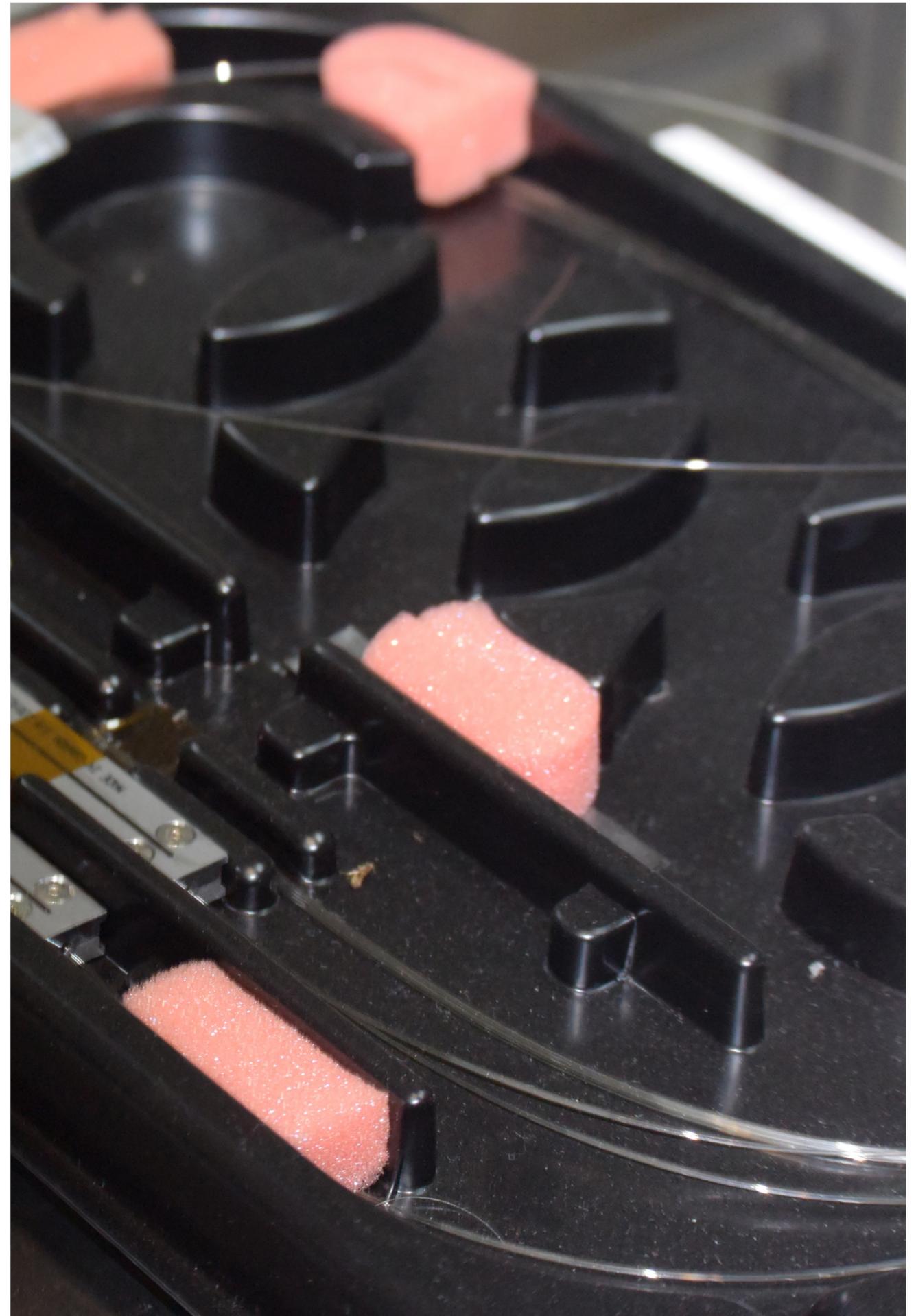
GENERANDO PULSOS DE MANERA CERTERA EN UN LÁSER DE FIBRA

MOHAMMAD REZA RAHMATI

Los láseres de fibra, fueron propuestos en 1963, apenas tres años después de la invención del primer láser. En ese momento, el alcance en la investigación de láseres, fibras ópticas y materiales no-lineales era apenas incipiente. Sesenta años después, el interés en láseres de fibra ha crecido, a la par de sus aplicaciones en la ciencia, la industria y la medicina. Los láseres de fibra de conmutación-Q, funcionan gracias a los absorbentes, tanto pasivos como activos, por lo que la investigación en este campo, es actualmente muy intensa. Después de estos años transcurridos, la comprensión sobre el funcionamiento de los láseres de fibra, es una tarea pendiente cuya complejidad reta a los exper-

tos constructores de estos láseres. Los científicos dedicados a lograr el entendimiento del funcionamiento de los láseres de fibra, buscan la forma de tener control total en la producción de los pulsos de estos dispositivos.

Los láseres que contienen un material saturable, son usados para generar trenes de pulsos de corta duración. Sin embargo, la producción de una secuencia de pulsos, no ha sido algo totalmente predecible de manera simple a partir de las condiciones iniciales, tales como la potencia, el tipo de material saturable, la longitud de onda y todos los parámetros que influyen en su desempeño. Para determinar de una manera segura su fun-



cionamiento, los científicos de láser han buscado la dependencia de la operación de un láser de fibra, con los parámetros que lo hacen funcionar, de una manera independiente de cada uno de ellos. Para encontrar la forma de que depende la producción del tren de pulsos, los expertos han recurrido a una gran cantidad de métodos para encontrar esa dependencia. Estos métodos incluyen tanto los modelos de la física clásica como la física cuántica, entre otros. Para mostrar un ejemplo, la *figura 1 (a)*, muestra la periodicidad de los pulsos en un láser de fibra como función de la potencia produ-

cida. Una mejor periodicidad se obtiene a bajas potencias. A altas potencias, desaparece la uniformidad de la producción de pulsos. Otro ejemplo, lo muestra la *figura 1(b)*, donde concluimos que la diversidad de longitudes de onda (modos espectrales) puede ser obtenida mediante la aplicación de filtros.

Hay un enfoque que no ha sido aplicado de manera sistemática por los científicos de láser de fibra: Construir un modelo matemático que describa la producción de pulsos a partir de la teoría del control. Si logramos proponer una ecuación que

pueda predecir el comportamiento del láser de fibra, tal que incluya los parámetros que modifican su operación, entonces podremos tener control de la forma de pulsos emitidos por el láser. La solución de esa ecuación, no será simple dado que esperamos una ecuación diferencial cuyo método de solución será complejo.

Aquí es donde resulta necesario poner a dialogar a los científicos de láseres con los matemáticos expertos en la teoría de control. Las evidencias experimentales, junto con la formulación del modelo que lleve a plantear la ecuación

diferencial y la aplicación de los métodos matemáticos de la teoría del control, nos dará una solución bajo la cual, se podrá tener el control para la producción de pulsos de acuerdo a las necesidades.

Actualmente, el Centro de Investigaciones en Óptica, cuenta con un grupo de físicos de láseres y matemáticos avocados a la solución de este problema. Se espera que, en poco tiempo, los pulsos generados por un láser de fibra se produzcan totalmente a voluntad del operador, gracias a las investigaciones en curso. ▀

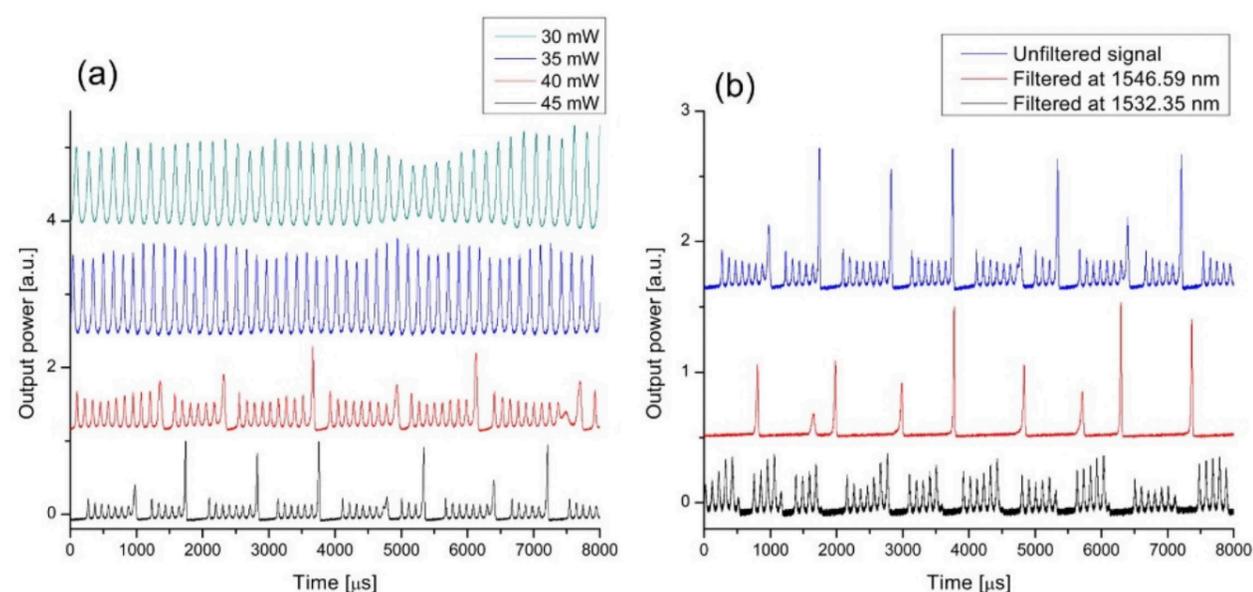
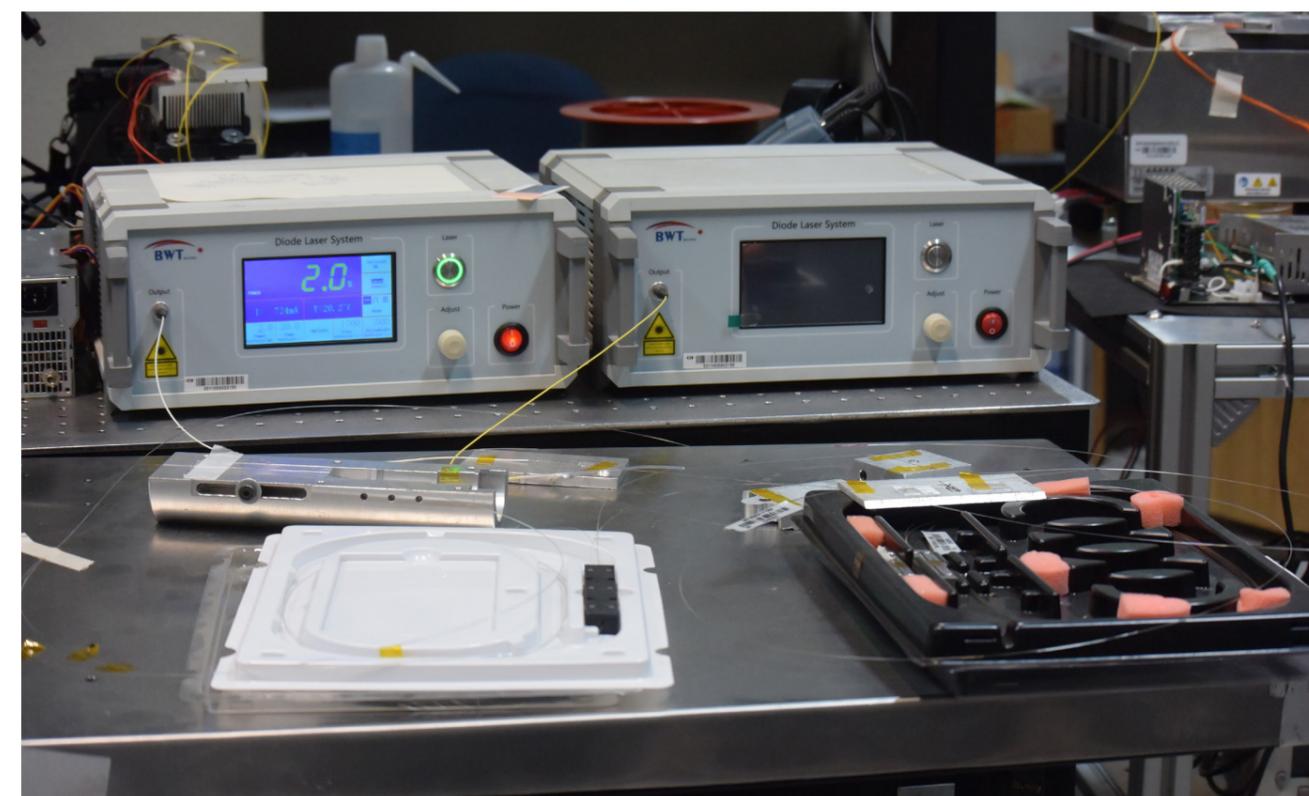


Figura 1 (a) Variación en la periodicidad de pulsos con la potencia de salida en un láser de fibra. (b) Pulsos de salida de un láser de fibra, al aplicar filtros espectrales.



PABLO MUNIZ

En los campos médicos, los láseres de fibra óptica se han constituido como uno de los más grandes avances científicos de los últimos años. Dentro de este ámbito, la generación láser con longitud de onda a dos micras es particularmente relevante, ya que dicha longitud de onda coincide con una de las principales bandas de absorción del agua, lo que favorece la evaporación en medios húmedos, además de que es inocua para la hemoglobina y otros cromóforos presentes en la sangre, minimizando la hemorragia y la interferencia en el alcance de los tejidos.

Por lo general, para conseguir una generación a dos micras se consideran dos tipos de láseres basados en fibras ópticas dopadas con tierras raras: los de tulio y los de holmio. De estos dos, los segundos son los de uso más popular en urología, especialmente dentro de la litotripsia endoscópica, un procedimiento para la destrucción de cálculos renales.

En nuestro proyecto posdoctoral, nos hemos dedicado al desarrollo de un prototipo de láser a dos micras de tres etapas utilizando fibras

ópticas dopadas con Iterbio y con Holmio. Nuestro objetivo principal ha sido simplificar los esquemas conocidos de generación a dos micras para lograr una emisión estable de onda continua y con un rango de potencia flexible que permita aplicarse dentro de diversos procedimientos quirúrgicos.

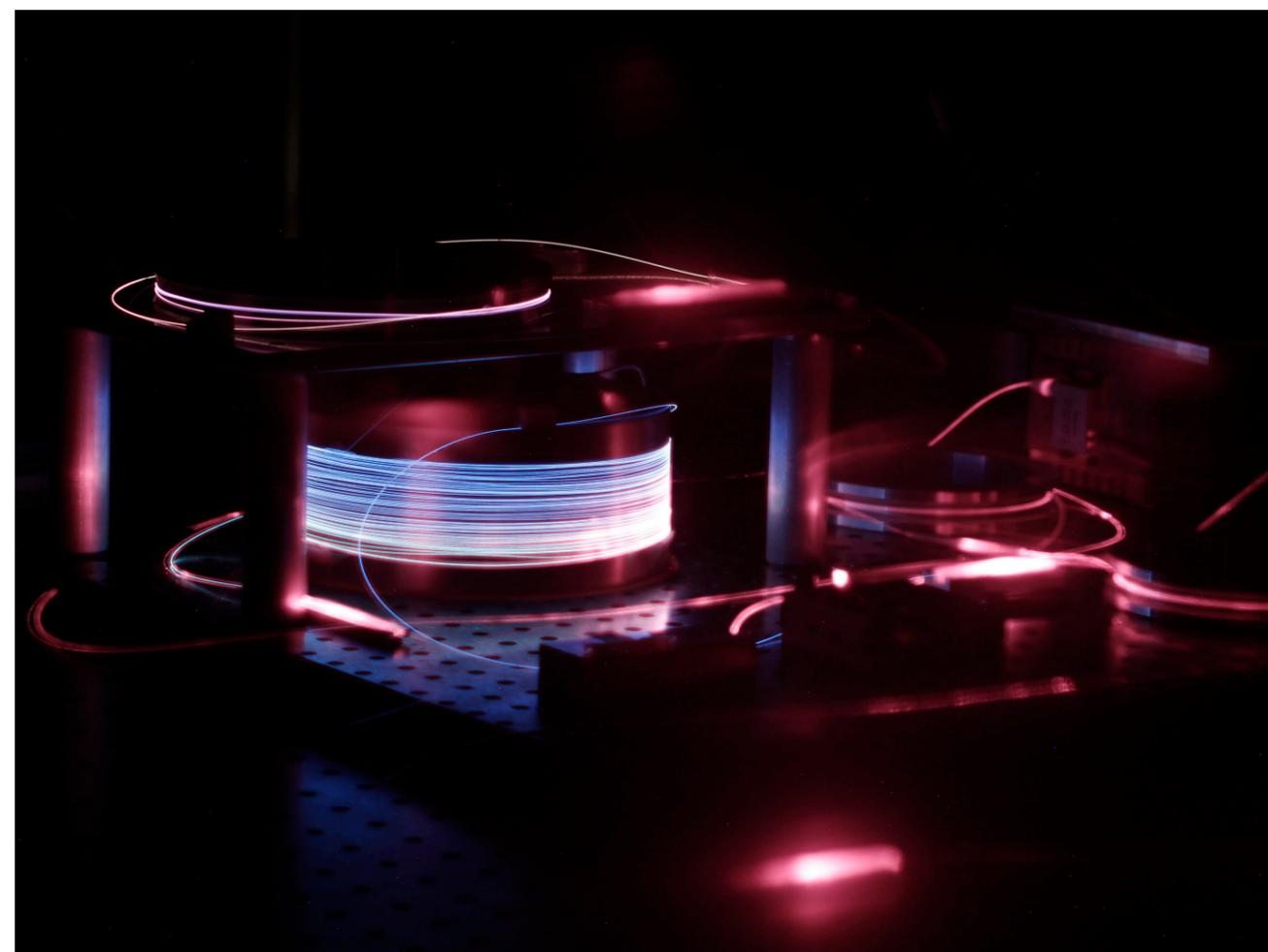
El diseño propuesto en un nuestro proyecto es un desarrollo de tres etapas (*figura 1*):

(1) La primera etapa se compone de dos diodos láser a 915 nm con potencia de hasta 70W. La luz láser producida por ambos diodos es introducida a un acoplador de bombeo que transfiere la potencia integrada hacia la siguiente etapa.

(2) La luz láser a la salida del acoplador se introduce en la segunda etapa, que consiste en un láser de fibra dopada con iterbio compuesto por una cavidad de tipo Fabry-Pérot. Esta cavidad consiste de una fibra dopada con iterbio de doble revestimiento que actúa como un medio activo, la cual se coloca entre dos “espejos” selectivos o rejillas de Bragg, cuyo pico de reflexión se encuentra en 1.135 micras. Una de estas rejillas refleja toda la luz, mientras que la otra permite el paso de la ma-

LÁSER QUIRÚRGICO A 2 MICRAS

Figura 1. Prototipo del láser en operación, las fibras son iluminadas como resultado de la fluorescencia debida a la interacción de la luz con el medio activo de la fibra óptica.



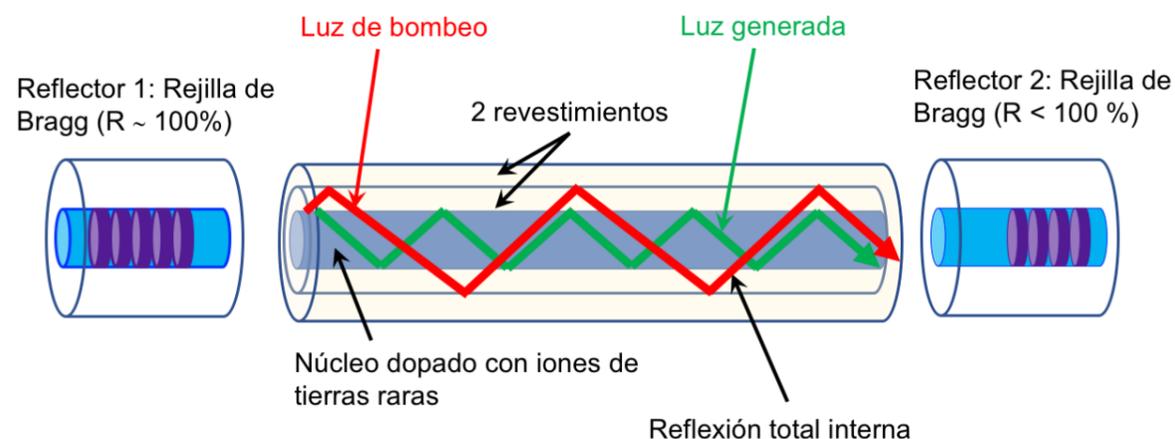


Figura 2. Esquema que representa el funcionamiento y componentes de la cavidad Fabry-Pérot utilizado en la segunda etapa del láser, compuesto por un láser de fibra de iterbio de doble revestimiento y dos rejillas de Bragg.

por parte de ella, sirviendo como fuente de bombeo para la tercera etapa. Es importante destacar que el bombeo recibido a 915 nm desde la etapa 1 se canaliza entre el revestimiento externo y el segundo revestimiento de la fibra de iterbio, lo que origina los procesos cuánticos de absorción y de emisión espontánea amplificada en el núcleo para la generación láser a 1.135 nm (figura 2).

(3) La tercera etapa es propiamente el láser a dos micras, y se compone de una cavidad Fabry-Pérot similar a la de la etapa 2, pero en el cual los procesos de absorción y de emisión ampli-

ficada se realizan en un único núcleo de una fibra dopada con Holmio. Las rejillas de Bragg de esta etapa se encuentran en una longitud de onda 2.07 nm, que es la de salida del láser. Hay que aclarar que a 2 micras la fibra dopada con Holmio presenta tanto emisión como absorción de energía, con lo cual la correcta elección de la longitud de fibra activa se convierte en todo un arte durante las etapas de diseño y pruebas.

Una característica distintiva del diseño es que el láser de fibra dopada con iterbio opera a 1.135 micras, la cual es una longitud de onda muy

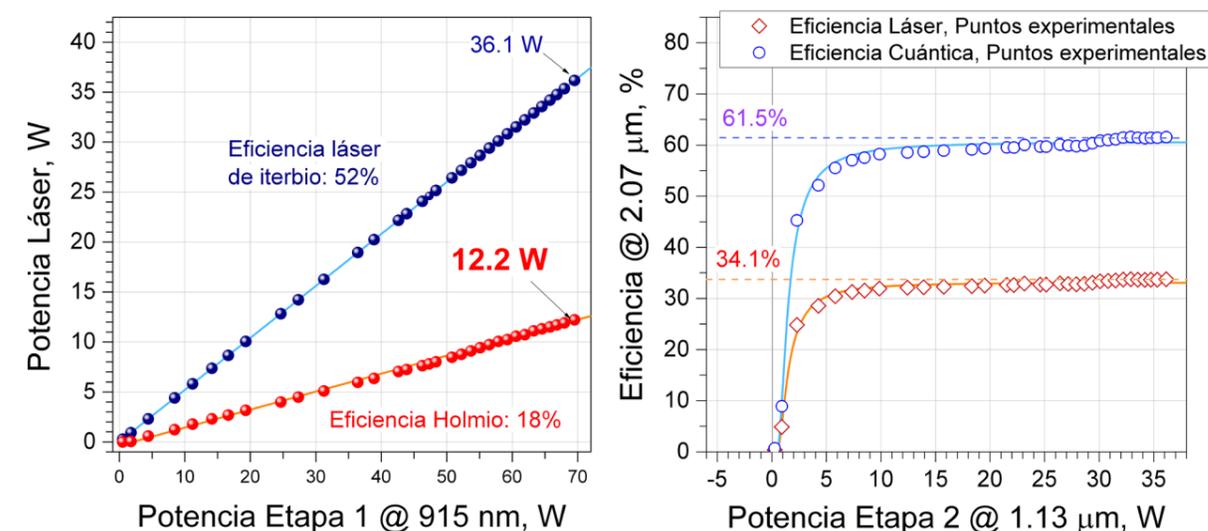


Figura 3. Gráfica de eficiencias del láser, definida como la relación entre las potencias de entrada y de salida de cada una de las etapas. Del lado izquierdo se presentan las eficiencias de los láseres de iterbio y de holmio respecto del bombeo a 915 nm, y del derecho se presentan la eficiencia normal y cuántica entre los láseres de iterbio y de holmio.

distante de la de máxima eficiencia (1.064 micras), y que a la vez coincide con el pico de absorción de iones de Holmio, lo cual habilita la generación de láser a 2 micras. Dicho diseño único fue motivo de la solicitud de patente PCT/ES2021/060687, representando más de 15 años de investigación previa en el Laboratorio de Láseres y Dispositivos de Fibra Óptica No. 2. Esta patente fue recientemente reportada por este medio.

En una primera implementación, la potencia del láser a dos micras logró alcanzar los 5 W. Posteriormente, y después de varias fases de me-

joras técnicas, de diseño, y de componentes, se consiguió alcanzar hasta 12.2 W, con una eficiencia cuántica de ~61.5% (figura 3).

El estado del arte actual del proyecto contempla el reemplazo de componentes experimentales por comerciales y con parámetros optimizados, lo cual busca consolidar un prototipo viable para un futuro escalamiento. Dicho desarrollo se encuentra soportado por el proyecto de Conacyt de Ciencia de Frontera vigente número CF-2023-I-2431, así como por el proyecto interno del CIO denominado "Láser a dos micras".

SOLUCIONES DE ENERGÍA RENOVABLE:

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA AUTÓNOMO DE POTABILIZACIÓN DE AGUA

PEDRO REYNALDO MARTÍNEZ

El problema del acceso limitado a agua potable ha afectado durante mucho tiempo a las poblaciones vulnerables en México. La falta de infraestructura de redes hidráulicas adecuadas ha obligado a muchas personas a recurrir al consumo directo de recursos hídricos inmediatos, como aguas superficiales, ríos o pozos. Esta práctica, aunque común, conlleva riesgos significativos para la salud debido a las altas concentraciones de sales, minerales y contaminantes presentes en estas fuentes de agua. Las tecnologías convencionales de desinfección de agua (como la ozonización o la cloración) son uti-

lizadas para ésta función, pero su implementación requiere equipos sofisticados y personal especializado, lo que dificulta su aplicación en comunidades rurales alejadas [1,2].

En respuesta a esta problemática, en éste trabajo se propone evaluar un sistema de tratamiento de agua innovador y accesible (figura 1). El cual está fundamentado en avances en energías renovables para desinfección de agua, ya que éste sistema potabilizador de agua autónomo se diseñó y construyó para que utilice exclusivamente energía solar como fuente de energía



Figura 1.- Sistema potabilizador autónomo impulsado por energía solar, el cual será evaluado en su rendimiento [3].

y tenga autonomía por lo cual no requiere de personal para el cumplimiento de sus funciones. A su vez, el sistema se apoya en áreas de ingeniería como la mecánica, mecatrónica y óptica para su adecuado funcionamiento [3].

De las cualidades de este proyecto de evaluación es que se incluye un material fotocatalizador (TiO_2), que ha demostrado ser altamente efectivo en la eliminación de bacterias, pesticidas y otros contaminantes presentes en el agua. Además, el sistema potabilizador cuenta con una etapa de control automatizado alimentado por módulos

los fotovoltaicos, lo que garantiza su autonomía y eficiencia en cualquier entorno, incluso en áreas remotas sin acceso a la red eléctrica.

La etapa de control gestiona todos los procesos automatizados, desde la medición de los parámetros más importantes hasta su tratamiento y consecuente purificación. Gracias a la integración de módulos fotovoltaicos, ósmosis inversa, un reactor fotocatalítico y dispositivos sensores, se logra un funcionamiento eficiente y sostenible (figura 2).

Para validar la efectividad del potabilizador, se llevarán a cabo pruebas en un ambiente



Figura 2.- Etapas de las que consta el potabilizador para obtener agua de calidad acorde a las normas mexicanas.

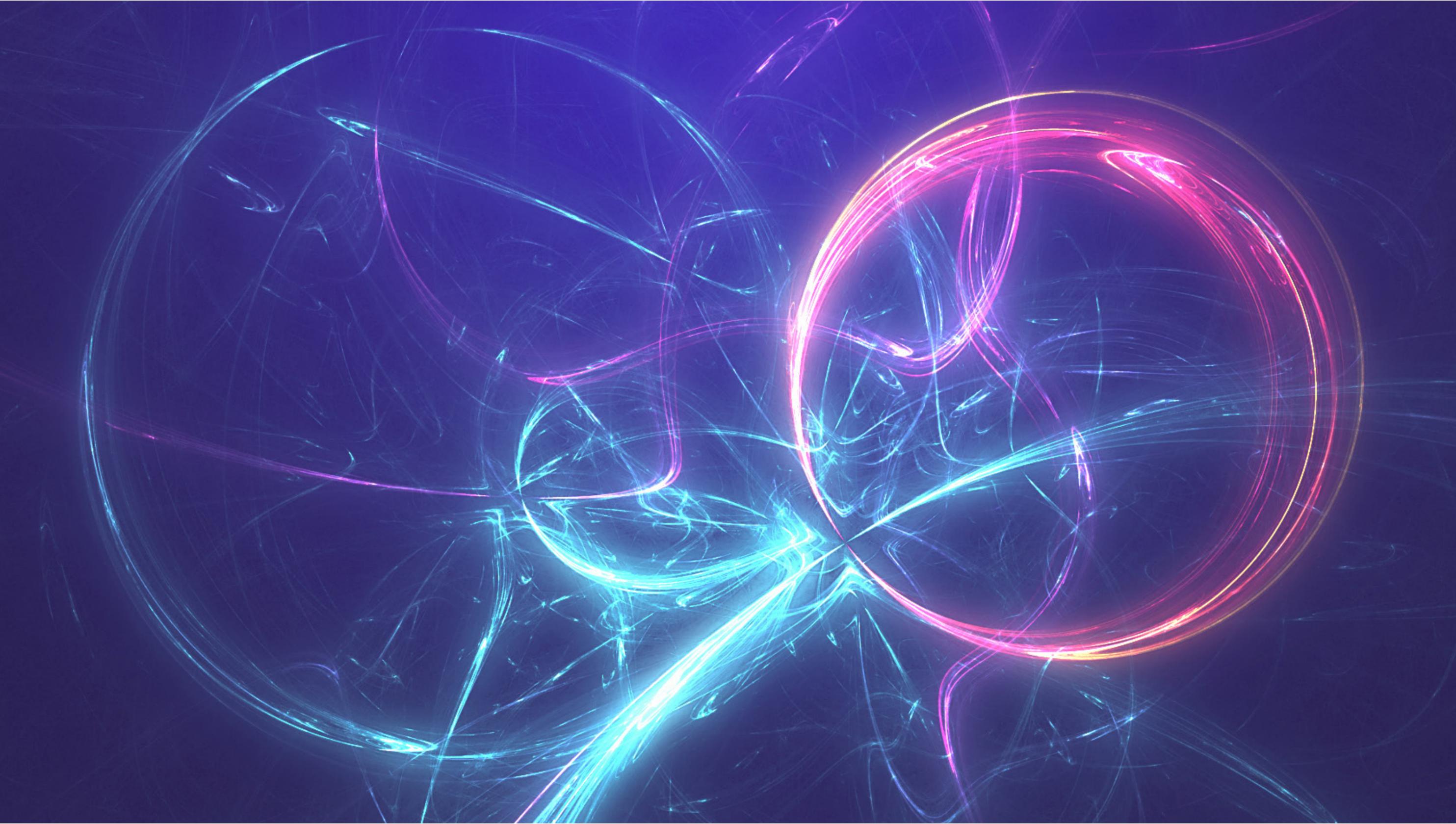
relevante; primeramente, utilizando agua contaminada preparada a nivel de laboratorio para después hacerlo con agua proveniente de cuerpos receptores en comunidades del estado de Aguascalientes. Estas pruebas permitirán evaluar el rendimiento del potabilizador en todas sus etapas, ya que se sabrá tanto la eficacia de sus filtros y ósmosis inversa, como de su reactor fotocatalítico lo que a su vez nos dirá su capacidad para mejorar la calidad del agua de manera segura y accesible al mismo tiempo de que se garantiza que el dispositivo pueda adaptarse y proporcionar soluciones efectivas a las comunidades que más lo necesitan. El desarrollo de este potabilizador representa un paso significativo hacia la mejora de la calidad de vida y la salud de las comunidades marginadas en México. Además, demuestra el potencial de la innovación tecnológica

desarrollada en este proyecto para abordar desafíos sociales urgentes, como el acceso limitado a recursos básicos como el agua potable.

Finalmente, con la evaluación del potabilizador autónomo solar de agua a través del nivel de desinfección, descontaminación y rendimiento, se pretende dirigir el sistema de un nivel de laboratorio TRL3 en donde se encuentra actualmente, a un nivel de entorno relevante TRL5 mediante la validación de los resultados en el tratamiento del agua de la localidad cumpliendo con las normas mexicanas establecidas para agua potable de calidad. ■

1. Romo, A. M. F. D. E. L. O. S. (n.d.). 7. problemática 7.1. entorno natural. clima. 219-234.
2. COMISIÓN NACIONAL DE AGUA. (2007). Diseño De Plantas Potabilizadoras Tipo De Tecnología Simplificada. In Manual De Agua Potable, Alcantarillado Y Saneamiento. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/11DisenoDePlantasPotabilizadorasTipoDeTecnologiaSimplificada.pdf>
3. Martínez-Manuel, P. R. (2022). POSGRADO INTERINSTITUCIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA TESIS.

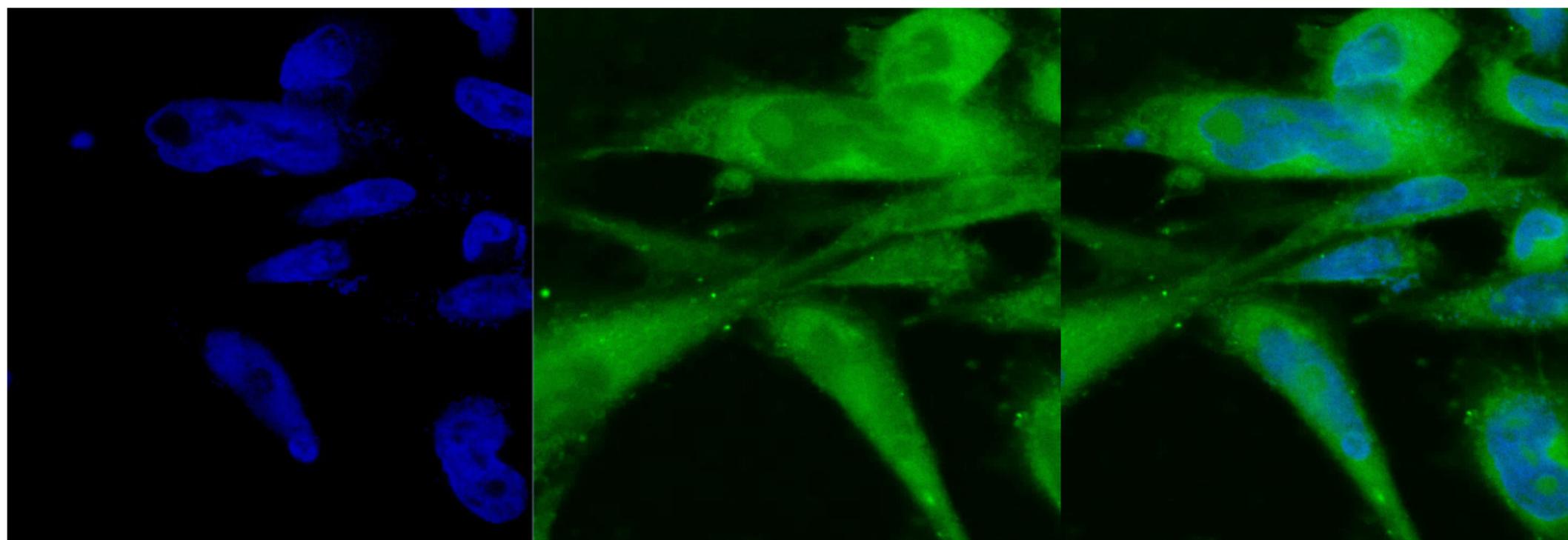




ÓPTICA NO LINEAL FLUORESCENCIA E IMAGEN CELULAR ¿QUÉ TIENEN EN COMÚN?

SERGIO AUGUSTO ROMERO SERVÍN / GABRIEL RAMOS ORTIZ

Figura 1. Imagen celular obtenida por excitación de un fotón en la región del espectro visible. Foto a la izquierda: fluorescencia azul emitida por el núcleo celular marcado con el colorante DAPI. . Foto de en medio: fluorescencia verde emitida por los puntos de carbono en la región del citoplasma celular. . Foto a la derecha: Superposición de las dos imágenes anteriores.



En el año de 1590 la fabricación y el uso de lentes se encontraba en sus albores, más aún se consideraba a H. Lippershey y Z. Janssen como los inventores del microscopio compuesto formado por dos lentes colocadas en los extremos de un tubo; sin embargo, no sería sino hasta el año 1664 que Robert Hooke, vería por primera vez un tejido celular al magnificar la imagen de un trozo corcho con la ayuda de su microscopio. Desde entonces, la microscopía ha evolucionado enormemente y hoy en día es una herramienta muy poderosa en las ciencias biomédicas no solo a visualizar la estructura celular sino a escudriñar, a través de imágenes, los complejos procesos bioquímicos y biofísicos que ocurren en su interior. La microscopía de fluorescencia por escaneo láser es un tipo particular de microscopía; en este caso las imágenes in vitro o

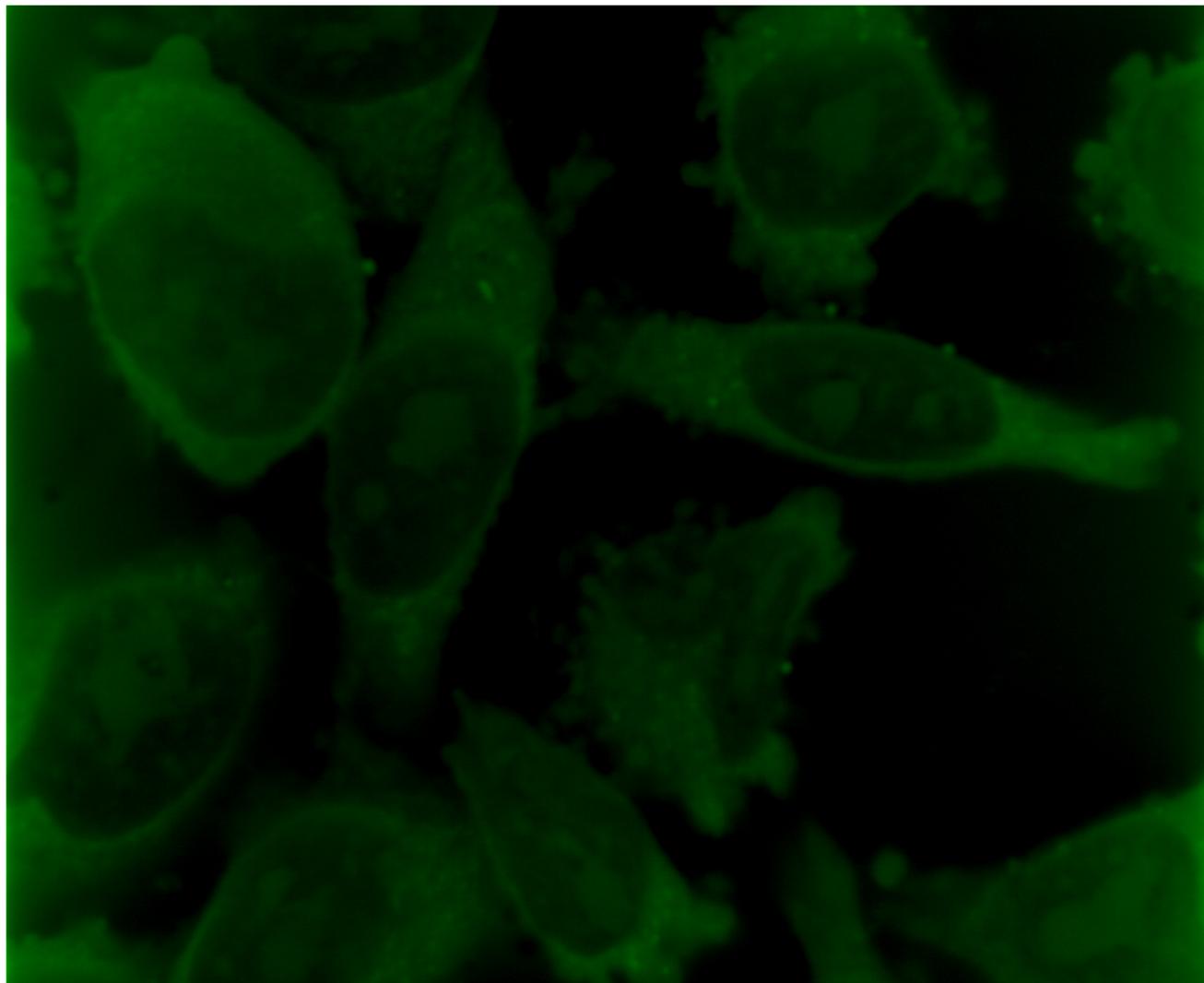


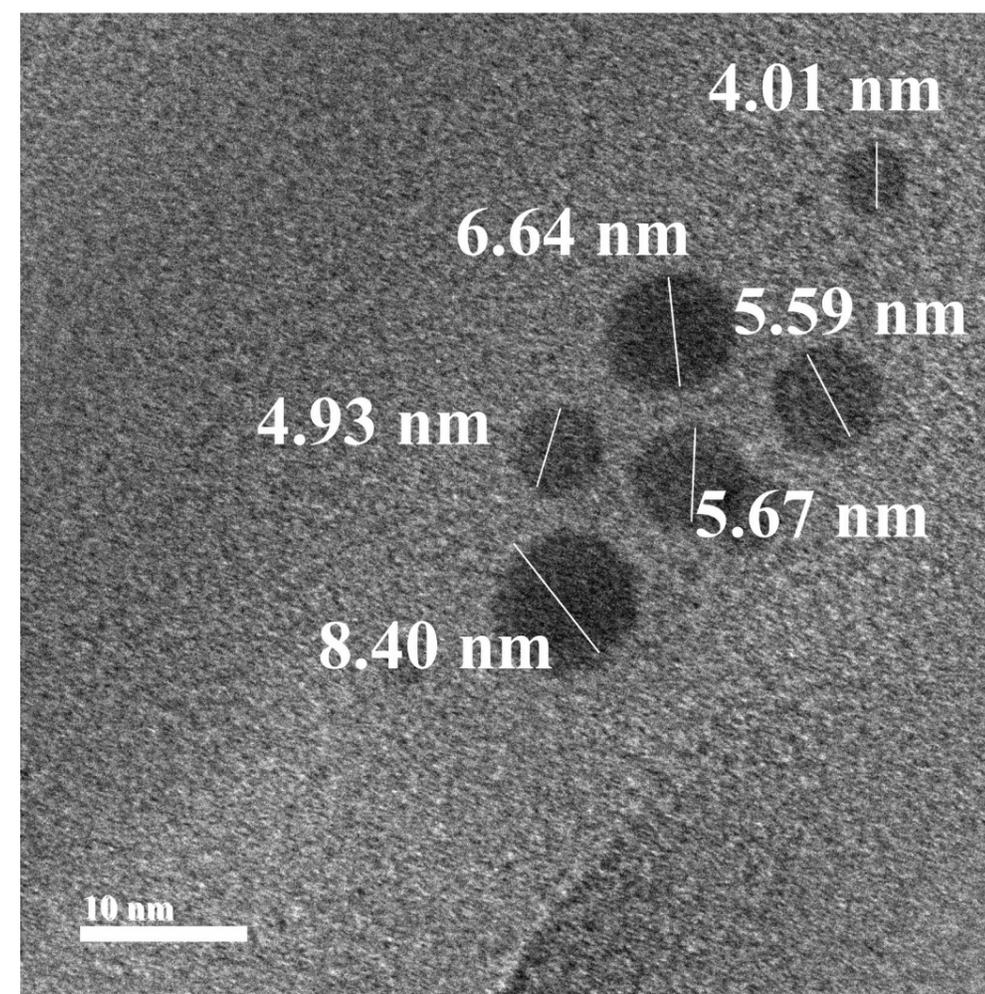
Figura 2. Imagen celular de neuroblastoma obtenida a través de un proceso no lineal conocido como absorción de dos fotones en la región del infrarrojo (primera ventana biológica) a 950 nm. No se observa emisión en el núcleo celular debido a que el colorante comercial DAPI que tiñe el núcleo no exhibe absorción no lineal. Elaboración propia.

in vivo de células se reconstruyen a partir de la luz emitida por sus organelos individuales. Para ello las células son primero iluminadas por escaneo con un haz láser. A la luz emitida por las células cuando son iluminadas se le llama fluorescencia. Para una emisión eficiente de luz las células son teñidas con moléculas altamente fluorescentes, llamadas marcadores fluorescentes. En este sentido, es trascendental la investigación científica encaminada a desarrollar marcadores fluorescentes que no solo sean eficientes (alto rendimiento cuántico de fluorescencia), sino que además no provoquen destrucción o daño de los elementos que conforman la célula. En este contexto, es que

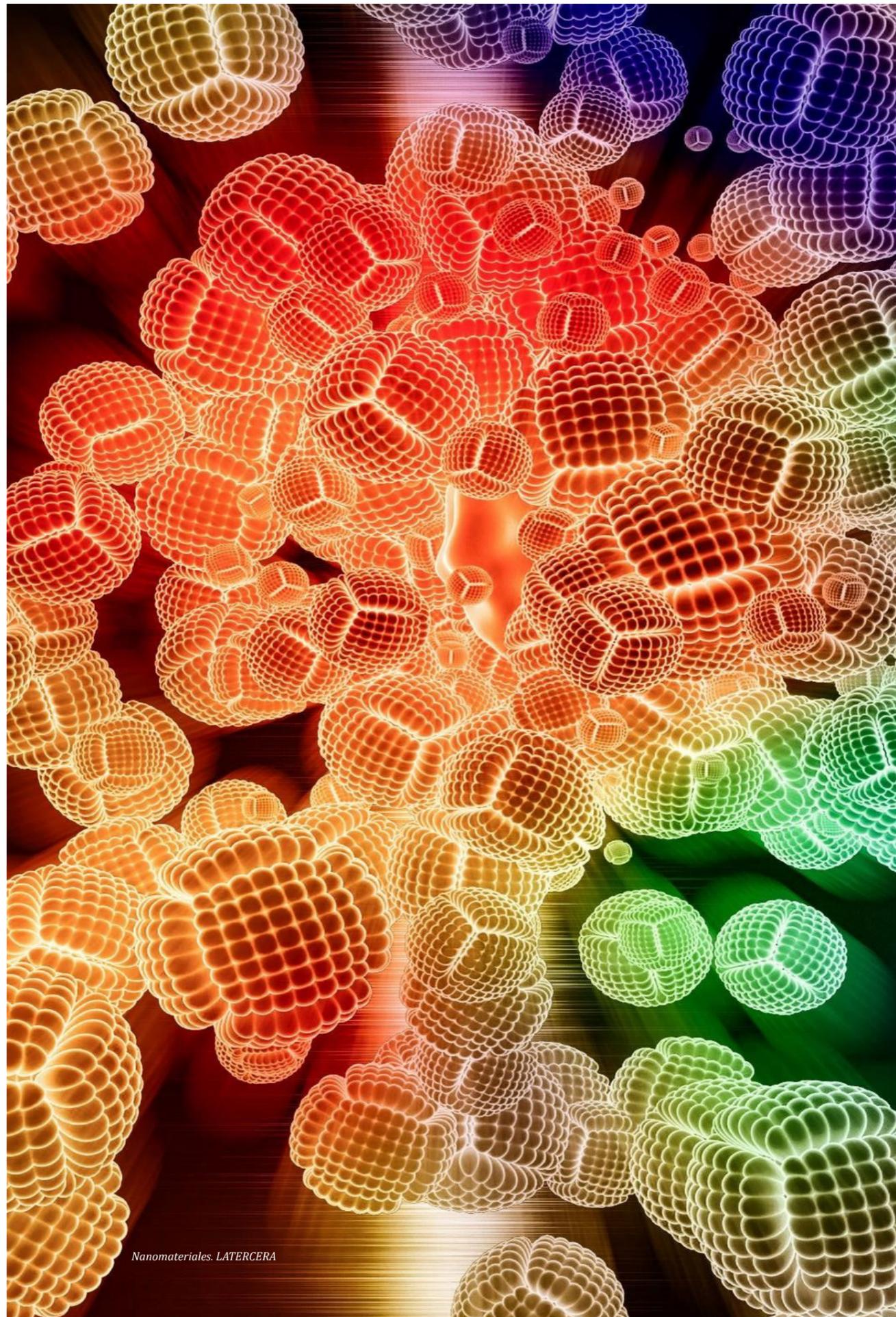
emergen los puntos de carbono, descubiertos en el año 2004, catalogados como nanomateriales por su tamaño inferior a 10 nanómetros y que han llamado la atención de la comunidad científica por sus propiedades como la emisión de luz por fluorescencia sintonizable y dependiente de la excitación, su alta biocompatibilidad y baja citotoxicidad y su síntesis a partir de rutas de química verde. Además de lo anterior, los puntos de carbono exhiben propiedades ópticas no lineales, lo que les permite generar fotoluminiscencia mediante la absorción de dos fotones en la región de infrarrojo cercano (ventana espectral de interés biológico). En el Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.

(CIO) el grupo de Óptica no lineal y Fotofísica desarrolla puntos de carbono dopados con metales alcalinos. El objetivo de este proyecto es obtener puntos de carbono con rendimientos cuánticos mayor al 50% y que emitan fluorescencia tanto por iluminación azul como iluminación infrarroja. Con estos puntos de carbono hemos obtenido imágenes celulares de neuroblastomas in vitro usando un microscopio que ilumina la muestra con luz

azul (véase figura 1) y bajo iluminación infrarroja (véase figura 2), ambas con emisión en el rango de 450 a 650 nm. Es importante destacar como se aprecia en la figura 2 que el tinte celular comercial DAPI, utilizado para teñir el núcleo celular no exhibe emisión por dos fotones a una longitud de onda de 950 nm posicionando aún más a los puntos de carbono como alternativa viable como tinte celular (figura 2). ▀



Infografía. Imagen HRTEM de puntos de carbono.



Nanomateriales. LATERCERA

NANOMATERIALES ORGÁNICOS FLUORESCENTES

LAURA APARICIO IXTA

Todos en algún momento de nuestra vida hemos visto o estado en contacto con materiales luminiscentes, por ejemplo las pulseras o barras que regalan los grupos musicales en las fiestas, luces de emergencia para autos o acampar, cintas de seguridad para pisos, por mencionar algunos (Fig.1).

La luminiscencia es la propiedad que poseen determinados materiales para emitir luz. Un material que absorbe la energía (luz) e inmediatamente emite luz se dice que es fluorescente mientras que un material fosforescente almacena la energía y la emite poco a poco durante minutos u horas. Existen otras maneras de producir luminiscencia, por ejemplo a través de una

reacción química (quimioluminiscencia), a través de una reacción química dentro de un organismo vivo (bioluminiscencia), suministrando energía en forma térmica calor (termoluminiscencia) o por la deformación o fractura mecánica de un material (triboluminiscencia).

La síntesis de materiales con propiedades fluorescentes es un campo de investigación interesante por sus múltiples aplicaciones. Particularmente en el área biomédica, esta propiedad de los materiales ayuda a generar imágenes a través de la microscopía de fluorescencia, con la posibilidad de marcar por ejemplo patógeno, células específicas y tejido, facilitando así el diagnóstico



Figura 1. Objetos luminiscentes iluminados con luz blanca y luz ultravioleta.

de algunos padecimientos. Sin embargo, debido a que algunos materiales a pesar de poseer excelentes propiedades fotoluminiscentes también exhiben efectos tóxicos lo que ha impedido un uso biológico más amplio, por lo que se requiere fabricar materiales mediante métodos amigables con el medio ambiente, baja o preferentemente nula toxicidad, gran luminosidad, buena fotoestabilidad y que en medios acuosos conserven sus propiedades ópticas.

Existen una gran variedad de materiales fluorescentes, entre los que encontramos molécu-

las y polímeros orgánicos así como nanopartículas fabricadas a partir de estos, puntos cuánticos y en los últimos años se han reportado nanopartículas y puntos de carbono fluorescentes. Nos podríamos preguntar la razón por la cual se fabrican nanopartículas, esto se debe a que procesar los materiales nos da la posibilidad hacerlos más estables en diferentes ambientes, esto a través de la modificación de su superficie y unirlos a biomoléculas de interés para proveerles una funcionalidad específica.

Actualmente en el Lab. de Espectroscopia Biomédica y Nanomateriales del Centro de Inves-

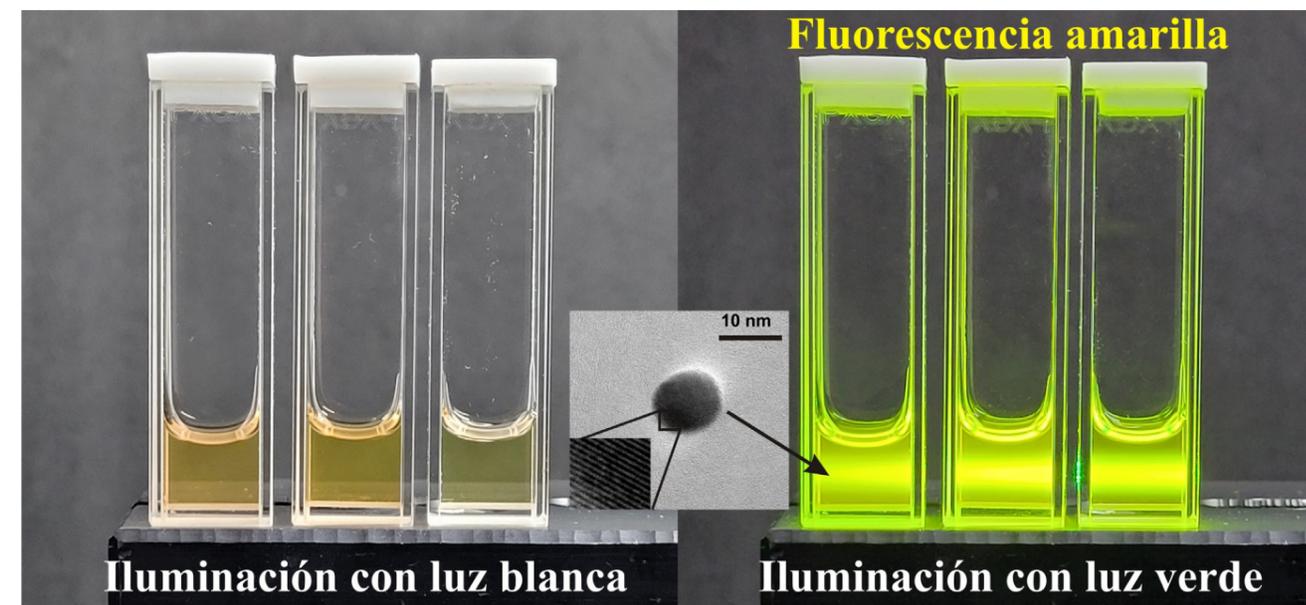


Figura 2. Nanomateriales de carbono bajo iluminación con luz blanca y luz verde.

tigaciones en Óptica se fabrican nanomateriales fluorescentes, entre ellos se encuentran las nanopartículas de carbono fluorescentes co-dopados con nitrógeno. Estos nanomateriales son fabricados mediante un método simple, rápido y a temperatura ambiente, utilizando como materia prima y fuente de carbono una proteína de origen animal conocida como BSA (Albúmina de suero bovino) y aminoácidos o nucleósidos como fuente de nitrógeno. Nuestros nanomateriales ofrecen la posibilidad de ser liofilizados, es decir, se puede retirar el agua para almacenarse en polvo y cuando se

requieran utilizar simplemente se suspenden en agua con gran facilidad. Estas nanopartículas cuyo tamaño es menor a 10 nm, presentan luminiscencia de color amarillo cuando son iluminados con luz verde. Hasta donde sabemos, el rendimiento cuántico de fluorescencia (parámetro que permite evaluar y comparar cuantitativamente la fluorescencia de los diferentes compuestos), se encuentra entre los más altos reportados cuando se usa BSA como precursor de fuente de carbono por lo que constituyen un nuevo nanomaterial para bioimagen, Figura 2. ■

DIFERENTES MIELES POR DIFERENTES ESPECIES DE ABEJAS

MARÍA ISABEL MAY CANCHÉ / C. FRAUSTO REYES

Figura 3. Diversidad de tonalidades en mieles de abejas sin aguijón. Foto: Daniela Gallardo



¿Te has detenido a ver cuántos insectos visitan una flor? Una parte de los visitantes son abejas, que pueden o no producir miel. Las abejas productoras de miel pueden o no tener veneno y un aguijón para picarte. Antes de que llegara la abeja europea (*Apis mellifera*) a América, ya vivían otras especies de abejas en el continente, se les conoce como meliponinos o abejas sin aguijón. Estas abejitas no tienen veneno ni aguijón y al igual que la abeja europea producen miel pero a diferencia de esta abeja no viven en todos los climas, ni a todas las alturas. Estas abejas han sido usadas por los mayas y los nahuas, siendo la especie *Melipona beecheii* (Fig. 1) y *Scaptotrigona mexicana* las más conocidas. Especies como la *Melipona solani*, *Scaptotrigona pectoralis*, *Cephalotrigona* sp., *Friesiomelita nigra*, *Tetragonisca angustula*, entre otras, no son tan conocidas (Fig. 2). La meliponicultura es una actividad que en diversas partes del país se busca retomar, el conocimiento de la actividad era transmitida dentro de la familia. Al igual que otros polinizadores estas abejas se ven amenazadas por la desaparición de sus hábitats naturales, son seres que pueden ser bioindicadores del estado de conservación de ciertas regiones.

La miel en su color, textura, olor y aroma refleja las flores que visitó la abeja para su elab-

boración, así como la región geográfica de donde proviene (Fig. 3). Cuando escuchamos hablar de miel de mezquite, manglar, cafetal, viene a nuestra mente el lugar, la flor de la que se habla. Existen estudios y teorías sobre la forma en el que la abeja elige qué flor visitar, una de ellas es la disponibilidad del alimento, es decir que tan abundante es la flor, si tiene de donde elegir la abeja elige la que más le guste, es algo similar a como los miembros de una familia eligen qué comer en un banquete. Lo que sabemos sobre las mieles de diversas floraciones y/o regiones está relacionado con *Apis mellifera*. En países como Brasil se empieza a identificar a las mieles por la abeja sin aguijón que la produjo y la floración predominante.

El saber el origen floral de una miel hace referencia a que las características sensoriales que nos agradan, como el aroma, olor, color van a ser constantes en cada ciclo de floración porque predomina el néctar de esa flor. Estas mieles pueden tener un mejor precio en el mercado, sin embargo, las mieles en donde no predomina alguna floración son igualmente valiosas porque mientras mayor diversidad de plantas visitadas nos hablan de un lugar con relativo grado de conservación, como pasa con la miel de cafetal, proveniente de un agroecosistema.



Figura 1. a) Nido de *Melipona beecheii* en meliponario de Quintana Roo. b) Entrada de nido de *Scaptotrigona mexicana* en meliponario de Veracruz.

Dos de los componentes principales en la miel son el contenido de agua expresado como humedad y el contenido de azúcares. A nivel químico la miel está conformada en su mayor parte por azúcares, estos son obtenidos por la abeja del néctar de las flores. El agua presente en la miel hace que esta sea más o menos líquida e interviene en su estabilidad química. Para mieles de *Apis mellifera* es preferente que la humedad sea menor al 20% y en abejas sin aguijón el contenido de agua suele ser mayor a este porcentaje y sigue teniendo estabilidad química, en *Melipona beecheii* es donde se

ha observado un menor valor, siendo de 23%. Una de las características de cualquier miel es la de absorber agua de su entorno, por eso las mieles cosechadas en época de lluvias son más húmedas, al igual que las que provienen de zonas de manglar.

Los azúcares principales en la miel son fructosa y glucosa, su proporción en la miel puede variar por la floración, por la abeja. Las mieles de abejas sin aguijón por lo general tienen menor cantidad de azúcares en comparación a las mieles de *Apis mellifera*, lo cual se puede percibir al probarlas. Como sabemos, las floraciones afectan la composición



Figura 2. a) Entrada de nido de *Scaptotrigona pectoralis*. b) Abejas de *Cephalotrigona* sp. en meliponario de Chiapas.

química y de azúcares de la miel, el conocer los rangos en los que se encuentran estos valores puede ayudar a identificar la miel entre las diversas especies conocidas. En ocasiones se pueden encontrar mieles que han sido adulteradas con fructosa para que se conserve más líquida la miel.

Dependiendo de lo que se requiere saber de una miel es el análisis que se le realiza. Las mieles que observamos en el supermercado o tiendas han pasado por un análisis de calidad para asegurar que sean aptas para consumo humano. Entre los análisis de calidad se encuentra el de azúcares, que puede ser

en general de azúcares reductores o un perfil que nos permite saber a detalle qué azúcares están presentes en la miel. Pueden realizarse por medios químicos, es decir, reacciones químicas, métodos ópticos o métodos instrumentales. Los métodos ópticos, como la espectroscopia Raman han ido cobrando relevancia debido a que se necesita una mínima cantidad de muestra, no destruye la muestra y su eficiencia. Para el análisis de azúcares en la miel es una buena opción que más adelante puede ser implementada como de rutina y posiblemente en costo sea más accesible para apicultores y meliponicultores. ■

SENSORES

Y SU PAPEL EN LA DETECCIÓN DE CONTAMINANTES PRESENTES EN AGUA

MAYRA L. MELGOZA RAMÍREZ / MARIO RODRÍGUEZ RIVERA

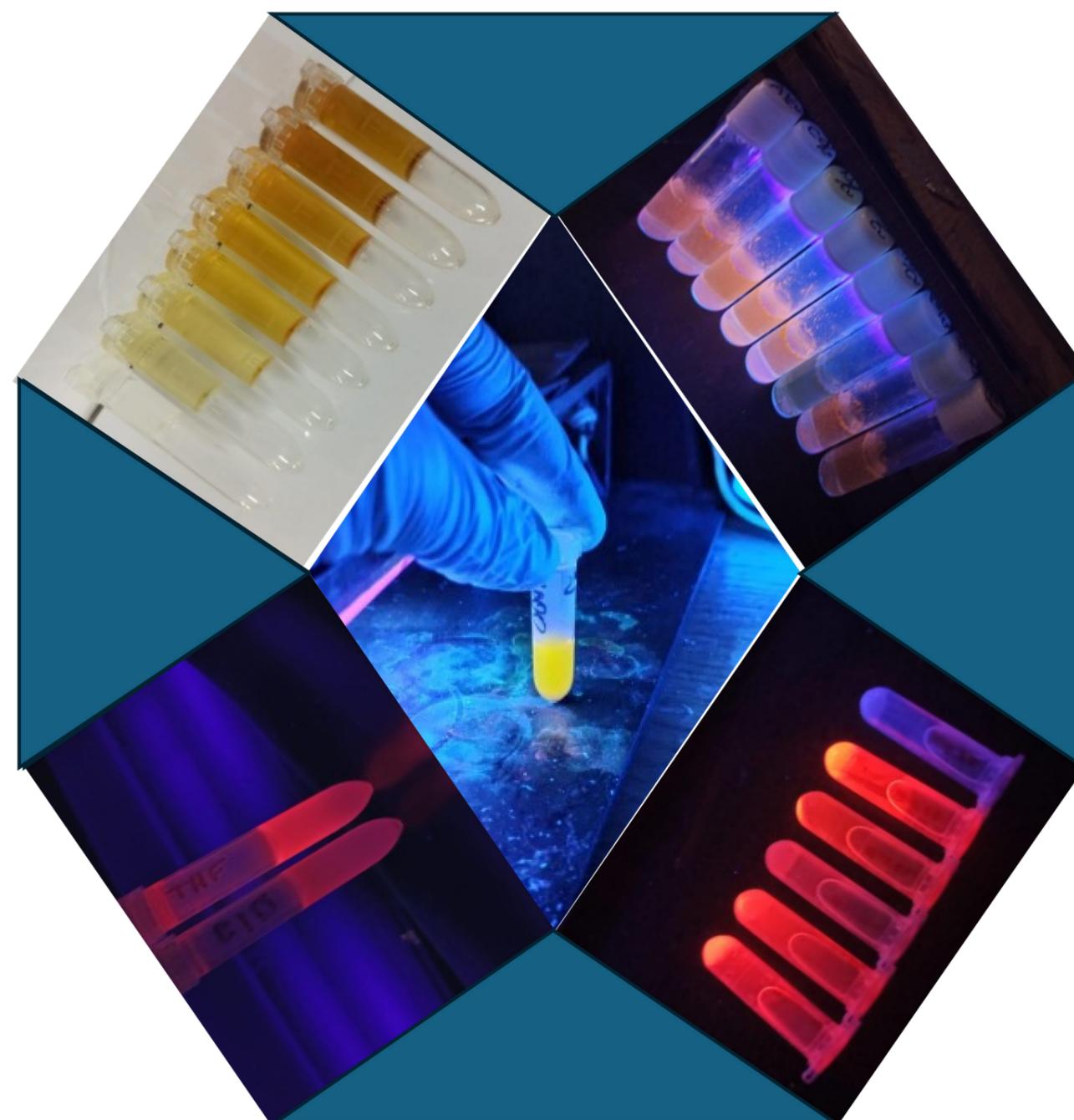
Como sabemos la escasez de agua potable plantea un problema de salud global que exige esfuerzos colectivos tanto de la comunidad científica como de la población en general. El pasado 22 de marzo se celebró el día mundial del agua, el cual se celebra cada año desde 1992 para crear conciencia en la comunidad en general acerca del cuidado de los recursos hídricos a nivel mundial.

La contaminación del agua constituye una crisis mundial creciente debido a las descargas de aguas residuales procedentes de una amplia gama de sectores. La contaminación puede ser desde trozos de plástico, madera o polvo que se encuentren suspendidos, hasta sustancias químicas disueltas que resultan invisibles a la vista y, por supuesto,

diversos patógenos. Desechos que representan una amplia gama de contaminantes los cuales pueden terminar en los mantos acuíferos como lagos, aguas subterráneas, arroyos, ríos y finalmente en los océanos de nuestro planeta. Actividades humanas tales como la agricultura, procedimientos de manufactura, producción de alimentos y algunas otras acciones tan cotidianas como cocinar o conducir tu automóvil contribuyen en la contaminación del agua repercutiendo directamente en el medio ambiente y la salud humana.

Los procedimientos actuales para eliminar los contaminantes presentes en agua remueven partículas visibles, color, olor y bacterias, entregando un líquido homogéneo incoloro e inodoro. Sin

Figura 1. Sensores colorimétricos y luminiscentes fabricados en el GPOM para la detección de diversos analitos presentes en el agua.





embargo, podrían ser insuficientes para remover contaminantes tales como moléculas orgánicas disueltas o suspendidas en cantidades muy pequeñas, así como iones metálicos disueltos. Esta problemática ha resultado de gran interés científico y en las últimas décadas se ha trabajado en el desarrollo de dispositivos capaces de transformar información relacionada a una propiedad química o física específica en una señal perceptible por los sentidos. Dichos dispositivos se llaman sensores químicos y permiten la detección de diversos contaminantes como lo son pesticidas, moléculas orgánicas y iones metálicos, entre otros, que se

encuentran presentes en el agua. Algunos de estos sensores químicos se basan en la detección óptica ya sea por colorimetría (cambio de color) o luminiscencia (emisión de luz). El diseño de cualquier sensor está definido para mejorar las interacciones moleculares del sensor con el contaminante o también llamado analito que modifique las propiedades ópticas del sensor, especialmente a concentraciones similares o menores de las permitidas por las normas mexicanas establecidas en el diario oficial de la federación (DOF). De manera general, un sensor químico colorimétrico en presencia de un contaminante particular generará un cambio

de color contrastante, mientras que para uno del tipo luminiscente al interactuar con un determinado compuesto puede variar la intensidad de luminiscencia. Dichos cambios en las características ópticas del sensor pueden observarse a simple vista (Detección cualitativa) y se pueden cuantificar mediante métodos espectroscópicos (detección cuantitativa). En especial, los sensores basados en cambios en su luminiscencia son muy atractivos ya que permiten la detección de concentraciones más bajas del analito (sensibilidad), que los colorimétricos. Adicionalmente, es requerido que dichos sensores presenten una alta selectividad, es decir,

que pueda generar la señal específica que indique la presencia del analito aun en presencia de otros contaminantes.

Dentro del Centro de Investigaciones en Óptica (CIO) se encuentra el grupo de propiedades ópticas de la materia (GPOM) donde se han desarrollado diversos sensores químicos colorimétricos para la detección de iones metálicos presentes en el agua. Empleando una molécula orgánica la cual es selectiva a algún ion metálico específico, que al formar un enlace entre ambos se produce un cambio de color, que puede ser percibido a simple vista. Recientemente en el grupo también se ha estado trabajando en el desarrollo de sensores luminiscentes, empleando las propiedades luminiscentes del Europio contenido dentro de estructuras híbridas metal orgánicas (MOFs) para la detección de contaminantes emergentes tales como los organoclorados en agua. Este tipo de contaminantes agrupa un número considerable de compuestos orgánicos sintéticos cuya estructura química, en general, corresponde a la de los hidrocarburos clorados, aunque pueden tener otros elementos como oxígeno, nitrógeno, azufre en su estructura. Estos compuestos poseen baja solubilidad en medios acuosos y una elevada solubilidad en medios hidrofóbicos, esta propiedad permite predecir que estos contaminantes tiendan a acumularse en el tejido graso de los organismos vivos. Además, presentan una alta estabilidad físico-química y resistencia al ataque de los microorganismos, por lo que la permanencia de estos compuestos en el ambiente es elevada y son de alto riesgo ambiental. ■

Referencias

- https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5633694&fecha=26/10/2021&print=true
<https://www.un.org/es/observances/water-day>
 I. I. Ebralidze, N. O. Laschuk y J. Poiss, «Chapter 1 - Colorimetric Sensors and Sensor Arrays,» de *Nanomaterials Design for Sensing Applications*, Elsevier, 2019.

FOTOCATALIZADORES SOPORTADOS EN MEMBRANAS POLIMÉRICAS:

UNA ALTERNATIVA PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EN EL AGUA Y GENERACIÓN DE HIDRÓGENO



Fig. 1. Mecanismo del proceso de destrucción de contaminantes mediante el proceso de oxidación avanzada fotocatalítica.

PATRICIA GARCÍA RAMÍREZ / LUIS ARMANDO DÍAZ TORRES

SANDRA CASTAÑEDA PALAFOX / MARIANA VILLAGÓMEZ MORA / EDITH AVALOS MARRÓN

A lo largo del tiempo, nuestro planeta ha cambiado como consecuencia de las actividades humanas, desafortunadamente estas actividades han provocado el deterioro del medio ambiente de manera constante, generando daños irreversibles al ecosistema, por lo que la contaminación del agua ha incrementado. Así, la contaminación de este líquido vital es un problema a nivel mundial, y México no es la excepción. Los principales contaminantes en el agua son grasas, detergentes, pesticidas, colorantes, fármacos, microplásticos, parásitos, bacterias, virus, pinturas, metales pesados, prin-

cipalmente. Actualmente, se conocen métodos tradicionales para el tratamiento de aguas como la precipitación, filtración, coagulación, entre otros; los cuales no son efectivos para remover completamente los contaminantes recalcitrantes, los cuales son muy difícil de degradar, como antibióticos (ampicilina), antiinflamatorios (ibuprofeno y diclofenaco), colorantes (azul de la mezclilla, el rojo de los dulces y embutidos), pesticidas usados en el cultivo de frutos rojos, etc. Afortunadamente, en el CIO, recientemente, hemos demostrado que la fotocatalisis conduce a la completa destrucción de

algunos contaminantes recalcitrantes presentes en el agua. Esta técnica funciona gracias a la habilidad de un material especial, llamado fotocatalizador, que es capaz de transformar los fotones de los haces de luz (solar o artificial) en radicales altamente reactivos como el radical hidroxilo ($\cdot\text{OH}$), o superóxido ($\text{O}_2\cdot^-$) [véase referencia 1]. Estos radicales son quienes atacan a los contaminantes presentes en el agua y los destruyen hasta formar CO_2 y H_2O , véase figura 1. Cabe señalar, que estos catalizadores por lo regular son polvos muy finos, hechos de partículas cristalinas muy-muy-muy pequeñas.

También es importante señalar que además de degradar contaminantes en el agua, estos catalizadores son capaces de producir hidrógeno molecular, H_2 . A pesar de la efectividad de los materiales fotocatalíticos, siguen teniendo algunas desventajas que limitan su uso masivo, ya que es difícil recuperarlos por el tamaño de las partículas y no es posible utilizarlos varias veces. Una estrategia viable para evitar esta problemática es la inmovilización de estos fotocatalizadores en diferentes sustratos como el vidrio, materiales carbonáceos, diversos polímeros, los cuales permiten la fijación del foto-

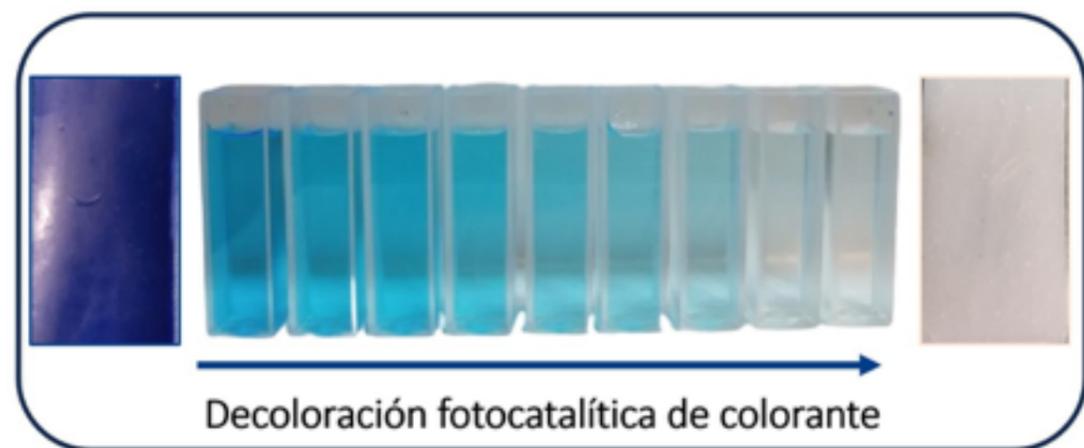


Fig. 2. Seguimiento de la degradación del colorante textil azul de metileno usando una membrana fotocatalítica.

catalizador a la superficie de éstos, y así se pueden recuperar fácilmente y reusar varias veces. En el Laboratorio de fotocatalisis y fotosíntesis artificial del CIO desarrollamos una alternativa a esta problemática, fabricando membranas basadas en diversas mezclas poliméricas basadas en celulosa ¡el polímero natural más abundante de la naturaleza!. En nuestras membranas incorporamos los polvos del fotocatalizador y la matriz resultante la llamamos “membrana fotocatalítica”, la cual resulta en una estructura porosa, que favorece la dispersión homogénea del material, permitiendo un mayor aprovechamiento de la luz incidente, lo que ha resultado incluso en obtener mejores eficiencias de destrucción de contaminantes como el colorante textil azul de metileno (véase la figura 2),

y el diclofenaco de sodio [véase referencia 2]. Con esta tecnología podremos apostarle al desarrollo y comercialización de filtros con las membranas fotocatalíticas que desarrollamos en el CIO (véase figura 3), para llevar a cabo la limpieza del agua, que es una problemática en todo el país y la ciudad de León no está exenta ya que por la actividad industrial que realiza, es necesario proponer alternativas para la limpieza del agua y de igual manera para la generación de hidrógeno, ya que resulta una solución novedosa, barata y eficiente. ▀

Referencias:

- [1] H. Kumari, S. Sonia, R. Ranga, S. Chahal, S. Devi, R. Parmar (2023), *Water, Air, & Soil Pollution*, 234(6), 349. [2] P. García-Ramírez, L.A. Díaz-Torres (2023), *Nanotechnology*, 35(1), 015703.

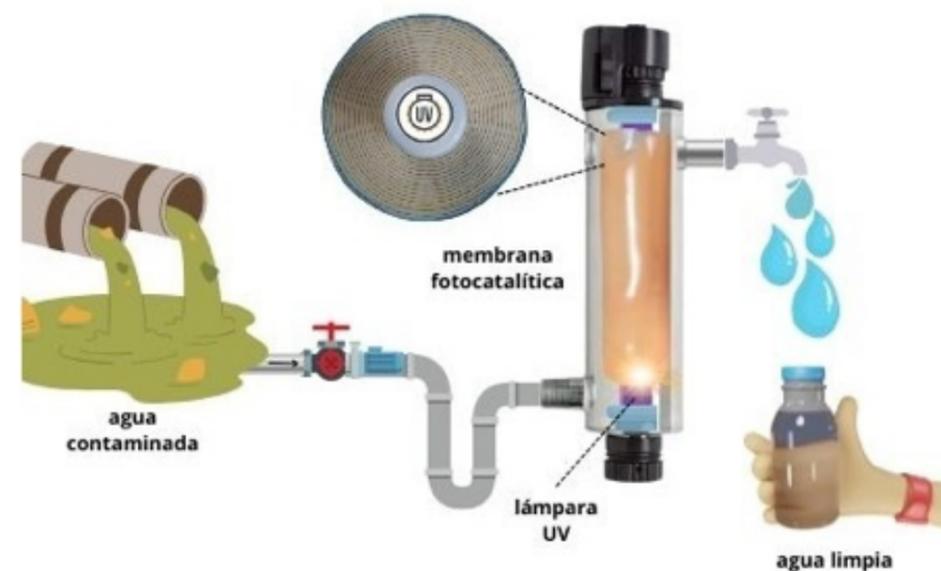
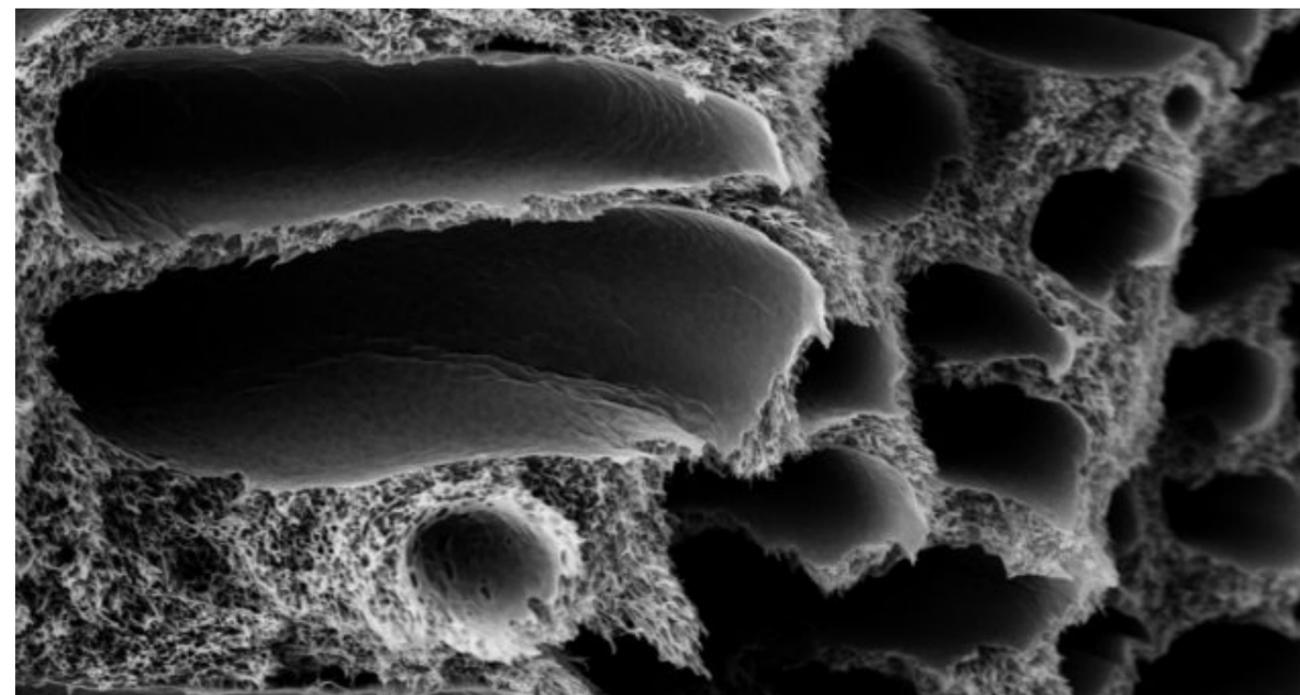


Fig.3. Destrucción de contaminantes recalcitrantes en filtros con membranas fotocatalíticas y luz UV.

Membrana polimérica: varias finalidades. Foto: Lilian Vermeersch (IQSC)



LABORATORIO NACIONAL CONAHCYT EN MICROTECNOLOGÍA Y BIOMEMS (LANMiB)

NATIELY HERNÁNDEZ SEBASTIÁN / MARTHA GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ / SILVIA SOLÍS ORTIZ
FRANCISCO LÓPEZ HUERTA / FRANCISCO MORALES MORALES / JANNETH LÓPEZ MERCADO
GEORGINA GARCÍA RUIZ / JUAN RÍOS GONZÁLEZ

El Laboratorio Nacional Conahcyt en Microtecnología y BioMEMS (LaNMiB) obtuvo su distinción como Laboratorio Nacional Conahcyt en diciembre del 2023. El LaNMiB vincula la infraestructura científica y tecnológica de cuatro instituciones distribuidas en la región central y sur del país. La institución representante es el Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO) y las instituciones asociadas son la Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo (UCEMICH), la Universidad Veracruzana (UV) y la Universidad de Guanajuato (UG).

La infraestructura que vincula el CIO es un cuarto limpio clase ISO 7, dos laboratorios anexos

de ambiente controlado, 40 equipos especializados y talento humano con experiencia en microelectrónica, MEMS, BioMEMS, semiconductores y materiales. Mientras que las instituciones asociadas, vincula en conjunto tres laboratorios (Laboratorio de ingeniería en nanotecnología, Laboratorio de circuitos integrados y MEMS y Laboratorio de neurociencia cognitiva y afectiva), 20 equipos especializados y un grupo de trabajo multidisciplinario experto en circuitos integrados, MEMS, energías limpias, neurociencia y enfermedades neurodegenerativas y del sistema visual.

Con esta infraestructura vinculada, el LaNMiB cuenta con una amplia plataforma de herramientas



Figura 1. Laboratorios vinculados al LaNMiB, (a) Cuarto Limpio, (b) Laboratorio de ambiente controlado, (c) Laboratorio de neurociencia cognitiva y afectiva, (d) Laboratorio de ingeniería en nanotecnología y (e) Laboratorio de circuitos integrados y MEMS.

que respaldan la mayoría de los requisitos de fabricación y procesamiento en Microtecnología y MEMS, incluyendo: fotolitografía, depósito de películas delgadas, grabado químico húmedo y seco, oxidación térmica, limpieza de sustratos y una amplia gama de capacidades de caracterización e inspección.

El objetivo general

Consolidar las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación abierta del LaNMiB a partir de la vinculación y articulación de la infraestructura científica y tecnológica de las cuatro instituciones asociadas. Con la finalidad de crear espacios de

colaboración, incidir en la generación de conocimiento científico de frontera, desarrollar procesos tecnológicos de vanguardia y realizar acciones sinérgicas y novedosas que permitan contribuir de manera efectiva a la investigación y el desarrollo de dispositivos micrométricos y BioMEMS para su aplicación en el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades prioritarias y de importancia nacional, así como contribuir al avance de la ciencia y la tecnología en el ámbito de la microelectrónica aplicada a la salud y el medio ambiente.

A la fecha, las principales actividades que se han desempeñado en el LaNMiB son:

A. Desarrollo de prototipos y proyectos

1. Desarrollo de un arreglo de microelectrodos para la estimulación eléctrica (EE) de la córnea, **TRL3**.

2. Desarrollo de un prototipo de sensor inalámbrico para medir la presión sanguínea ventricular, **TRL2**.

3. Desarrollo de un sensor de flujo de aire para el monitoreo de la respiración y su uso en aplicaciones automotrices, **TRL2**.

4. Obtención y caracterización de sistemas nanoestructurados basados en Silicio Poroso (SP), **TRL3**.

5. Síntesis verde y caracterización de bio-nanocatalizadores para la obtención de químicos de plataforma a partir de desechos de la agroindustria, **TRL2**.

6. Biomarcadores oculares de neurodegeneración asociados con la memoria episódica, la proteína Tau fosforilada, Tau total y estado nutricional en mujeres con Alzheimer esporádico **TRL3**.

B. Producción científica:

1. Publicación de 6 artículos científicos.
2. Tres proyectos de convocatoria.

C. Producción tecnológica:

1. Dos títulos otorgados, ambos esquemas de trazado de circuitos integrados.

2. Registro 7 productos de propiedad intelectual: cuatro patentes, dos modelos industriales y un esquema de trazado de circuitos integrados.

3. Prestación de 20 servicios especializados al sector académico y productivo.

4. Participación en 4 proyectos de base tecnológica.

5. Impartición de 2 cursos externos de capacitación.

E. Formación de recursos humanos:

1. Impartición de 20 cursos teórico-prácticos.

2. Dirección de tesis de licenciatura, maestría y doctorado.

3. Asesoría en actividades de servicio social, estancias de investigación y residencia profesionales.

F. Acceso universal al conocimiento:

1. Más de 50 actividades de divulgación, incluyendo: pláticas, talleres experimentales, entrevistas de radio y televisión, visitas guiadas al laboratorio y ferias de ciencia.

Figura 2. Prototipos y proyectos desarrollados en el Laboratorio Nacional Conahcyt en Microtecnología y BioMEMS.



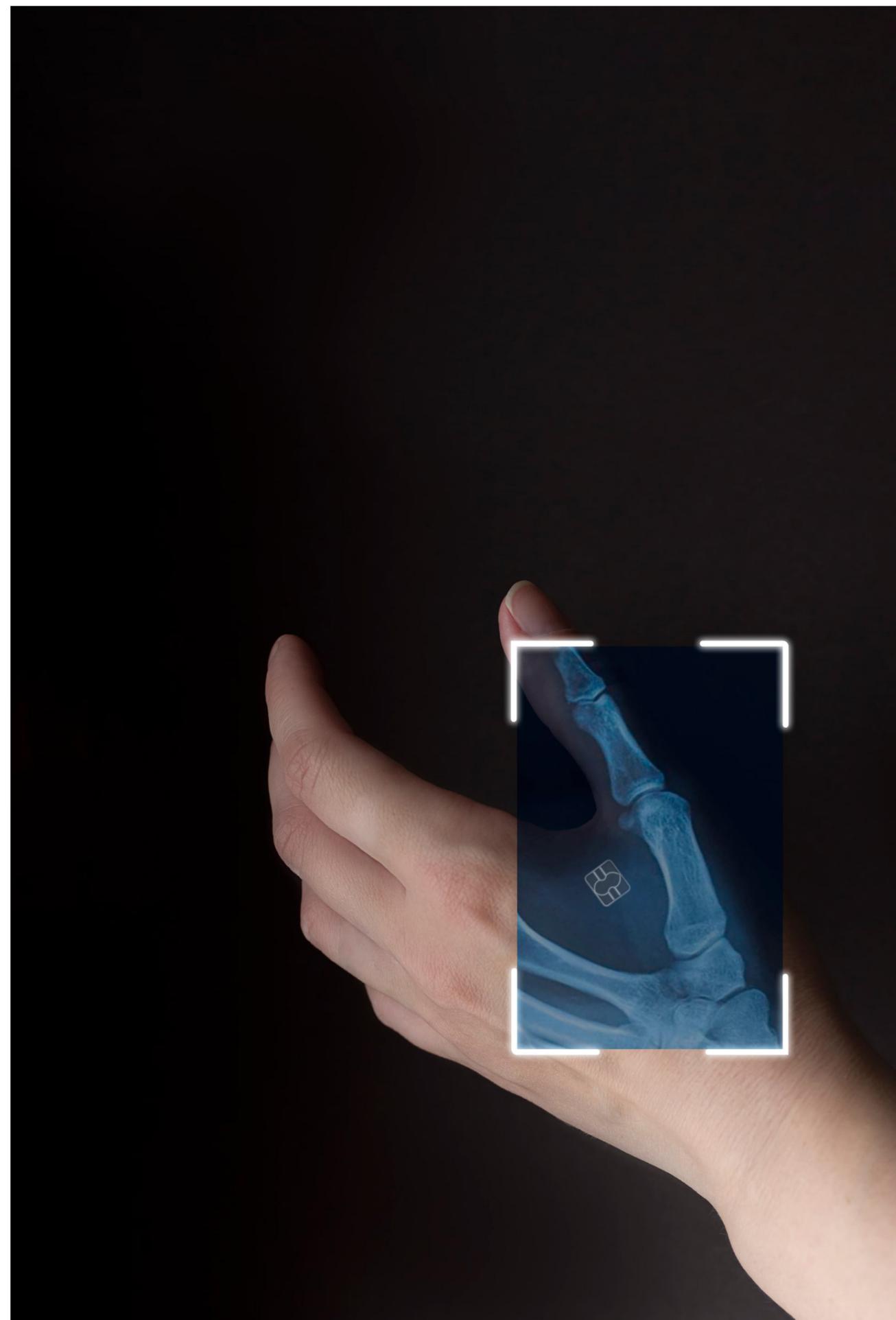
Figura 3. Actividades de acceso universal al conocimiento y formación de recursos humanos impartidas por los miembros del LaNMiB.

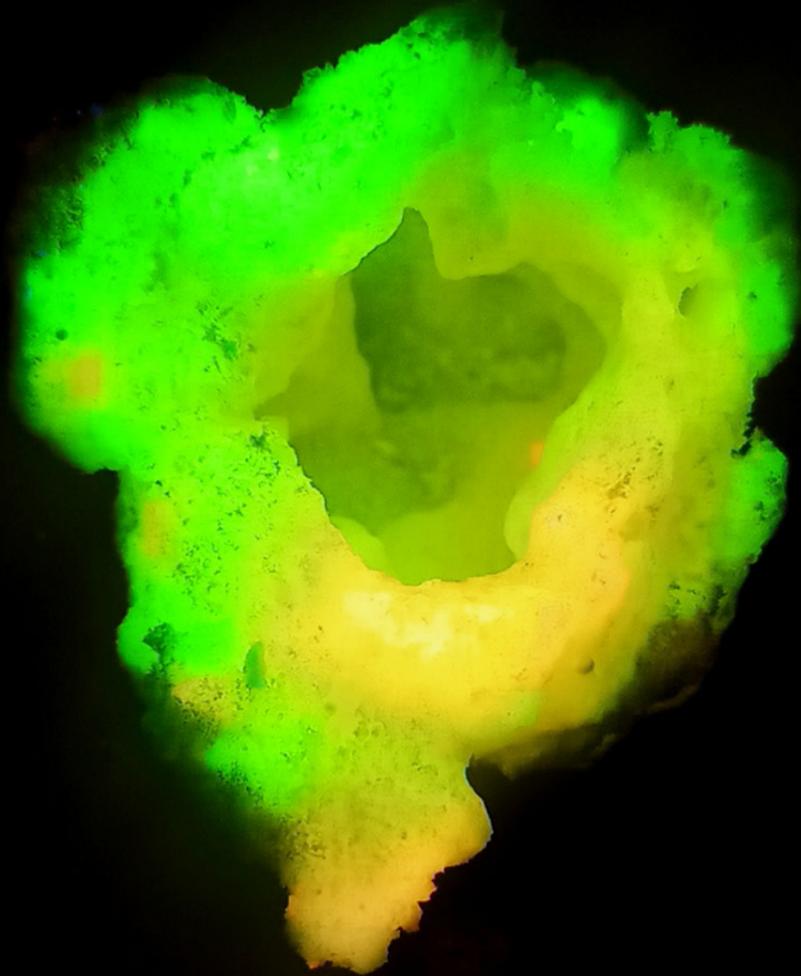
El proyecto de convocatoria denominado “Laboratorio Nacional Conahcyt en Microtecnología y BioMEMS (LaNMiB)”, fue liderado por la Dra. Natiely Hernández Sebastián y por los enlaces técnicos de las instituciones asociadas: Dra. Martha Isabel González Domínguez (UCEMICH), Dra. Martha Silvia Solís Ortiz (UG) y Dr. Francisco López Huerta (UV). A partir del 22 de mayo del presente, se otorgó el nombramiento al M.C. Salvador Martínez como responsable del LaNMiB (Cuarto Limpio), ver figura 4.

Actualmente, el LaNMiB ofrece: (i) la impartición de cursos teórico-práctico, (ii) la dirección de proyectos de tesis (licenciatura, maestría y doctorado), (iii) la asesoría en actividades de servicio social, estancias de investigación y residencias profesionales, (iv) el desarrollo de proyectos de base tecnológica y servicios especializados, (v) actividades de difusión y divulgación y (vi) el acceso y uso de las instalaciones del LaNMiB a personal científico, tecnológico y académico de las instituciones asociadas e instituciones externas. 



Figura 4. Miembros del LaNMiB. Parte superior (izquierda a derecha): Dra. Natiely Hernández Sebastián, Dra. Martha Isabel González Domínguez, Dra. Martha Silvia Solís Ortiz y Dr. Francisco López Huerta (enlaces técnicos). Parte inferior (izquierda a derecha): M.C. Salvador Martínez Flores (responsable del LaNMiB), Dr. Francisco Morales Morales, Dra. Georgina García Ruiz y Dra. Gloria Janneth López Mercado (participantes).





EXPLORANDO LA LUZ A TRAVÉS DEL ARTE Y LA CIENCIA: CONCURSOS DE CUENTO Y FOTOGRAFÍA EN EL DÍA INTERNACIONAL DE LA LUZ

SARAÍ DOMÍNGUEZ HERNÁNDEZ / CARLA MARÍA JARAMILLO RESTREPO

Manteniendo viva una bella tradición, los Capítulos Estudiantiles OPTICA-SPIE del CIO han organizado una vez más el concurso de fotografía y cuento en conmemoración del Día Internacional de la Luz, celebrado el 16 de mayo. Este evento, que ha iluminado la creatividad y curiosidad de los participantes durante más de una década, ha evaluado más de 500 trabajos de personas de todas las edades y de diversos países estados de la República. Año tras año, los concursantes han mostrado no solo su creatividad, sino también su pasión por la ciencia y el arte.

La finalidad de este concurso es doble: por un lado, fomentar la investigación y comprensión de temas científicos y, por otro, estimular las habilidades artísticas de los participantes. En su más reciente edición, se evaluaron 25 traba-

jos presentados por la comunidad del CIO, abarcando tres categorías: cuento, fotografía artística y fotografía científica. Un jurado compuesto por nueve destacados profesionales de la ciencia y el arte tuvo la tarea de seleccionar a los ganadores.

En la categoría de cuento, los participantes desplegaron su imaginación bajo la temática “¿Y si no hubiera luz?”, explorando narrativas fascinantes sobre un mundo sin este recurso esencial. En la categoría de fotografía científica, los trabajos capturaron fenómenos ópticos en entornos de laboratorio controlados, revelando la belleza de la ciencia en su forma más pura. Finalmente, en la categoría de fotografía artística, los participantes resaltaron la armonía de la interacción de la luz, creando imágenes que fusionan la ciencia con la estética visual.

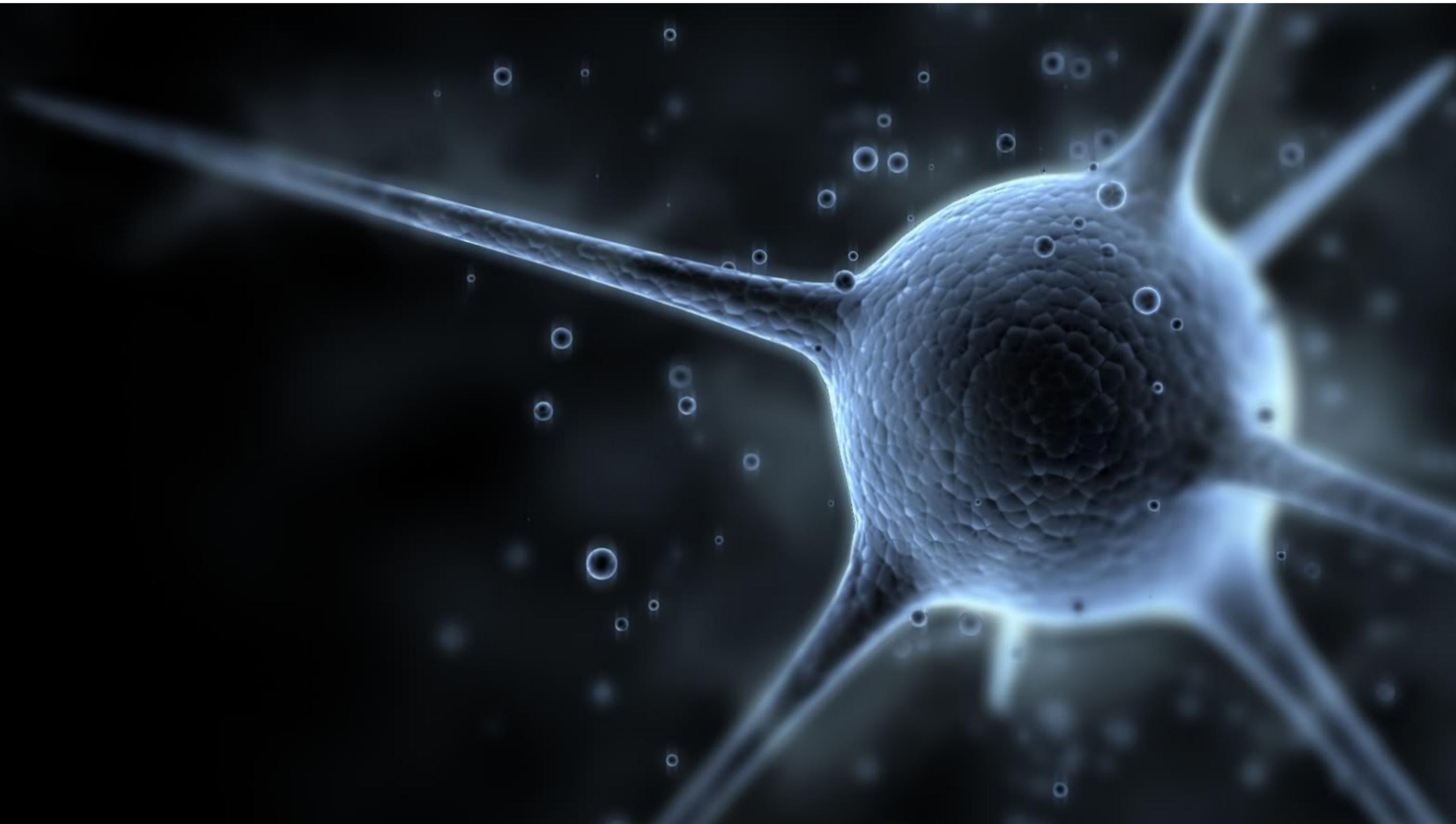
La respuesta de la comunidad ha sido entusiasta, demostrando que el interés por la ciencia y el arte sigue siendo fuerte y vibrante. Los participantes no solo presentaron trabajos técnicos y artísticos de alta calidad, sino que también compartieron sus historias personales y motivaciones detrás de sus obras. Este intercambio ha enriquecido aún más el evento, fomentando un sentido de compañerismo y colaboración entre los concursantes y los organizadores.

Mirando hacia el futuro, los Capítulos Estudiantiles OPTICA-SPIE del CIO tienen planes de expandir el alcance del concurso. Se están explorando nuevas categorías y formatos para incluir a una audiencia aún más amplia. La galería completa de trabajos, junto con los ganadores, está disponible en nuestras redes sociales en Instagram y Facebook. Te invitamos a explorar. 

Premiación a los ganadores del concurso de cuento y fotografía en el Día Internacional de la Luz



Colores en la pared





CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



CIO
CENTRO DE INVESTIGACIONES
EN ÓPTICA, A.C.

PASARELA[®]

DE PATENTES

El Centro de Investigaciones en Óptica, A.C., invita a la **Pasarela de Patentes[®]** en su 4ta. Edición.

En este evento el CIO y otras instituciones de investigación y desarrollo tecnológico presentarán sus desarrollos susceptibles de licenciamiento o transferencia para el sector industrial y empresarial. Además, se tendrá la participación de expertos que hablarán sobre vinculación tecnológica.

29

DE AGOSTO
9:00 A 15:00 H

Salón de Usos Múltiples del CIO
INFORMACIÓN Y REGISTRO

<https://congresos.cio.mx/pasarela/index.html>

Loma del Bosque 115 Col. Lomas del Campestre, León, Guanajuato



2024

CALENDARIO DE CURSOS

ON LINE - PRESENCIAL

www.cio.mx direccion.tecnologica@cio.mx

CAPACITACIÓN

No.	CURSO	Horas	Fecha
ENERO			
1	Diseño y grabado de tarjetas electrónicas	16	11 y 12 de enero
2	Robótica	24	10, 11 y 12 de enero
3	Baterías eléctricas: Fundamentos y práctica	30	16 al 19 de enero
4	Caracterización electroquímica de baterías	20	22 al 26 de enero
5	Visión artificial práctica	24	24, 25 Y 26 de enero
6	Análisis de materiales con espectroscopía	16	30 y 31 de enero
FEBRERO			
7	Programación en Python	16	1 y 2 de febrero
8	Calibración e incertidumbre de espectrocolorímetros	24	6, 7 y 8 de febrero
9	Depósito de películas delgadas: Curso básico	24	14, 15 y 16 de febrero
10	Depósito de películas delgadas: Curso avanzado	24	21, 22 y 23 de febrero
11	Análisis y uso de la eficiencia energética	16	22 y 23 de febrero
12	Radiación UV	8	22 de febrero
13	EC0586.01 Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria	16	27 y 28 de febrero
MARZO			
14	Arduino para público en general	16	4 y 5 de marzo
15	Aplicaciones del microprocesador Arduino	16	6 y 7 de marzo
16	Comunicación serial	40	4 al 8 de marzo
17	Celdas fotovoltaicas en la industria	18	12 y 14 de marzo
18	Dirección de proyectos	32	12 y 13, 21 y 22 de marzo
19	Core Tools	24	19, 20 y 21 de marzo
20	Diseño básico Catia	32	19, 20, 21 y 22 de marzo
21	Limpieza y control de contaminación de superficies	24	19, 20 y 21 de marzo
ABRIL			
22	Diseño de miras ópticas	32	9, 10, 11 y 12 de abril
23	Básico de metrología	8	16 de abril
24	Taller de calibración en metrología dimensional	24	16, 17 y 18 de abril
25	Diseño mecánico mediante Solidworks	32	23 al 26 de abril
26	Excel básico práctico	8	24 de abril
27	Excel avanzado	16	25 y 26 de abril
28	Industria 4.0	24	23, 24 y 25 de abril
MAYO			
29	Instrumentación virtual	30	6 al 9 de mayo
30	Repetibilidad y reproducibilidad: MSA 4a.edición	16	15 y 16 de mayo
31	Automatización de procesos mediante Labview	45	20 al 24 y 28 de mayo
32	Oftalmología y su instrumentación	24	22, 23 y 24 de mayo
33	Depósito de recubrimientos mediante sputtering (erosión iónica)	24	28, 29 y 30 de mayo
JUNIO			
34	Tecnología de cuarto limpio y seco	24	5, 6 y 7 de junio
35	Depósito de películas delgadas: Curso avanzado	24	11, 12 y 13 de junio
36	Básico de Iluminación	8	14 de junio
37	Impresión 3D	16	13 y 14 de junio
38	Tipos de baterías y sus aplicaciones	24	12, 13 y 14 de junio
39	Programación básica C++	16	19 y 20 de junio
40	Programación en Visual C	24	19, 20 y 21 de junio
41	Básico de colorimetría	16	26 y 27 de junio

2024
· CALENDARIO DE CURSOS ·
ON LINE - PRESENCIAL

CAPACITACIÓN

No.	CURSO	Horas	Fecha
JULIO			
42	Procesamiento digital de imágenes	24	2, 3 y 4 de julio
43	Electrónica básica para público en general	16	2 y 3 de julio
44	Álgebra para público en general	16	3 y 4 de julio
45	Máquinas herramientas convencionales	24	3, 4 y 5 de julio
46	Experimentos de óptica para público en general	8	11 de julio
47	Experimentos de física para público en general	8	12 de julio
48	Principios y aplicaciones de sensores	24	10, 11 y 12 de julio
49	Experimentos de Robótica para público en general	8	12 de julio
AGOSTO			
50	PLCs en la industria	32	6, 7, 8 y 9 de agosto
51	Proceso de fabricación de espejos y prismas	24	14, 15 y 16 de agosto
52	Microscopía óptica práctica	24	21, 22 y 23 de agosto
53	Aplicaciones de láseres en la salud	16	21 y 22 de agosto
54	Sistemas fotovoltaicos	16	22 y 23 de agosto
55	Máquinas herramientas CNC (Control numérico computarizado)	32	27, 28, 29 y 30 de agosto
56	Formulación de color en textiles a nivel laboratorio	16	29 y 30 de agosto
SEPTIEMBRE			
57	Instrumentación virtual	30	3 al 6 de septiembre
58	Diseño y fabricación de películas delgadas	24	24, 25 y 26 de septiembre
59	Protecciones eléctricas para sistemas fotovoltaicos	8	26 de septiembre
60	Sistemas láser en la industria	8	27 de septiembre
OCTUBRE			
61	Estimación de incertidumbre	16	2 y 3 de octubre
62	Requisitos competencia laboratorios	16	8 y 9 de octubre
63	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	16	9 y 10 de octubre
64	Comunicaciones inalámbricas para la industria 4.0	16	10 y 11 de octubre
65	Óptica básica práctica	16	14 y 15 de octubre
66	Pruebas ópticas clásicas	16	15 y 16 de octubre
67	Fotometría y color	16	21 y 22 de octubre
68	Diseño de laboratorios de metrología	40	21 al 25 de octubre
69	Administración de equipos de medición	16	22 y 23 de octubre
70	Administración de laboratorios bajo la norma 17025	24	23, 24 y 25 de octubre
71	Celdas fotovoltaicas en la industria	18	30 y 31 de octubre
NOVIEMBRE			
72	Protección de invenciones	8	4 de noviembre
73	Redacción de patentes y otras figuras jurídicas	8	5 de noviembre
74	Taller de máquina de medición por coordenadas	40	4 al 8 de noviembre
75	Baterías de litio: fabricación y equipos de procesamiento	16	29 y 30 de noviembre
76	Taller de fabricación óptica	24	26, 27 y 28 de noviembre
77	Taller de fibras ópticas y su aplicación en la industria automotriz	16	28 y 29 de noviembre
DICIEMBRE			
78	Sistemas embebidos	24	3, 4 y 5 de diciembre
79	Raspberry Pi Pico con MicroPython	16	4 y 5 de diciembre
80	Baterías de litio: Normas	32	3 al 6 de diciembre
81	Tolerancias geométricas y dimensionales	24	4, 5 y 6 de diciembre
82	Inteligencia artificial	16	5 y 6 de diciembre
83	Aplicaciones del microprocesador Jetson	16	10 y 11 de diciembre
84	Diseño y aplicaciones de drones	24	10, 11 y 12 de diciembre

2024
· CALENDARIO DE CURSOS ·
ON LINE - PRESENCIAL

DIPLOMADOS

No.	DIPLOMADOS	Horas
DIPLOMADO BATERÍAS ELÉCTRICAS		
1	8 cursos: 1. Baterías eléctricas: fundamentos y práctica (30 h) 2. Tipos de baterías y sus aplicaciones (24h) 3. Baterías de litio: fabricación y equipos de procesamiento (22 h) 4. Tecnología de cuarto limpio y seco (24 h) 5. Baterías de litio: normas (32 h) 6. Limpieza y control de contaminación de superficies (24h) 7. Depósito de películas delgadas (40 h) 8. Caracterización electroquímica de baterías de litio (20 h)	216
INDUSTRIA 4.0		
2	5 cursos: 1. Gestión e innovación tecnológica (32 h) 2. Lenguajes de programación (32 h) 3. Tecnologías de automatización (12 h) 4. Diseño mecánico (16 h) 5. Tecnologías operativas (32 h)	124
ÓPTICA PRÁCTICA		
3	10 cursos: 1. Óptica básica práctica (32 h) 2. Fibras ópticas para la industria (32 h) 3. Color (16 h) 4. Fotometría y luminotecnia (12 h) 5. Instrumentación óptica (32 h) 6. Diseño óptico (32 h) 7. Manufactura óptica (24 h) 8. Visión artificial práctica (24 h) 9. Películas delgadas (24 h) 10. Metrología óptica (32 h)	260

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ÓPTICA, A.C.
 Loma del Bosque 115, Col. Lomas del Campestre
 C.P 37150 Tel. 477 441 42 00
 León, Guanajuato, México

AHORRO DE IMPRESIONES



Recuerda que los recursos del CIO, NO son para uso personal.

Evita imprimir a menos que sea muy necesario.

Elige una resolución menor o imprime en modo borrador para ahorrar tinta.

Imprime por las dos caras, cuando sea posible.

Siempre que sea posible y la impresora lo permita, usa la impresión múltiple (imprimir varias páginas en una única hoja)

Ya sea para uso interno o externo, utiliza siempre la vista previa de impresión para evitar desperdiciar papel por errores en las impresiones.

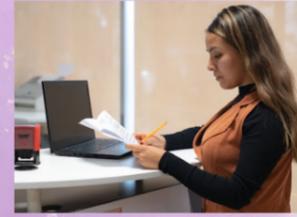
Procura usar papel reciclado y reutilizarlo cuando sea posible. Ahorrar papel de oficina es clave para reducir los gastos derivados de la impresión.

Ajusta los márgenes. Puedes imprimir únicamente la página que necesitas en lugar del documento entero.



EN CASO DE REQUERIR ASESORÍA FAVOR DE CONTACTAR O SUBIR EL SERVICIO A TELEINFORMÁTICA Y SISTEMAS (TIYS) EXT. 255

Corresponsabilidad en la vida laboral, familiar y personal



Con el fin de mejorar la calidad de vida y el desarrollo laboral de todas las personas servidoras públicas, es fundamental que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal realicen prácticas que fomenten la participación de mujeres y hombres en:

- las tareas domésticas y de cuidados;
- la convivencia familiar;
- el desarrollo académico, y
- la recreación y el sano esparcimiento.

¡Juntas y juntos por un servicio público íntegro!

Consulta la Norma MexicanaMX-R025-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y No Discriminación y el artículo 20, fracción VIII, del Código de Ética de la Administración Pública Federal.



gob.mx/sfp

MICROSCOPIA ÓPTICA PRÁCTICA

21, 22 Y 23 DE AGOSTO

Traer todos los equipos de microscopios que pueda, aquí les enseñamos a darles mantenimiento

direccion.tecnologica@cio.mx

CONTACTO responsable.capacitacion@cio.mx



www.cio.mx