



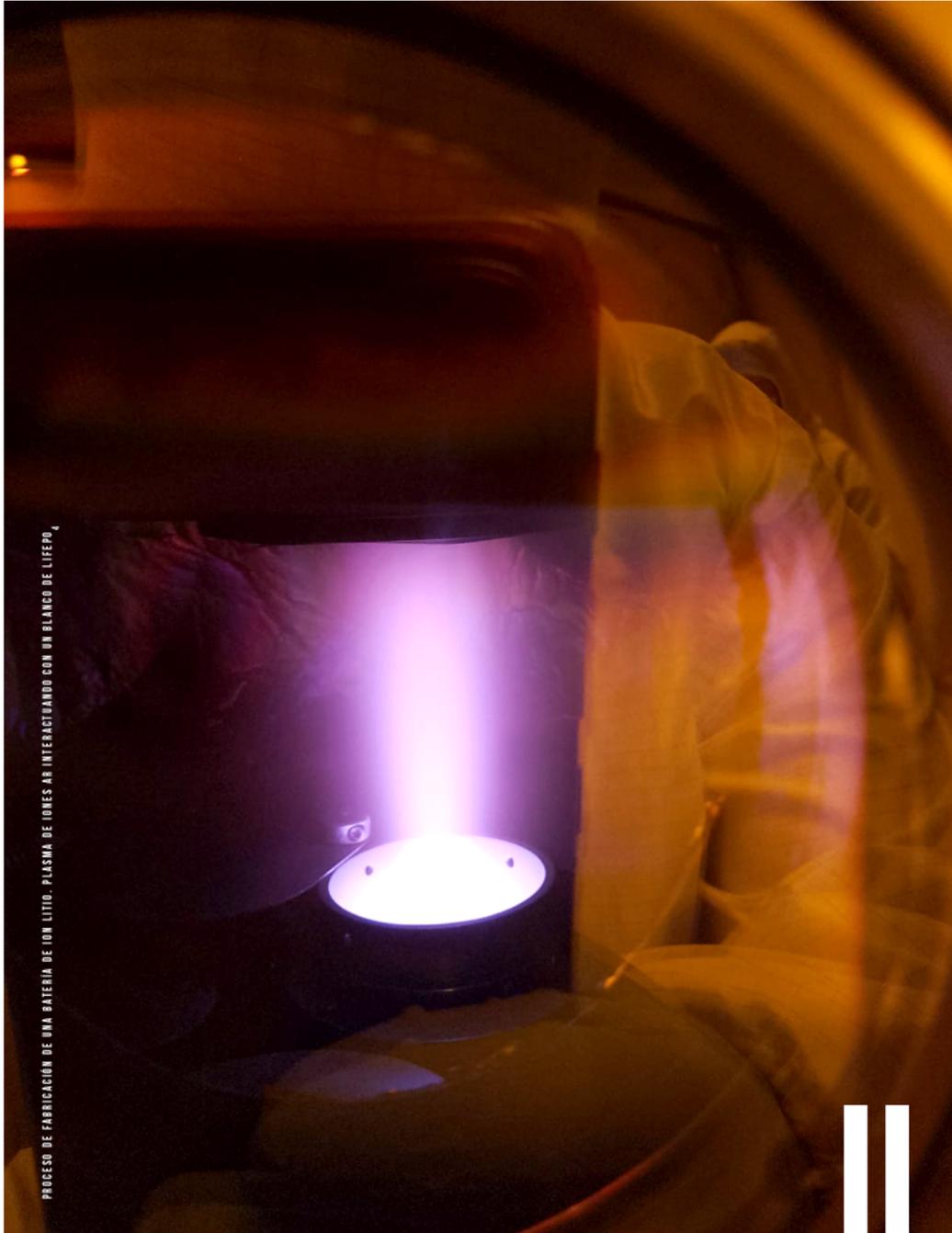
[NC]

NOTICIO

XXXVI



PROYECTOS ESTRATÉGICOS NACIONALES



PROCESO DE FABRICACIÓN DE UNA BATERÍA DE ION LITIO. PLASMA DE IONES DE ARGÓN INTERACTUANDO CON UN BLANCO DE LITIO.

EDICIÓN / JULIO - SEPTIEMBRE DE 2023

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA
BATERÍAS ION LITIO

CONTAMINACIÓN POR SUSTANCIAS QUÍMICAS
Y SU IMPACTO EN LA SALUD

CATRINA CIENTÍFICA
HASTA LOS HUESOS DE LA CIENCIA

¡ENERGÍA SÍ, CONTAMINACIÓN NO!
ENERGÍA PROCEDENTE DE COMBUSTIBLES FÓSILES

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

DIRECTOR GENERAL
DR. RAFAEL ESPINOSA LUNA
DIRECCION.GENERAL@CIO.MX

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
DR. ALEJANDRO MARTÍNEZ RÍOS
DIRECCION.INVESTIGACION@CIO.MX

DIRECTOR DE FORMACIÓN ACADÉMICA
DR. RAÚL ALFONSO VÁZQUEZ NAVA
DIRECCION.ACADEMICA@CIO.MX

DIRECTOR DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN
DR. BERNARDINO BARRIENTOS GARCÍA
DIRECCION.TECNOLOGICA@CIO.MX

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

EDITORA EJECUTIVA
ELEONOR LEÓN TORRES

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

DISEÑO EDITORIAL
LUCERO ALVARADO RAMÍREZ

COLABORACIONES
DRA. SILVIA SOLÍS ORTIZ, DRA. NATIELY HERNÁNDEZ SEBASTIÁN,
DRA. MELANIA GUADALUPE GUERRERO VILLALPANDO, DR. CÉSAR ALONSO MARÍN ARANDA,
DRA. MÓNICA IRAZÚ CARDONA ALVARADO DR. GUSTAVO BASURTO ISLAS, DR. DANIEL A. MAY ARRIOJA,
M.C. GUSTAVO A. ACEVEDO RAMÍREZ, DR. LUIS D. PATIÑO LÓPEZ, DR. JOSÉ L. GARCÍA CORDERO,
DRA. ERIKA RODRÍGUEZ SEVILLA, DR. JOSÉ LUIS MALDONADO RIVERA, DRA. RAQUEL GARZA HERNÁNDEZ,
DR. PETER LUDWING RODRÍGUEZ, DR. IVÁN SALGADO TRÁNSITO,
DR. CARLOS A. PINEDA ARELLANO, DRA. VALERIA PIAZZA

IMÁGENES
ARCHIVO FOTOGRÁFICO DEL CIO, IMAGE BANK

EDITORIAL

Apreciadas lectoras y apreciados lectores del NOTICIO:

El contenido del presente número muestra la respuesta institucional del Centro de Investigaciones en Óptica, Asociación Civil, (CIO), uno de los veintiséis Centros del Sistema Nacional de Centros Públicos del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), a la nueva política nacional de atender los muchos y variados problemas nacionales en las áreas de la salud y las energías renovables, desde una actitud reactiva pero con una visión prospectiva, buscando anticipar las respuestas a futuros escenarios a enfrentar (y como debieran de planearse y desarrollarse todas las actividades en cualquier área del quehacer humano, a fin de alcanzar niveles de desarrollo y bienestar con sello nacional propio, evitando caer en la tentación de forzar la adaptación de modelos de desarrollo extranjero inaplicables a las características únicas del mosaico de riqueza cultural que nos caracteriza como nación).

Nuestro Centro cuenta con personal altamente capacitado técnicamente, pero su mayor virtud es su gran empatía, compromiso social y disciplina institucional, como lo demuestra su respuesta inmediata al llamado de nuestra Cabeza de Sector, el Conahcyt, para atender desde la emergencia ocasionada por el SARS-CoV-2 (fuimos el primer Centro Público de Investigación en proponer el uso de Ambu Bags como opción para el apoyo respiratorio ante la infección por Covid-19), hasta el llamado a atender el desarrollo de alternativas de generación y almacenamiento de energías renovables. Hemos también atendido al llamado

a trabajar sumando esfuerzos con instituciones no solo de nuestro sector, sino de todo el sistema educativo nacional, dentro de las que destaca nuestra participación en el proyecto PRONACE-ENERGÍA “Modelo transdisciplinar para el bienestar de las comunidades agrícolas y rurales de Nayarit a través de la incorporación de tecnologías solares”.

Agradezco mucho a nuestras colaboradoras y colaboradores, al aportar y enriquecer no solo con el noble y dignísimo trabajo que desarrollan desde el campo, laboratorios, aulas, oficinas, sino además al compartir sus procesos y resultados con ustedes, utilizando un lenguaje incluyente que les permite crear puentes de comunicación y entendimiento, coadyuvando así a potenciar el conocimiento y cultura científica en nuestra sociedad, alineados al espíritu de la Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, que pone a las personas y a la naturaleza como el centro alrededor de quienes giran todas las acciones y decisiones, para su bienestar.

Les deseamos que disfruten mucho de las fiestas decembrinas, que sean momentos de reflexión para darle un nuevo significado y reforzar sus valores éticos, morales y civiles, en compañía de sus familias y seres queridos; que gocen de paz, salud, alegría y bienestar y que éstos les acompañen durante todo el 2024.

Muchas gracias por la gentileza de su atención y apoyo a nuestras actividades, mientras seguimos trabajando guiados por nuestra máxima institucional, convencidas y convencidos de que EL TRABAJO TODO LO PUEDE.

AFECTUOSAMENTE
DR. RAFAEL ESPINOSA LUNA / DIRECTOR GENERAL DEL CIO

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

10

EL OJO UNA VENTANA AL CEREBRO PARA ESTUDIAR LA ENFERMEDAD DE ALZHEIMER

17

COVID- 19: LABORATORIO MINIATURA DE PRUEBAS SEROLÓGICAS USANDO MICROFLUÍDICA Y ÓPTICA

22

CONTAMINACIÓN POR SUSTANCIAS QUÍMICAS Y SU IMPACTO EN LA SALUD

28

CELDA SOLARES: ENERGÍA RENOVABLE Y SUSTENTABLE

35

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA: BATERÍAS ION LITIO

38

DESARROLLO DE CELDAS DE COMBUSTIBLE: SIMULACIÓN Y EXPERIMENTOS

44

COLABORACIÓN EN EL PROYECTO PRONACE-ENERGÍA

50

¡ENERGÍA SÍ, CONTAMINACIÓN NO!

56

EL CIO PARTICIPA EN EL "LABIXBINA2023: BIOIMAGING ACROSS THE AMERICAS"

61

CATRINA CIENTÍFICA

67

CALENDARIO DE CURSOS 2024



EL OJO UNA VENTANA AL CEREBRO PARA ESTUDIAR LA ENFERMEDAD DE ALZHEIMER

SILVIA SOLÍS ORTIZ / NATIELY HERNÁNDEZ SEBASTIÁN
MELANIA GUADALUPE GUERRERO VILLALPANDO / CÉSAR ALONSO MARÍN ARANDA
MÓNICA IRAZÚ CARDONA ALVARADO / GUSTAVO BASURTO ISLAS



La enfermedad de Alzheimer (EA) es un trastorno neurodegenerativo progresivo y el tipo de demencia más común. Las personas diagnosticadas clínicamente con esta enfermedad son incapaces de recordar eventos pasados de su vida, específicamente eventos relacionados con el tiempo, espacio y lugar donde ocurren sus vivencias. El síntoma inicial y más común de la EA es la pérdida de la memoria episódica a corto plazo, seguido del deterioro progresivo de las funciones cognitivas y conductuales, incluida: la memoria, la comprensión, el lenguaje, la atención, el razonamiento y el juicio.

Se estima que más de 50 millones de personas viven con la EA y se prevé que esta cifra aumente significativamente en los próximos años; Este aumento se debe en gran medida al crecimiento de la población y a un aumento de la espe-

ranza de vida promedio. Actualmente, el diagnóstico de la EA se realiza mediante exámenes clínicos que evalúan el estado cognitivo del paciente. El diagnóstico definitivo de la enfermedad solo se confirma mediante un examen post mortem del cerebro, cuyo propósito es demostrar la presencia de placas seniles formadas por depósitos de péptido beta-amiloide y marañas neurofibrilares constituidas por tau fosforilada.

Los péptidos son moléculas formadas por la unión de dos o más aminoácidos que actúan como mensajeros, dando una señal a la célula para que cumplan con una determinada función. En la enfermedad de Alzheimer este péptido beta-amiloide cambia y forma placas que impide la comunicación normal y eficiente entre las neuronas generando alteraciones en la memoria e induciendo la muerte neuronal.

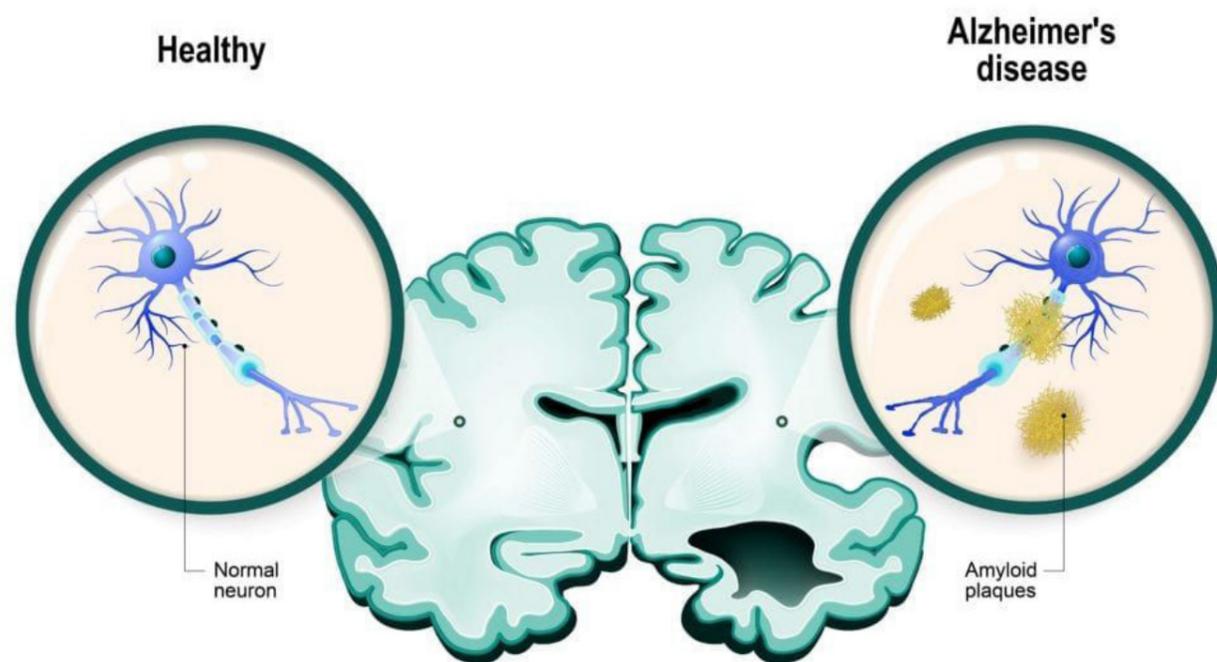


Fig. 1 Comparación entre un cerebro saludable y un cerebro con la EA, en el cual podemos observar la presencia de depósitos de péptido beta-amiloide.

La tau, por otro lado, es una proteína que se encuentra en las neuronas y es responsable de estabilizar los microtúbulos, que son estructuras esenciales para el transporte intracelular, la comunicación neural y el mantenimiento de la forma celular. En la EA, tau experimenta cambios anormales en su estructura (formación de marañas neurofibrilares en el interior de las neuronas) y funcionamiento, lo que conlleva a la desorganización del citoesqueleto celular, mal transporte axonal y comunicación intercelular y finalmente la muerte neuronal.

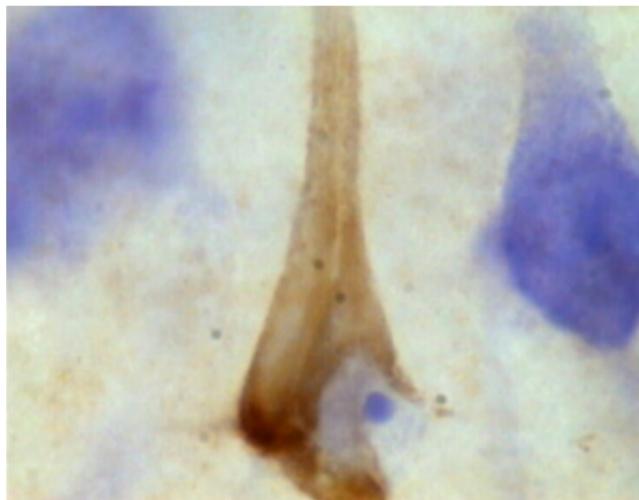


Fig. 2 Maraña neurofibrilar constituida por tau fosforilada.



Los péptidos β -amiloide y la tau fosforilada son biomarcadores importantes para el diagnóstico de la EA. Es por ello, que nuestro grupo de investigación estudia la correlación de la tau fosforilada en plasma de pacientes y la presencia de péptidos β -amiloide en la retina; con la finalidad de proponer un método de diagnóstico temprano y preciso de la EA.

Ubicada en la parte posterior del ojo, la retina traduce la luz en señales eléctricas que viajan al cerebro. Examinar el ojo puede parecer una estrategia improbable para la detección del Alzhei-

mer, pero en realidad es la única parte del sistema nervioso central que se puede ver directamente en una persona viva. De hecho, investigaciones recientes han informado que las proteínas asociadas con la EA son detectables a través de la retina. En estos estudios, se ha demostrado que una mayor cantidad de proteína β -amiloide en la retina corresponde a niveles más altos en el cerebro y un deterioro cognitivo más severo.

En la retina, el aumento de proteína β -amiloide está relacionado con el decremento

del espesor de las capas de la retina, por lo cual, utilizar este parámetro es una buena medida para la detección temprana de la EA. En este sentido, nuestro grupo de investigación, desde un enfoque multidisciplinario, está estudiando el grosor de las células ganglionares de la retina usando el equipo de Tomografía de Coherencia Óptica (OCT), que es el dispositivo de imagen más utilizado en la práctica clínica de oftalmología. Este equipo está ubicado en el Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión en el Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.

Este equipo de tecnología no invasiva y procesamiento rápido, emplea luz retrorreflejada para lograr imágenes de la estructura transversal de la retina y la cámara ocular anterior con alta resolución. Las imágenes de OCT muestran las capas neuronales individuales de la retina, incluida la capa de células ganglionares. En este estudio, esperamos que las imágenes obtenidas por OCT nos permitan ver el grado de adelgazamiento de las células y relacionarlas con la sintomatología que caracteriza a la enfermedad de Alzheimer en etapas tempranas. ▀

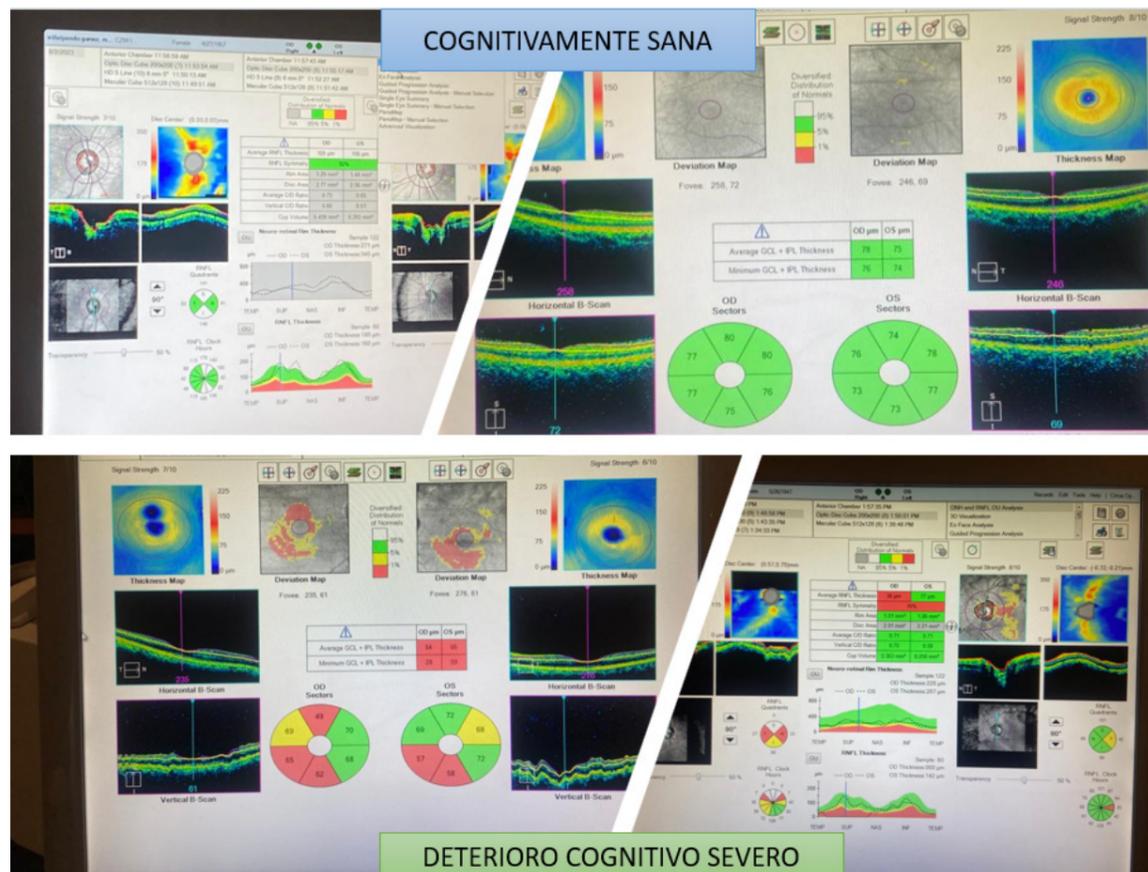
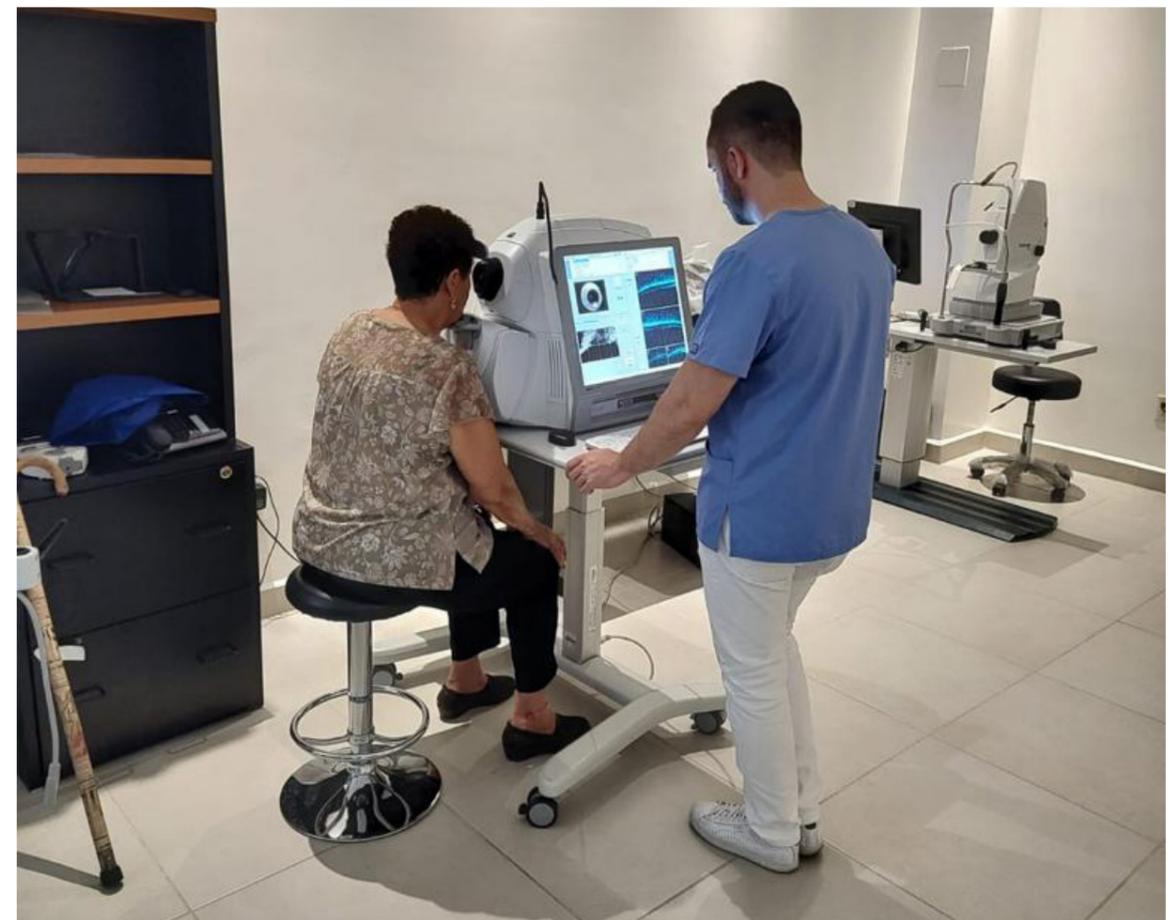
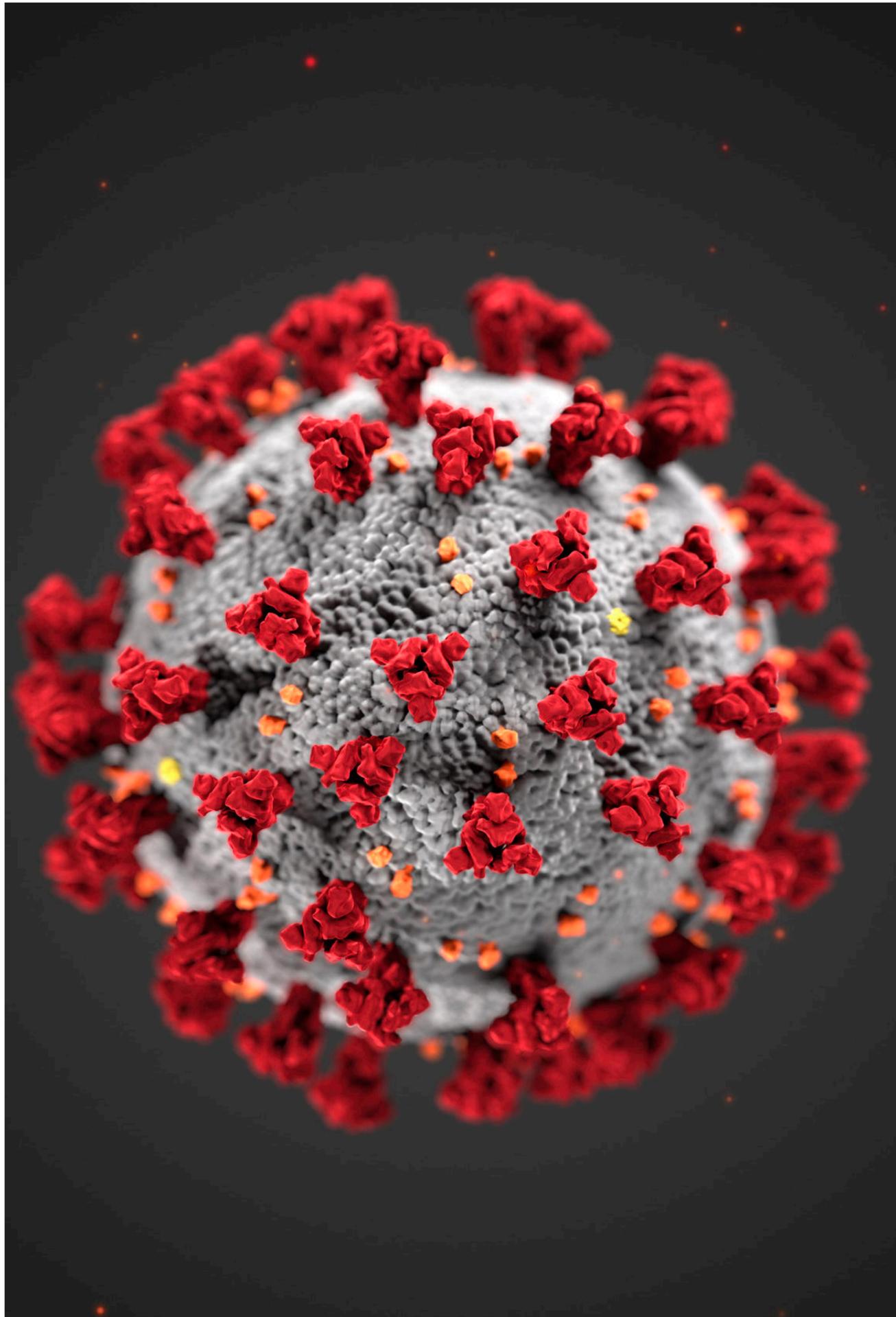


Fig. 3 Imágenes obtenidas en la OCT de la retina de un paciente saludable y una retina de un paciente con deterioro cognitivo.





COVID- 19

LABORATORIO MINIATURA DE PRUEBAS SEROLÓGICAS USANDO MICROFLUÍDICA Y ÓPTICA

DANIEL A. MAY ARRIOJA / GUSTAVO A. ACEVEDO RAMÍREZ
LUIS D. PATIÑO LÓPEZ / JOSÉ L. GARCÍA CORDERO

La pandemia del COVID-19 que inició a finales del 2019 encontró al mundo fuera de guardia y sin herramientas para el combate de la enfermedad ante la mutación inesperada del virus SARS-COV-2. Nuestro país no fue la excepción, y el sistema de salud fue rebasado tal y como ocurrió en muchos países del mundo debido a la alta tasa de contagio. Uno de los aspectos claves en condiciones de pandemia es la detección temprana de la infección a escala masiva, así como el seguimiento de su evolución, para poder tomar medidas de salud pública basadas en evidencia.

Investigadores de todo el mundo emprendieron una carrera contrarreloj para desarrollar esas herramientas no disponibles: entre ellas destacan las pruebas PCR y las serológicas. Las primeras (costosas y complejas) son capaces de detectar pequeñas cantidades de virus, incluso en etapas tempranas de la infección. Las segundas (más baratas y rápidas) detectan la reacción del sistema inmune del enfermo, que se defiende del ataque del virus con su ejército de anticuerpos. Quizás el lector recuerde este último tipo de prueba, pruebas individuales similares a las de embarazo, que se venden aún en las farmacias y

pueden utilizarse para seguir la evolución de la inmunidad en distintas etapas de la infección. En México, un equipo multidisciplinario de investigadores y técnicos (CIO, CINVESTAV-Monterrey y CICY), desarrolló una tecnología que combina las disciplinas de la microfluídica y la óptica, capaz de detectar la presencia de anticuerpos de COVID-19 en pequeñas muestras de plasma sanguíneo de hasta cincuenta pacientes diferentes de forma simultánea.

El corazón de la tecnología es el chip microfluídico de la *Figura 1(a)*. Se trata de una intrincada red de canales transparentes en los que fluyen tanto las muestras de plasma sanguíneo como reactivos diversos, incluyendo antígenos y marcadores fluorescentes específicos a las proteínas de los anticuerpos afines al virus (S, S1, RBD, N). En la práctica, se trata de capturar a los anticuerpos a través de antígenos específicos en una zona de interés, un biosensor, y “marcarlos” con moléculas fluorescentes. Estas moléculas fluorescentes brillan con una luz ámbar ante una iluminación de mayor energía como el verde o el violeta. Por lo tanto, si se tiene presencia de anticuerpos relacionados con la infección el biosensor brilla, pero sin anticuerpos no habrá luz fluorescente.

Esta tecnología ofrece un verdadero laboratorio de análisis a pequeña escala, ya que el funcionamiento es complejo: de forma resumida, el proceso tiene un alto grado de automatización mediante control de flujos con 500 microválvulas, e incluye etapas de fijación de marcadores en la zona de biosensado, de lavado y enjuague, de inserción de las muestras de plasma para captura de anticuerpos sobre los biosensores, un período de incubación, y posteriormente la detección óptica

final, para evaluar si las muestras son positivas o negativas a la infección. Esto se observa en la *Figura 1(b)*, donde con apoyo de las microválvulas se forman ya sea cuatro canales horizontales donde fluyen de forma separada los antígenos (S, S1, RBD, N) y moléculas fluorescentes, o cincuenta canales verticales para evaluar el suero del mismo número de pacientes simultáneamente.

Para validar la efectividad del chip microfluídico se realizaron pruebas en sueros de pacientes extraídos previo a la pandemia y de pacientes infectados durante la pandemia de COVID-19. Como se observa en la *Figura 1(c)*, en el caso de pacientes con COVID-19 los cuatro biosensores brillan con diferentes intensidades, pero en los sueros pre pandemia únicamente el sensor para anticuerpo S se ilumina ligeramente. Esta discriminación nos permite detectar eficientemente entre pacientes con y sin COVID-19 [1]. La intensidad de la luz ámbar de interés puede llegar a ser muy tenue a bajas concentraciones de anticuerpos (lo que ocurre, por ejemplo, en etapas tempranas de la infección o semanas después de la remisión), por lo que se requiere de un instrumento de alta sensibilidad para detectarla: un microscopio de fluorescencia invertido. Este dispositivo, disponible a nivel comercial, suele ser muy caro y de gran tamaño, por lo que no se considera portátil, y su uso se restringe a laboratorios especializados y de investigación.

Para contar con un sistema portátil y de bajo costo se desarrolló un microscopio que, aunque no tuviera todas las prestaciones de un microscopio comercial, funcionara eficientemente para identificar la fluorescencia emitida por el biosensor de igual forma que el microscopio comercial.

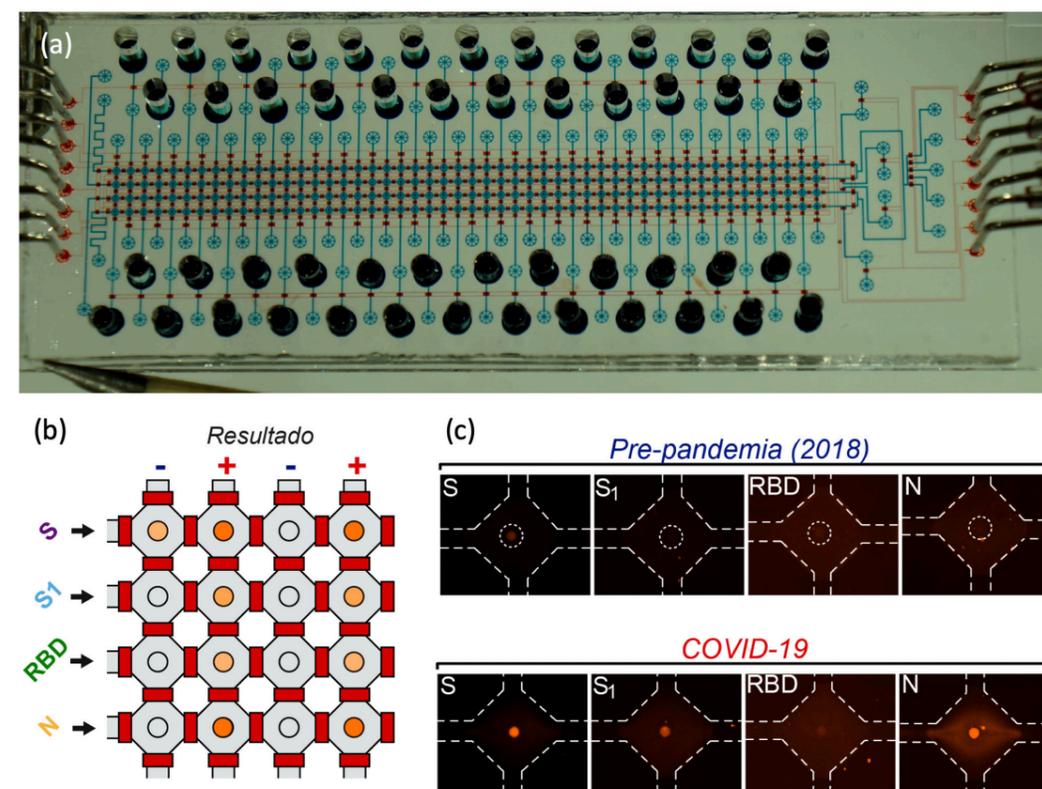


Fig. 1 (a) Chip microfluídico para pruebas serológicas COVID-19, (b) Operación esquemática de los biosensores, y (c) Resultados de fluorescencia en sueros con diferente carga de anticuerpos obtenidas en microscopio de fluorescencia comercial.

Nuestro diseño se basa en el esquema estándar de microscopio de fluorescencia invertido en donde un haz de excitación (apuntador láser a 532 nm) se enfoca sobre la muestra (biosensor), y la fluorescencia emitida es separada por filtros dicróicos que bloquean el haz de excitación y dejan pasar la fluorescencia hacia la cámara (Raspberry de 12.3MPix). La diferencia principal en nuestro diseño es que no utilizamos objetivo de micros-

copio (magnificación fija en cada objetivo), sino que utilizamos una lente compuesta estándar de 35mm ya que permite obtener una mejor relación entre la magnificación y un mayor campo de visión. Además, con el uso de espaciadores podemos controlar fácilmente la distancia focal y por ende la magnificación del microscopio. La estructura mecánica con el esquema óptico se muestra en la *Figura 2(a)*, el cual se caracterizó utilizando una

computadora externa. Posteriormente se integró toda la electrónica, incluyendo una Raspberry Pi 3 y un Arduino UNO, que permiten controlar de forma autónoma la evaluación del chip microfluídico tal como se muestra en la *Figura 2(b)*. Finalmente, como se muestra en la *Figura 2(c)*, se integraron cubiertas y tapa superior para su acabado final. La magnificación alcanzada, como se muestra en la *Figura 2(d)*, es suficiente para evaluar cada biosensor de forma individual.

La validación final del microscopio se realizó al evaluar sueros con diferente carga de anticuerpos, y comparar la medición de estos mismos

sueros en el microscopio comercial. La intensidad de la fluorescencia medida con el microscopio comercial disminuye conforme cambiamos de una muestra con alta, media y baja concentración de anticuerpos, ver Figuras 2(e), (f) y (g) respectivamente. La medición de estos sueros en nuestro microscopio muestra una variación en intensidad similar, ver *Figura 2(h)*, (i) y (j), y aunque se tiene un ligero brillo de fondo se distinguen claramente los sueros con diferentes niveles de anticuerpos.

1. A high-throughput multiplexed microfluidic device for COVID-19 serology assays, R. Rodríguez-Moncayo et al., *Lab Chip*, 2021, 21, 93 DOI: 10.1039/D0LC01068E

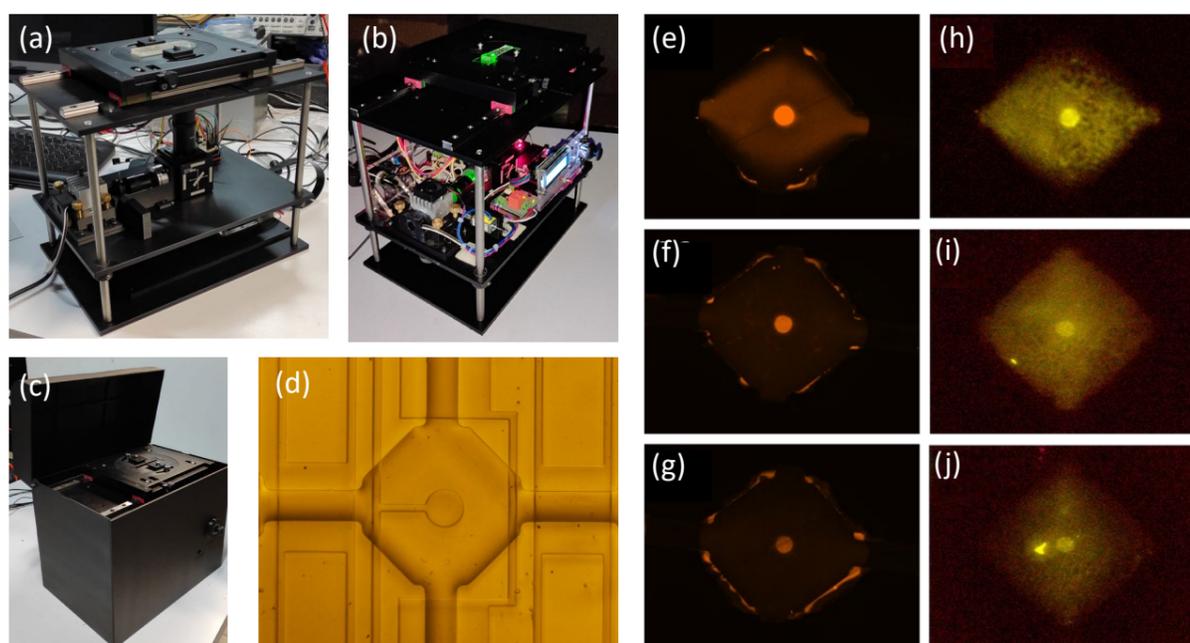


Fig. 2 (a) Estructura mecánica con el arreglo óptico integrado, (b) Componente electrónicos integrados en el microscopio para operación autónoma, (c) Prototipo final del microscopio desarrollado, (d) Imagen de un biosensor obtenida con nuestro microscopio, (e)-(g) Fluorescencia obtenida con microscopio comercial para diferentes concentraciones de anticuerpos, y (h)-(j) Fluorescencia obtenida con nuestro microscopio para las concentraciones de sueros anteriores.



CONTAMINACIÓN POR SUSTANCIAS QUÍMICAS Y SU IMPACTO EN LA SALUD

ERIKA RODRÍGUEZ SEVILLA

Durante el mes de septiembre del lejano ya 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó un plan de acción denominado Agenda 2030 [1], este plan contempla alcanzar 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en áreas como: Salud y bienestar (Objetivo 3), Agua limpia y saneamiento (Objetivo 6), Vida submarina (Objetivo 14), Vida en ecosistemas terrestres (Objetivo 15), Acción por el clima (Objetivo 13), entre otros, de tal forma que se ejerzan cambios en pro del medio ambiente. Uno de los mayores desafíos propuestos en la Agenda 2030 es garantizar una alimentación sana y nutritiva a la que todas las personas tengan acceso (Objetivo 2. Hambre Cero), objetivo que se



Fig. 1 Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la ONU.



ha visto comprometido debido a la contaminación de los recursos naturales y los alimentos [2].

En los últimos años, se ha logrado identificar metales tales como Mercurio, Aluminio, Hierro, Cobre, y Zinc, diversos pesticidas como el glifosato y otros compuestos químicos organofosforados, algunas trazas de medicamentos como paracetamol, diclofenaco, entre otras sustancias farmacéuticas, y recientemente los microplásticos; estas sustancias químicas nocivas para el ambiente y la salud del ser humano han sido catalogadas como contaminantes emergentes. Su detección y análisis se ha realizado principalmente en muestras de agua proveniente de ríos, lagos, lagunas y presas o bien en muestras



Fig. 2 Tipos de contaminación de alimentos. Contaminación física (partículas de polvo, cabellos, etcétera), contaminación biológica (microorganismos), contaminación química (pesticidas, colorantes, microplásticos, entre otros)



de suelo principalmente de cultivos agrícolas, razón por la que dichas sustancias también han sido detectadas en alimentos.

La transferencia de estas sustancias tóxicas hacia los alimentos ocurre principalmente durante el proceso de producción y conservación de los mismos; la ingesta inadvertida de estos contaminantes en el ser humano provoca, en el menor de los casos, malestar estomacal e intoxicación, sin embargo como consecuencia de un efecto tóxico acumulativo se han presentado importantes problemas de salud pública tales como enfermedades renales, problemas neurológicos, daño severo en el hígado, cáncer y otras enfermedades crónico-degenerativas.

La pregunta entonces es... ¿Cómo garantizar que los alimentos estén libres de contaminación química y sean seguros para el consumo humano?. Una de las alternativas es el desarrollo de dispositivos analíticos conocidos como sensores moleculares, que permitan la detección específica de sustancias tóxicas en alimentos. En el Centro de Investigaciones en Óptica (CIO) A. C. Trabajamos en el desarrollo de nuevas tecnologías flexibles, de bajo costo y altamente sensibles, que permitan la detección de sustancias tóxicas en alimentos. Estos dispositivos analíticos son elaborados a base de polímeros naturales³ y otros materiales biocompatibles, que permitan detectar distintos contaminantes químicos mediante un análisis sencillo, colocando el sensor en contacto con la superficie de los alimentos.

Cuando una sustancia tóxica entra en nuestro cuerpo, este trabaja de forma tal que elimina dichas sustancias a través de los fluidos biológicos, algunas de ellas sufren algún cambio en su estructura, algunas son metalizadas y otras no, por ello trabajamos en el monitoreo de las posi-

bles rutas metabólicas y su posterior eliminación, de tal manera que seamos capaces de prevenir, diagnosticar y monitorear las diferentes patologías causadas debido al efecto tóxico acumulativo de dichas sustancias, mediante pruebas no invasivas a través del análisis del sudor, saliva y sebo, ofreciendo así novedosas alternativas para el cuidado de la salud. ■

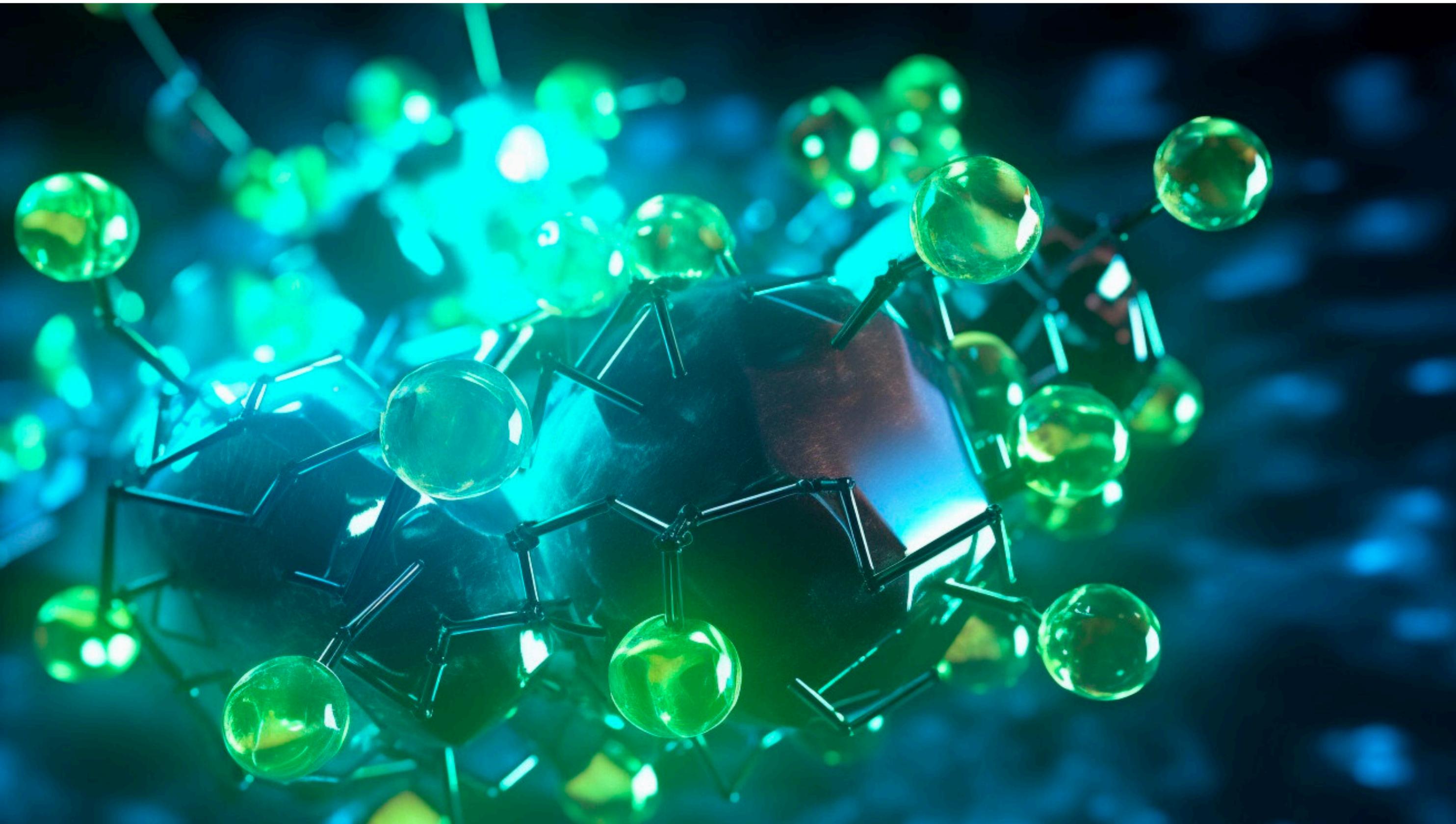
1 <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>

2 <https://www.iaea.org/es/temas/contaminantes-de-los-alimentos>

3 E. Rodríguez-Sevilla, G. V. Vázquez, E. Morales-Narváez, *ADVANCE OPTICAL MATERIALS* 2018, 1800548



Fig. 3 Esquema que simula la detección de sustancias químicas al colocar un sensor de papel en contacto con la superficie de los alimentos.



CELDAS SOLARES: ENERGÍA RENOVABLE Y SUSTENTABLE



JOSÉ LUIS MALDONADO RIVERA

Introducción. Debido a la reducción mundial de las fuentes de energía fósiles (hidrocarburos) como el petróleo, gas y carbón natural y, a su cada vez más difícil y costosa extracción, asimismo, por las miles de toneladas de dióxido de carbono emitidas a la atmósfera, originando múltiples consecuencias negativas a nuestro ecosistema, la investigación y desarrollo de **fuentes alternativas** de energía que sean **renovables, económicas y limpias** es de gran relevancia mundial [1-3]. Energía renovable es aquella que se obtiene de fuentes naturales inagotables (como la del Sol); varias también se clasifican como limpias y alternativas debido a que podrían suplir o complementar a las convencionales, ejemplos: la hidroeléctrica, la geotérmica, la

biomasa, la maremotríz, la basada en hidrógeno, la eólica (energía del viento), la solar (térmica y fotovoltaica) [1-3]. El consumo de energía es clave en la medición del progreso y bienestar de la sociedad, por ello, es cada vez más frecuente que se hable de un **desarrollo sostenible: a)** uso de fuentes de energía renovable, **b)** fuentes limpias, **c)** autoconsumo, **d)** mejora del rendimiento energético de los equipos (equipos electrodomésticos y electrónicos, fuentes de iluminación) y e) conciencia de ahorro energético. Desde tiempos remotos, las energías renovables han sido usadas, particularmente, la hidráulica (molinos de agua), la eólica (botes y barcos de vela) y la solar (iluminación y calentamiento). Sin embargo, cuando James Watt inventó la máquina de vapor (siglo XVIII) se empezaron a abandonar estas formas de uso energético haciéndose más populares los motores térmicos y eléctricos, en los siglos XVIII y XIX, el relativo escaso consumo energético no preveía un agotamiento de esas fuentes ni problemas ambientales, pero en el siglo XX se presenta un extraordinario aumento energético. Alrededor de un 80 % de las necesidades de energía en las sociedades modernas se usa para la industria, la climatización artificial y el transporte; la energía renovable se ha concentrado en la producción de electricidad. Las **celdas solares** (o **fotovoltaicas**) basadas en materiales inorgánicos, como el silicio (Si) (celdas de **Primera Generación**), han mostrado un gran desarrollo tecnológico, no obstante, presentan limitantes: producción muy especializada y nula transparencia, poca flexibilidad y considerable peso, por lo que no pueden emplearse en, por ejemplo, ventanas y artículos flexibles personales. Las denominadas celdas de **Segunda Generación**: de capas más delgadas como las CIGS (cobre, indio, galio y sele-

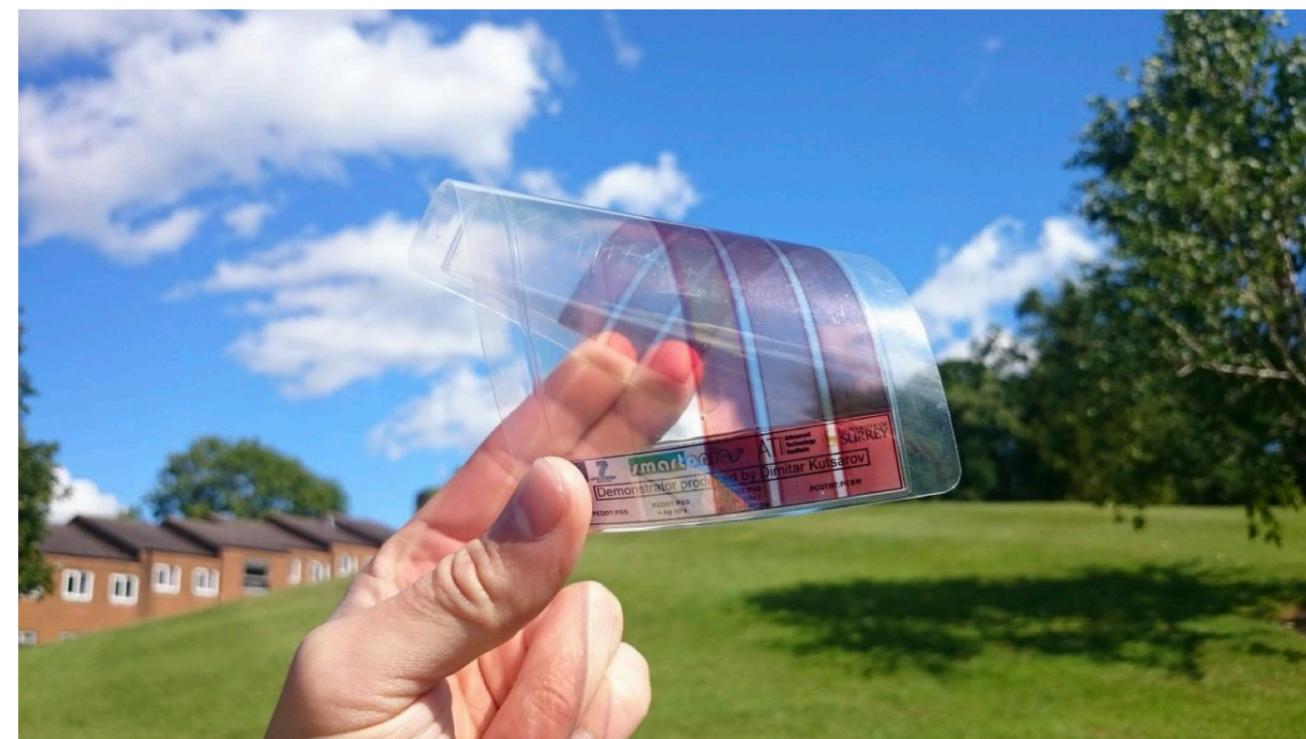
nio) tienen ciertas ventajas sobre las de Si, como mayor flexibilidad estructural, pero menor eficiencia energética. Por otro parte, el uso de materiales orgánicos, conteniendo átomos de carbono (**Tercera Generación**), así como híbridos: orgánico-inorgánicos, como las perovskitas; son una alternativa emergente, aún no disponible comercialmente, muy considerada actualmente por grupos de investigación y empresas [4,5].

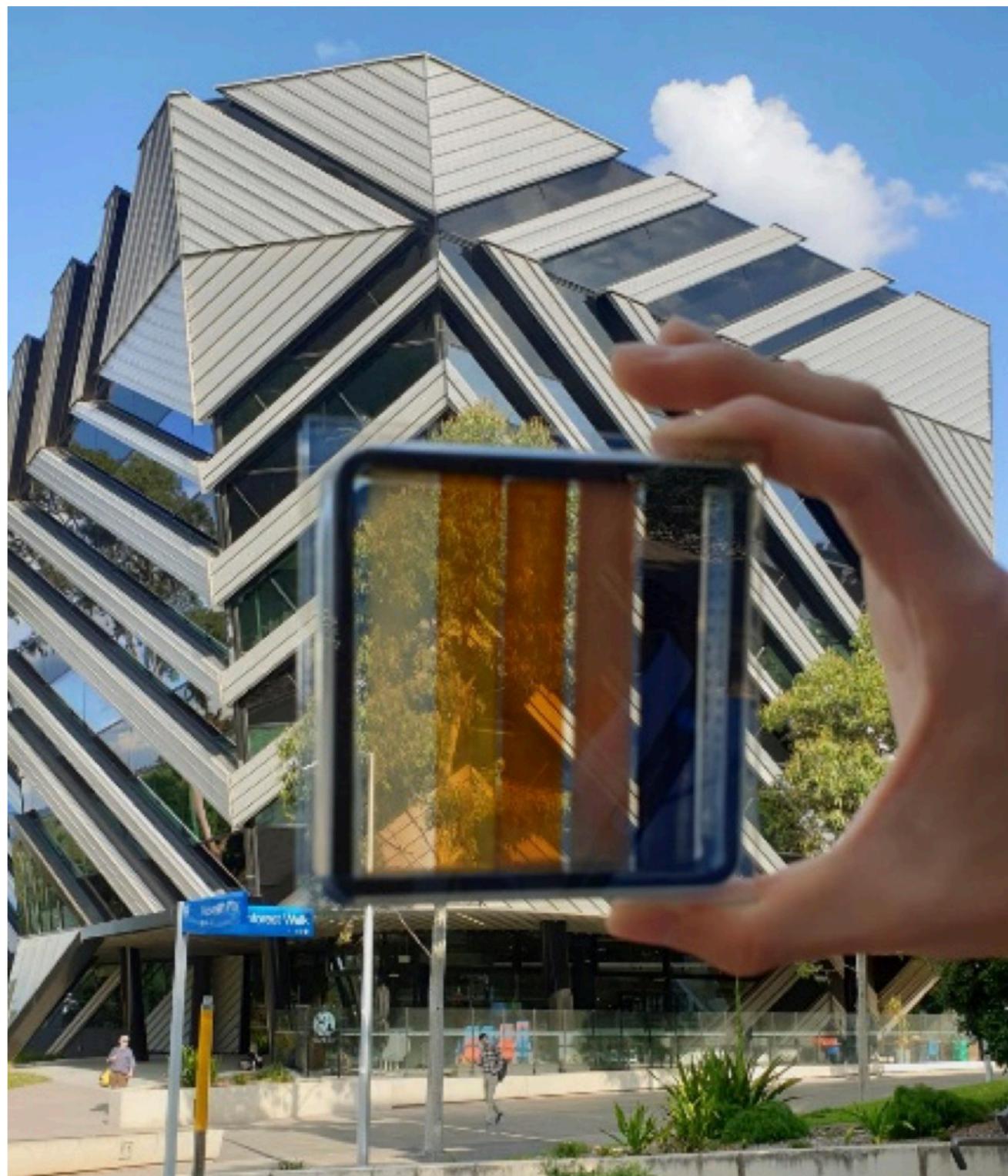
Estado del arte y características. En celdas solares la transformación de la luz del Sol en electricidad se realiza a través del **efecto fotovoltaico**; la industria de celdas solares de silicio se inició en 1953 cuando en los laboratorios Bell desarrollaron una celda que convertía 5 % de la energía del Sol en 5 mW de potencia eléctrica; actualmente pueden operar con eficiencias de conversión eléctrica mayores al 25 % y con un tiempo de vida de 25 años. El uso de esta tecnología se encuentra en la alimentación de teléfonos de emergencia en las autopistas, alimentación de alumbrado público, en lámparas decorativas de jardín, cada vez más grandes plantas solares para las necesidades energéticas de, por ejemplo, cientos de casas, edificios, etc. Una alternativa a la tecnología inorgánica es el uso de **semiconductores orgánicos e híbridos**, los orgánicos fueron inventados en la década de los 70's y desde hace unos 16 años se han estado estudiando profundamente las perovskitas basadas en materiales orgánico-inorgánicos. Ejemplo de celdas solares orgánicas son las **OSCs** (Organic Solar Cells) con eficiencias de conversión récord de > 20 %, mientras que las perovskitas están siendo ampliamente estudiadas en celdas de perovskitas (**PSCs**: Perovskite Solar Cells) con un crecimiento acelerado impactante en su eficiencia energética:

~26 % y, cuando se combinan con Si: ~30 % [2-6]. Con estas emergentes tecnologías se tendrán nichos de aplicaciones alternativas a la tecnología inorgánica convencional. También es necesario tener **acumuladores o baterías eléctricas** para el almacenaje de esta energía eléctrica foto-generada, ya que, usualmente no es posible alimentar directamente a algún dispositivo con la directa conversión solar. Por ejemplo, las luces de decoración en jardines no se encienden directamente con la conversión fotovoltaica sino que durante el día

esta energía eléctrica está siendo almacenada en una batería recargable. Las tecnologías renovables predominantes en el mercado de nuestro país son la eólica y la de celdas solares a base de silicio (Si) (celdas de **primera generación**); sin embargo, ambas son tecnologías de importación [2,3]. Las celdas de **Tercera Generación OSCs y PSCs** van a poder ser ligeras, semi-transparentes y semi-flexibles, posibilitando que puedan usarse en ropa y mochilas, carpas para fiestas, en ventanas de edificios, etc.

a) Celdas solares semi-flexibles/semi-transparentes basadas en grafeno, tomada de <https://www.eurekalert.org/news-releases/590275>





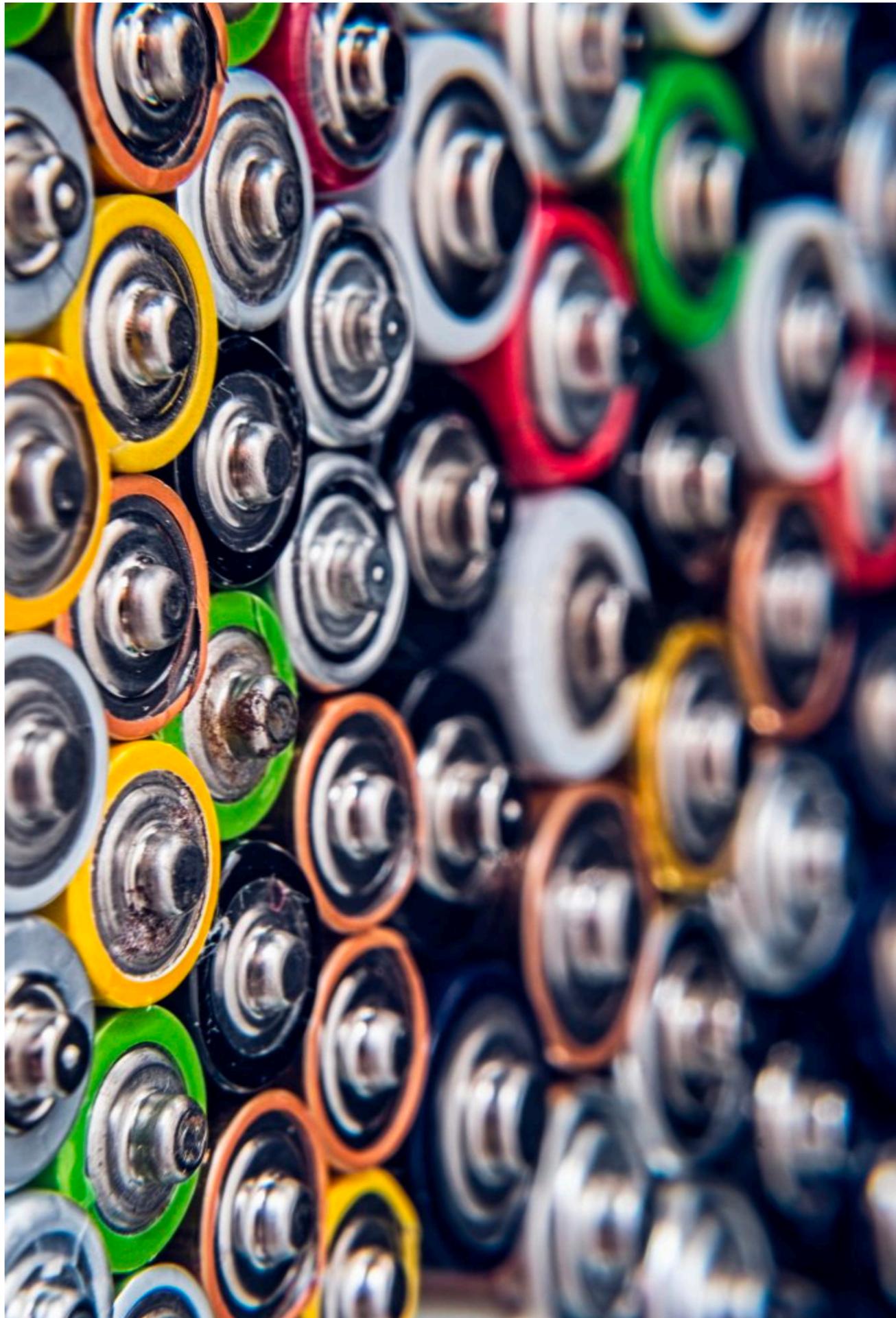
b) Celdas solares de perovskita semi-transparentes, tomada de <https://ratedpower.com/blog/semi-transparent-solar-cells/>

Conclusiones. En México existen diversos grupos e instituciones de investigación para el desarrollo de fuentes de energía renovable [2,3,7] pero se requiere de un mayor apoyo para que este esfuerzo cristalice en verdaderos desarrollos tecnológicos [8]. En el Centro de Investigaciones en Óptica (www.cio.mx), a través del Grupo de Propiedades Ópticas de la Materia (GPOM: <https://www.cio.mx/investigacion/gpom/>) y diversos colaboradores, se han desarrollado celdas OSCs cuya eficiencia de conversión energética es de más de 12 % (el GPOM-CIO es líder nacional en esta área); la eficiencia de PSCs ha sido de cerca del 13 %. Con mini-paneles de OSCs, ya se han alimentado pequeños LEDs y smartphones [2,3,6]. México requiere desarrollar tecnologías propias, no sólo comprar del extranjero paneles fotovoltaicos (principalmente de Si) para implementar pequeñas y grandes plantas solares con tecnología no nacional [8]. Si no actuamos inmediatamente, nuevamente, en

30 o 40 años a partir de ahora, seguiremos dependiendo exclusivamente de tecnologías importadas y costosas [2,6,8]. ■

Referencias.

- [1] Energía Renovable: https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable
- [2] Agosto del 2019: "Energía fotovoltaica de tercera generación: impacto social y medioambiental" https://www.cronica.com.mx/notas-energia_fotovoltaica_de_tercera_generacion_impacto_social_y_medioambiental-1129938-2019?fbclid=IwAR1oXCugvUJmmQoAPxrxX6_QAKfaDqIHDZCfBhdCvA1JnksZ3aGcOSaNwc
- [3] a) <https://www.elsoldemexico.com.mx/analisis/energias-renovables-5354324.html>
- b) <https://www.elsoldeleon.com.mx/local/investigacion-en-cio-celdas-solares-hibridas-7636123.html>
- [4] L. Liu, et al., Adv. Funct. Mater. 2214781 (2023). <https://doi.org/10.1002/adfm.202214781>
- [5] A. Guerra-Him, et al., J. Mater. Sci: Mater Electron 34, 513 (2023); <https://doi.org/10.1007/s10854-023-09901-x>
- [6] Gaceta UNAM, 14 de septiembre, 2023: "Paneles solares flexibles, claves para tener energía limpia en México": <https://www.gaceta.unam.mx/paneles-solares-flexibles-claves-para-tener-energialimpia-en-mexico/>
- [7] Ce-MIESol: <https://www.gob.mx/sener/articulos/centro-mexicano-de-innovacion-en-energia-solar>
- [8] "Gasto público en ciencia y tecnología en México, ¿por qué, cómo y para qué?": <https://educacion.nexos.com.mx/?p=2073>



SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA: BATERÍAS ION LITIO

RAQUEL GARZA HERNÁNDEZ

Desde hace años atrás, el Centro de Investigaciones en Óptica preocupado por el cambio climático se ha unido a las estrategias nacionales por el fomento de una transición energética basada en el uso de energías limpias tales como la energía solar. Sin embargo, fue en el 2020 cuando el CIO decidió incorporar las líneas de investigación enfocadas en sistemas de almacenamiento de energía a uno de sus ejes temáticos principales, específicamente en el desarrollo de baterías base de litio. Esta iniciativa surgió como parte del descubrimiento del yacimiento de litio más grande a nivel mundial localizado en el estado de Sonora, el cual se encuentra en exploración para su futura explotación. El litio es un elemento metálico, blanco, altamente reactivo y puede ser encontra-

do en minerales como espodumena, ambligonita, lepidolita y petalita [1]. Actualmente, este elemento ha sido considerado como el oro blanco, debido a su papel estratégico en la capacidad para almacenar energía, debido a su gran capacidad de acumulación de altas densidades de carga en un espacio pequeño. Por otra parte, las baterías de ion litio son de gran ayuda para soportar las centrales fotovoltaicas y eólicas en zonas rurales, al mismo tiempo que hoy en día son pieza clave para la fabricación de las baterías teléfonos, ordenadores portátiles, y otros dispositivos electrónicos. Además, estas baterías pretenden ser la base de la generación de la electromovilidad en un futuro cercano, a través de su configuración tipo cilindro.

Una batería de ion litio está compuesta por dos electrodos (un ánodo y un cátodo), un separador, un electrolito y dos metales que funcionan como colectores de corriente. El ánodo y el cátodo son los responsables de almacenar el litio. El electrolito transporta iones de litio cargados positivamente desde el ánodo al cátodo y viceversa a través del separador. El movimiento de estos iones de litio genera electrones libres en el ánodo que crean una carga en el colector positivo. Posteriormente, la corriente eléctrica viaja desde el colector de corriente a través de un dispositivo que se está alimentando hasta el colector negativo. La función del separador es evitar el flujo de electrones dentro de la batería [2].

En el grupo de investigación de sistemas de almacenamiento de energía, liderado por investigadores expertos en ciencia de materiales, semiconductores y microelectrónica, se realizan procesos de fabricación de baterías de ion litio tipo botón basados en la manufactura de electrodos, ensamblaje de la celda y su respectiva evaluación. Los cátodos de película delgada para baterías se fabrican mediante procesos físicos como la erosión catódica. Esta técnica se basa en que partículas altamente energéticas bombardean la superficie de un material con suficiente energía como para expulsar uno o más átomos, los cuales posteriormente se depositarán en un sustrato. Este tipo de técnica permite tener un control en la tasa de depósito logrando una buena homogeneidad en áreas grandes y una alta calidad microestructural, además de que es compatible con los procesos de semiconductores base silicio. Los cátodos que recientemente se han estudiado son materiales base litio LiFePO_4 y LiMn_2O_4 los cuales han demostrado tener una alta densidad de energía además de que

los elementos que los constituyen son abundantes en nuestro país y no tóxicos [3]. El ensamblaje de la batería se realiza en una caja de guantes con atmósfera controlada para evitar la reacción exotérmica con la humedad. Finalmente, la batería es caracterizada electroquímicamente a través de un potencióstato con la intención de obtener los valores de voltaje de circuito abierta, ciclos de carga y descarga que nos proporcionen los valores de carga específica de las baterías en cuestión. Actualmente, se realizan esfuerzos para iniciar con la exploración de nuevos materiales alternativos a los convencionales como Li-S y LiO_2 ; configuraciones totalmente de estado sólido; sustitución de Li por metales como Na y K ; y baterías de iones multivalentes (MVIB) basados en Mg , Ca , Al o Zn los cuales pueden ofrecer mayor energía, una vida útil más larga, carga más rápida, y mayor seguridad de forma económica y manera sostenible. ▀

[1] Dirección general de Desarrollo minero, Perfil de Mercado de Litio, Secretaría de Economía 2018.

[2] US Department of Energy, How Lithium-ion Batteries Work, 2023.

[3] R.M Ugalde-Vázquez, Journal of the European Ceramic Society 43 (2), 407-418.

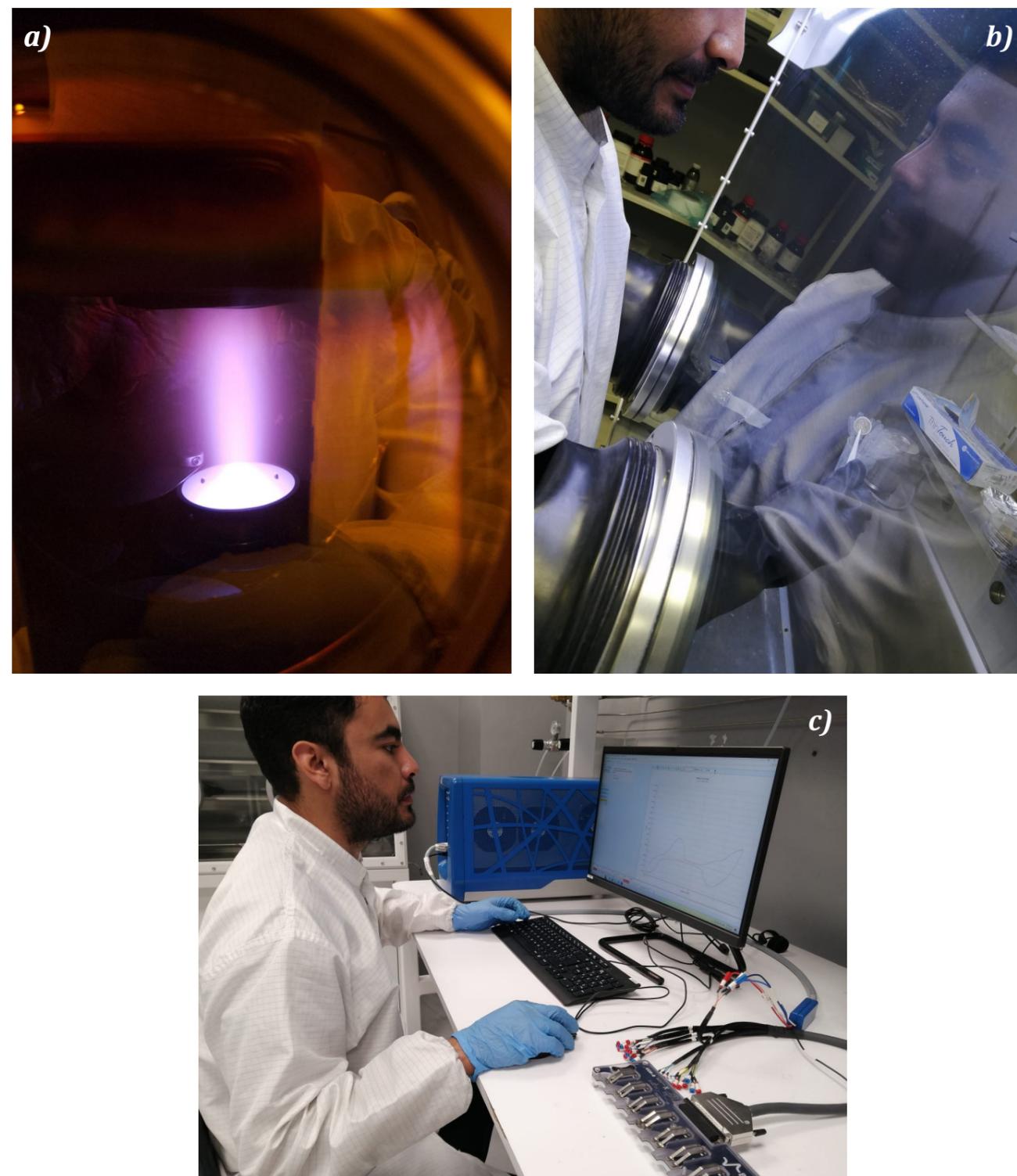


Fig. 1. Proceso de fabricación de una batería de ion litio: a) Plasma de iones Ar interactuando con un blanco de LiFePO_4 , b) ensamblaje una batería en una atmósfera controlada y c) evaluación electroquímica utilizando un potencióstato.

DESARROLLO DE CELDAS DE COMBUSTIBLE: SIMULACIÓN Y EXPERIMENTOS

PETER LUDWING RODRÍGUEZ

Las celdas de combustible son dispositivos eficientes que permiten aprovechar la energía del hidrógeno para posibles aplicaciones en transporte y consumo humano. Estos dispositivos son muy prometedores, ya que generan una alta densidad de corriente y no emiten gases contaminantes al ambiente. El platino es el catalizador principal en estas celdas; sin embargo, su alto costo y escasez en la naturaleza limitan fuertemente su uso fuera del laboratorio. Por lo tanto, la búsqueda de aleaciones y materiales libres de platino es esencial para abaratar esta tecnología. Esto se puede lograr mediante la simulación computacional, una herramienta que permite evaluar la actividad catalítica de las nanopartículas y determinar las posibles aleaciones que pueden ser activas para las reaccio-

nes en las celdas de combustible. En este contexto, la simulación computacional se presenta como una primera aproximación para la búsqueda de nuevos materiales catalíticos. El objetivo de simular nanopartículas basadas en aleaciones es reducir la cantidad de platino en los catalizadores. En este sentido, se ha observado que las aleaciones de platino con metales de transición no solo disminuyen el contenido de platino, sino que también aumentan la actividad catalítica y la estabilidad. Para llevar a cabo la simulación de materiales, se requiere software especializado que implemente la teoría funcional de la densidad (DFT). Es importante destacar que esta teoría no solo ayuda a reproducir resultados experimentales, sino que también tiene la capacidad de predecir sistemas que no siempre



pueden estudiarse en el laboratorio, lo que supone una ventaja en términos de tiempo y costo en comparación con los experimentos. En nuestros proyectos más recientes, nos enfocamos en la investigación de nanopartículas tipo core-shell, que consisten en la combinación de dos metales distintos tanto en el núcleo como en la capa exterior.

Estas partículas ofrecen la posibilidad de explorar diversas combinaciones de metales para reducir la cantidad de platino y aumentar su estabilidad. Utilizamos modelos estándar de nanopartículas con un diámetro aproximado de 1 nanómetro para simular la reactividad en la superficie y sus propiedades catalíticas.

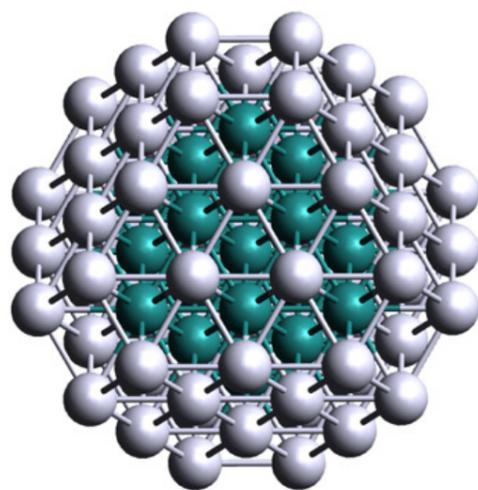


Fig. 1 (a) Representación de un modelo de nanopartícula core-shell, para simular sus propiedades catalíticas.

La reacción determinante en las celdas de combustible es la reducción del oxígeno, que tiene lugar en el cátodo. En esta reacción, el oxígeno se reduce y se combina con el hidrógeno para formar agua. Sin embargo, se ha descubierto que tanto la disociación del oxígeno (O_2) como la formación de peróxido de hidrógeno (OH) pueden presentar barreras considerables que reducen la eficiencia de los catalizadores. Por lo tanto, se ha prestado especial atención a estas reacciones:



En particular, se ha encontrado teóricamente que las partículas core-shell de platino presentan barreras de formación de OH más bajas que el platino puro. Esto sugiere que estas aleaciones podrían ser activas a nivel experimental, redu-

ciendo la cantidad de platino en un 30%. Sin embargo, el contenido de platino sigue siendo alto, representando un obstáculo para la producción a gran escala de celdas de combustible. Esto ha generado un fuerte interés en estudiar catalizadores libres de platino. En este contexto, se ha observado que las nanopartículas de plata son activas para las reacciones de las celdas de combustible bajo condiciones alcalinas. La plata es un metal de transición con una reactividad muy particular, ya que no forma enlaces muy fuertes con el oxígeno en comparación con otros metales de transición como el Fe, Co y Ni, lo que le confiere una buena resistencia a la corrosión. Como resultado de nuestras investigaciones, hemos descubierto algunas combinaciones de aleaciones de plata con metales nobles que presentan barreras bajas para la formación de OH, comparables con las nanopartículas de platino. Estos hallazgos son relevantes porque indican que el platino podría ser sustituido por otros metales en combinación con la plata, lo que resultaría en una reducción del metal noble en un 70%. Esto podría implicar

costos más bajos en síntesis y manufactura. Para llevar a cabo estas simulaciones, contamos con acceso a la infraestructura de supercómputo del CNS – IPICYT en San Luis Potosí, así como acceso al equipo de alto rendimiento de NLHPC en Chile, a través de las colaboraciones que mantenemos con la Universidad de San Sebastián en Santiago, Chile. Los resultados preliminares de la simulación computacional tienen como objetivo orientar la selección de los materiales catalíticos.

En la práctica, el funcionamiento de las celdas de combustible depende de una fuente de hidrógeno, que puede ser obtenida mediante un electrolizador. En este dispositivo, se lleva a cabo la separación del agua en hidrógeno y oxígeno a través de un proceso de electrólisis. Los gases de hidrógeno y oxígeno producidos se suministran a la celda de combustible, donde tienen lugar las reacciones de oxidación del hidrógeno en el ánodo y la reducción del oxígeno en el cátodo. A través de estas reacciones, la celda de combustible convierte la energía química en corriente eléctrica para su aprovechamiento (ver Figura 2).

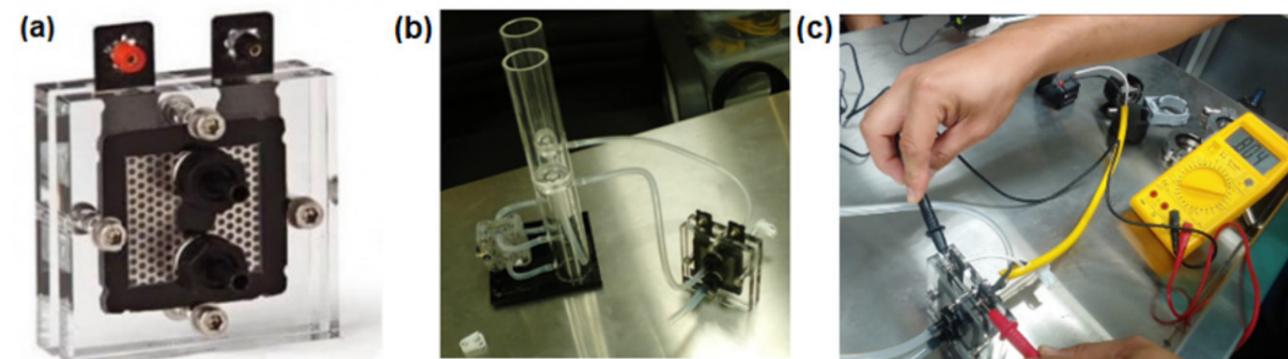


Fig. 2. (a) Celda de combustible. (b) Electrolizador conectado a celda. (c) Medición de corriente producida por una celda mediante un multímetro.

Los componentes de las celdas de combustible consisten en un ensamblaje de electrodos en la parte central, el cual está compuesto por una membrana de intercambio de protones de material polimérico con material catalítico depositado en ambas caras de

la membrana. A este conjunto se le conoce como MEA y es el elemento principal para su funcionamiento (ver *Figura 3*). Los elementos situados a un lado de la MEA son membranas de difusión de gas, membranas de sellado y placas de flujo de gas, respectivamente.



Fig. 3. Membranas de una celda de combustible. Imagen adaptada de www.fuelcellstore.com

El ensamblaje de los electrodos se realiza mediante el depósito de una tinta catalítica (ver *Figura 4*). En esta tinta, el catalizador se combina con agua, alcohol y dispersores para lograr una mejor adherencia a la membrana de intercambio de protones. La

técnica convencional de depósito para el ensamblaje de electrodos se realiza mediante un equipo de spray ultrasónico. El objetivo es depositar las proporciones adecuadas del catalizador en los electrodos para el correcto funcionamiento de las celdas.



Fig. 4. Depósito de la tinta catalítica mediante spray

Posteriormente a la síntesis y ensamblaje de los electrodos, se pueden realizar pruebas eléctricas para medir el desempeño de las celdas. La muestra de catalizador puede ser depositada en un electrodo de trabajo de una celda electroquímica para

medir sus propiedades mediante un potenciostato. La voltametría cíclica es una técnica que nos proporciona información general de las reacciones redox que tienen lugar en la celda electroquímica en condiciones ácidas (ver *Figura 5*).

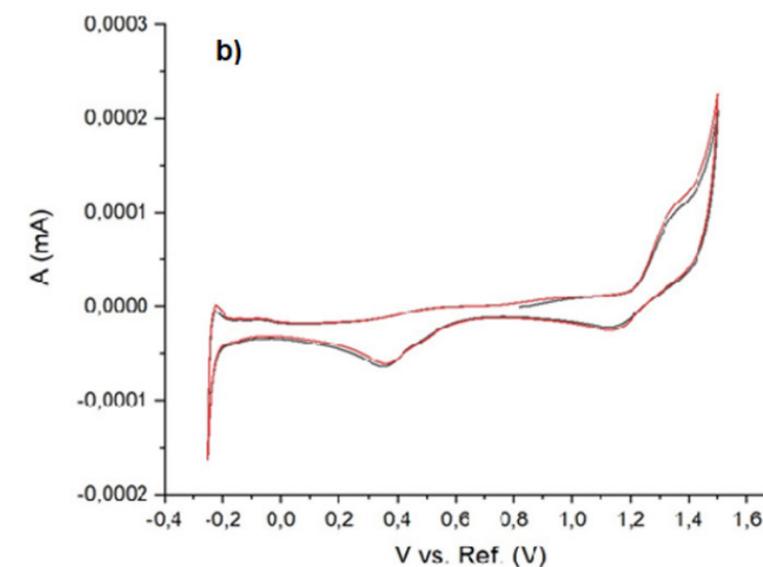
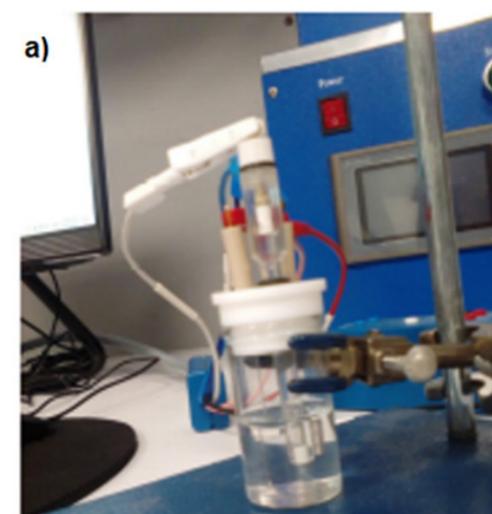


Fig. 5. Celda electroquímica y mediciones de voltametría cíclica

En el CIO, contamos con espacios adecuados para el desarrollo de las celdas de combustible. Además, disponemos de personal especializado, incluyendo técnicos académicos y posdoctorantes con experiencia en síntesis y caracterización de nanopartículas. Con el presente proyecto, buscamos fortalecer la línea de investigación para el desa-

rollo de celdas de combustible de hidrógeno. Este proyecto también contribuye a la formación de recursos humanos de alta calidad, especializados en las tecnologías de almacenamiento de energía. Esperamos que esta tecnología pueda ser lo suficientemente económica para su aprovechamiento en un futuro cercano.

COLABORACIÓN EN EL PROYECTO PRONACE-ENERGÍA

“MODELO TRANSDISCIPLINAR PARA EL BIENESTAR DE LAS COMUNIDADES AGRÍCOLAS Y RURALES DE NAYARIT A TRAVÉS DE LA INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍAS SOLARES”

IVÁN SALGADO TRÁNSITO

“Me siento agradecida, me siento contenta, pero si quisiera decir, yo no sé a quién dirigirme para decirle que no sea esta la última visita, la última reunión o el último curso. Yo quisiera que nos volvieran a visitar, nos volvieran a traer estos beneficios que para nosotros son de mucha importancia. ¡Somos comunidades de escasos recursos y con estos beneficios que estamos adquiriendo creo que mejorarán nuestras condiciones de vida tanto familiar como personal!”. Estas fueron las Palabras de la C. María Juana Anaya Solís, presidenta de una asociación de mujeres emprendedoras “La Meseta de Juanacatlan Sociedad de Solidaridad Social (S de SS)” de la comunidad de Rosa Blanca, en el municipio de Jala en el esta-

do de Nayarit al terminó de la reunión de cierre de la etapa II (2do año) de un proyecto PRONACE-Energía del CONAHCTY. El proyecto va titulado como: “Modelo transdisciplinar para el bienestar de las comunidades agrícolas y rurales de Nayarit a través de la incorporación de tecnologías solares, hacia la sostenibilidad”. El proyecto busca incidir en las comunidades rurales de Nayarit implementando una metodología transdisciplinar para mejorar su calidad de vida mediante la incorporación de tecnologías solares aplicadas al secado de productos agrícolas. El proyecto es liderado por la Dra. Sarah Ruth Messina investigadora de la Universidad Autónoma de Nayarit en colaboración con un grupo de trabajo multidici-

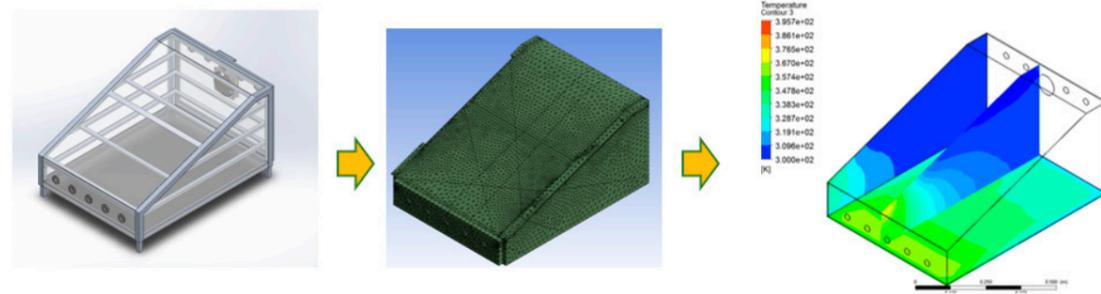


Deshidratador familiar de 50 kg

plinario de diferentes instituciones como el Instituto de Energías Renovables de la UNAM, la Universidad Autónoma de Baja California y el Centro de Investigaciones en Óptica AC. En el grupo de trabajo, hay tanto académicos en las áreas de sociales, biología, ingeniería como activistas sociales con un fuerte compromiso por el cuidado del ambiente y el desarrollo comunitario.

Los sectores objetivo de incidencia social del proyecto también han sido diversos, los cuales se han clasificado en tres categorías: a) Asociaciones comunitarias en regiones de alto rezago social, b) emprendedores y pequeños productores agrícolas, y c) Micro y pequeñas empresas de deshidratado de productos agrícolas. En el pri-

mer grupo se ha estado trabajando con 2 asociaciones de Mujeres, la primera es una asociación de emprendedoras llamada: La Meseta de Juanacatlan S de SS, la cual se conforma con los grupos: i) Naturem, Medicina tradicional, ii) Santa Rosa, envasado de durazno, tejocote y membrillo y iii) Surcando Sueños, elaboración de abono orgánico. El acompañamiento que se ha realizado es para capacitar en el secado solar de sus productos, desarrollar habilidades de administración, control de calidad y desarrollar nuevos productos mediante la tecnología en alimentos. La segunda asociación de incidencia es también una agrupación de mujeres madres de familia dirigida por los activistas locales C. Mónica Peña Villa y C.

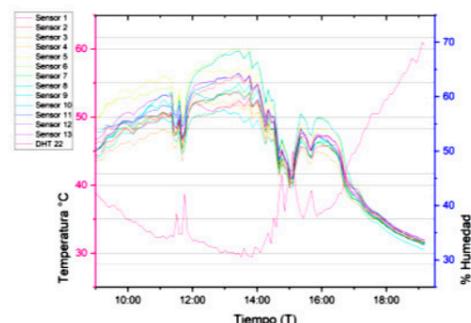


Modelo 3D del secador solar

Mallado de la masa de aire interior



Validación experimental



Resultados experimentales

Metodología utilizada para el analisis CFD del deshidratador solar de 10 kg

Martín Pérez Cáceres conformada por los grupos: Manos de Viento, artesanías con hoja de Pino, y Dedos de Ángel, deshilado artesanal, de la comunidad de “Los Aguajes”, en el mismo municipio de Jala, Nayarit. Esta asociación recientemente ha emprendido con un modelo de negocio de restaurant en cooperativa. En este grupo el asesoramiento del proyecto es en la exploración de la cocción solar como alternativa en la preparación de algunos alimentos, ya que la quema de leña en exceso pueden ser un riesgo para el cuidado de la salud y del medio ambiente. El denominador

común entre ambas asociaciones es el ambiente, la comunidad de los agujajes y rosa blanca se encuentran a escasos 2 km de distancia. El éxito del emprendimiento de ambas agrupaciones está ligado a la belleza natural del lugar, ya que los bosques de coníferas del lugar atraen a grupos de turistas que suelen consumir alimentos en el restaurant de Manos de viento, hacer el recorrido por los parajes y bosques del lugar y terminar su trayecto en la casa comunitaria de asociación de la Meseta, adquiriendo algunos de sus productos de deshidratado, conservas y hierbas medicinales.



Sra. María Juana Anaya y Dra Sarah Messina



Deshidratado en Fruta Orgánica Deshidratada SPR de RL en el Llano, municipio de San Blas



Deshidratado de frutas

De ahí la relevancia por paralelamente impulsar prácticas para preservar la riqueza etnobiológica del lugar. Por ello, un equipo del departamento de biología de la UAN ha estudiado las diferentes especies vegetales y animales de la región, sensibilizando a la comunidad de su enorme valor para la conservación y equilibrio del ecosistema.

El segundo grupo de incidencia, es de pequeños productores y emprendedores, destaca el Sr. Crescencio Sambrano Carvajal, de la localidad de la Curva, municipio de Xalisco, un pequeño agricultor de Jamaica y arándano preocupado por el cuidado del ambiente y ejercicio de la agricultura sostenible. El Sr. Crescencio recibe asesoría para acelerar el proceso de secado solar con equipos de secado activos. En el tercer grupo de incidencia, se encuentran dos pequeñas empresas familiares de agricultores, la empresa familiar de Ran-

cho “Chiota Produce SPR de RL” de la localidad de Compostela y la de “Fruta Orgánica Deshidratada SPR de RL” en el Llano, municipio de San Blas. Rancho Chiota, se dedica a la comercialización de vinos y de arándanos secos. Por ello, dentro del proyecto se les ha capacitado en el manejo y operación de un deshidratador solar de 50 kg de capacidad por ciclo. En el caso de la deshidratadora de frutas del Llano, se trabaja en el desarrollo de una planta híbrida de secado solar con un sistema auxiliar de resistencias eléctricas para satisfacer una mayor demanda de productos a deshidratar. En este contexto se da la participación del Laboratorio de Energía Termosolar del Centro de Investigaciones en Óptica, Unidad Aguascalientes, la cual consiste en el modelado y simulación del desempeño energético de los nuevos diseños de deshidratadores solares que se han implementa-



Grupo de trabajo académico

do para cada uno de los usuarios. Estos estudios de simulación ayudan a mejorar el dimensionamiento de los secadores, la selección de materiales de construcción y la obtención de parámetros de operación que incrementen la eficiencia del proceso de deshidratado. El secado solar de alimentos es un proceso de conservación que consiste en la eliminación de la mayor parte de agua de un alimento mediante el incremento de temperatura y la difusión del aire húmedo hacia el exterior de la cabina de secado debido a la circulación activa o pasiva del aire. La temperatura se debe mantener dentro de un intervalo de trabajo, temperaturas demasiado altas pueden provocar la pérdida del poder nutricional de los alimentos mientras que temperaturas debajo de lo deseado pueden favorecer el desarrollo de microorganismos que causen su descomposición.

Para modelar el desempeño de transferencia de energía y masa de las cabinas de secado solar se emplea una técnica computacional llamada comúnmente Dinámica de Fluidos Computacional (CFD, por sus siglas en inglés). Mediante el uso de CFD se pudo optimizar el diseño de 2 modelos de secadores solares para capacidades de 10 y 50 kg, para ello se determinó la distribución de temperaturas, los patrones de dirección, velocidad y flujo, permitiendo identificar áreas de estancamiento y pérdidas, así como explorar diferentes configuraciones y geometrías para lograr un diseño más eficiente. En las figuras se presentan la metodología implementada para la evaluación energética del modelo de secador solar de 10 kg y se observa la fotografía del diseño mejorado de secador de mayor capacidad desarrollado en la etapa II del proyecto. ■

¡ENERGÍA SÍ, CONTAMINACIÓN NO!

CARLOS A. PINEDA ARELLANO

La demanda mundial de energía procedente de combustibles fósiles ha ocasionado un incremento considerable en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Durante décadas, los combustibles fósiles, como el diésel, la gasolina, el carbón y el gas natural, han demostrado ser motores eficientes del desarrollo económico, pero con consecuencias para la salud y el medio ambiente. Por otro lado, los recursos energéticos renovables disponibles son cada vez más atractivos debido a la transición de los sistemas energéticos, lo cual se debe, principalmente, a la disminución de los costos de las nuevas tecnologías, a las mejoras en la eficiencia de conversión energética y a las consecuencias medioambientales causadas por las emisiones de GEI. En este sentido, la energía solar es la energía

renovable más común y, curiosamente, varias de las regiones que probablemente experimenten el mejor aumento de la urbanización se encuentran en regiones ricas en energía solar, tal es el caso de México. En este sentido, la energía generada por la tecnología solar fotovoltaica está limitada por ciertos factores que incluyen el costo de producción de las celdas solares (CS) y la eficiencia de conversión. Esto ha causado un cambio de paradigma en la industria, sobre todo, en la investigación de la implementación de materiales menos tóxicos y con un impacto menor de huella de carbón.

Con el objetivo de impactar en el desarrollo y aplicación de materiales sustentables en celdas solares de tercera generación, se planteó, en una colaboración IPICYT-CIO-UAdChile, el proyecto "Materia-

les híbridos nanoestructurados y multifuncionales como electrodos para celdas solares" financiado por SENER-CONACYT. En esta investigación estamos particularmente interesados en evaluar la eficiencia de Celdas Solares Sensibilizadas por Colorante (DSSC, por sus siglas en inglés) incorporando materiales semiconductores híbridos de carbono usando residuos de hidrolizado de agave como fuente de carbono, específicamente para generar TiO₂-C. Hasta ahora, se

han informado varios trabajos de DSSC construidas con derivados de materia orgánica, pero los valores de eficiencia siguen siendo bajos (de 1–6%) en comparación con otros materiales más sofisticados. En este trabajo se llevó a cabo una metodología para ensamblar celdas solares fabricadas con TiO₂-C, con el objetivo general de conseguir una celda solar prototipo de 0.5 cm². En la siguiente figura se presenta, de manera general, la metodología empleada:

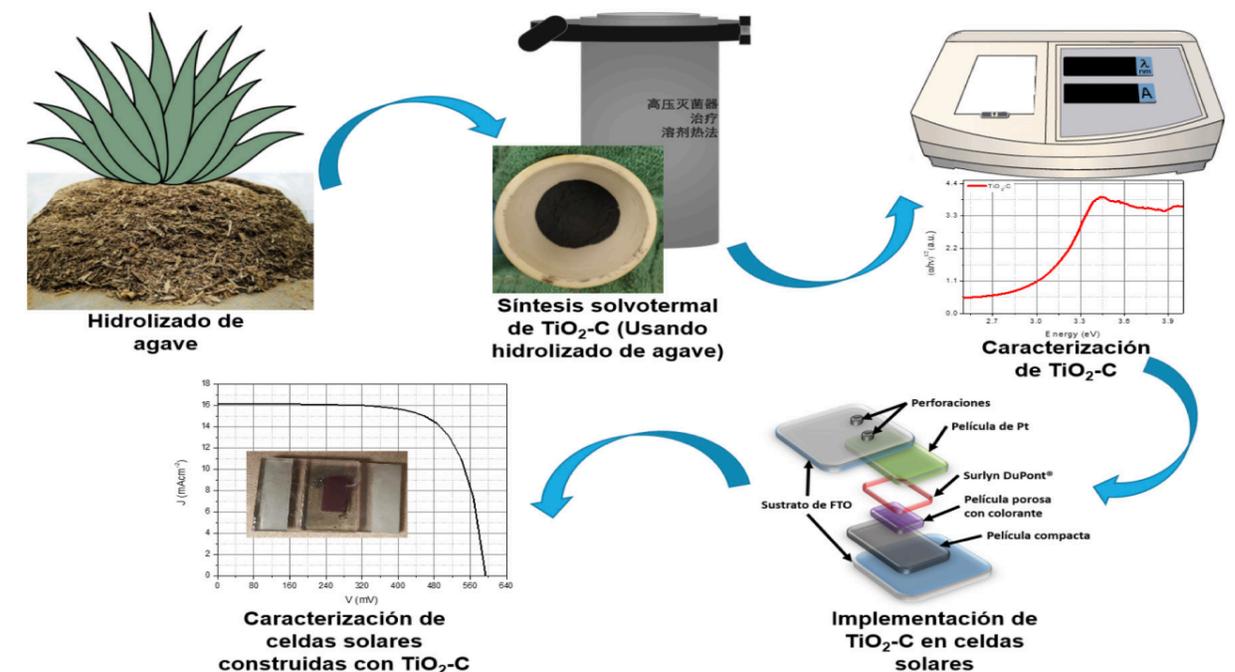


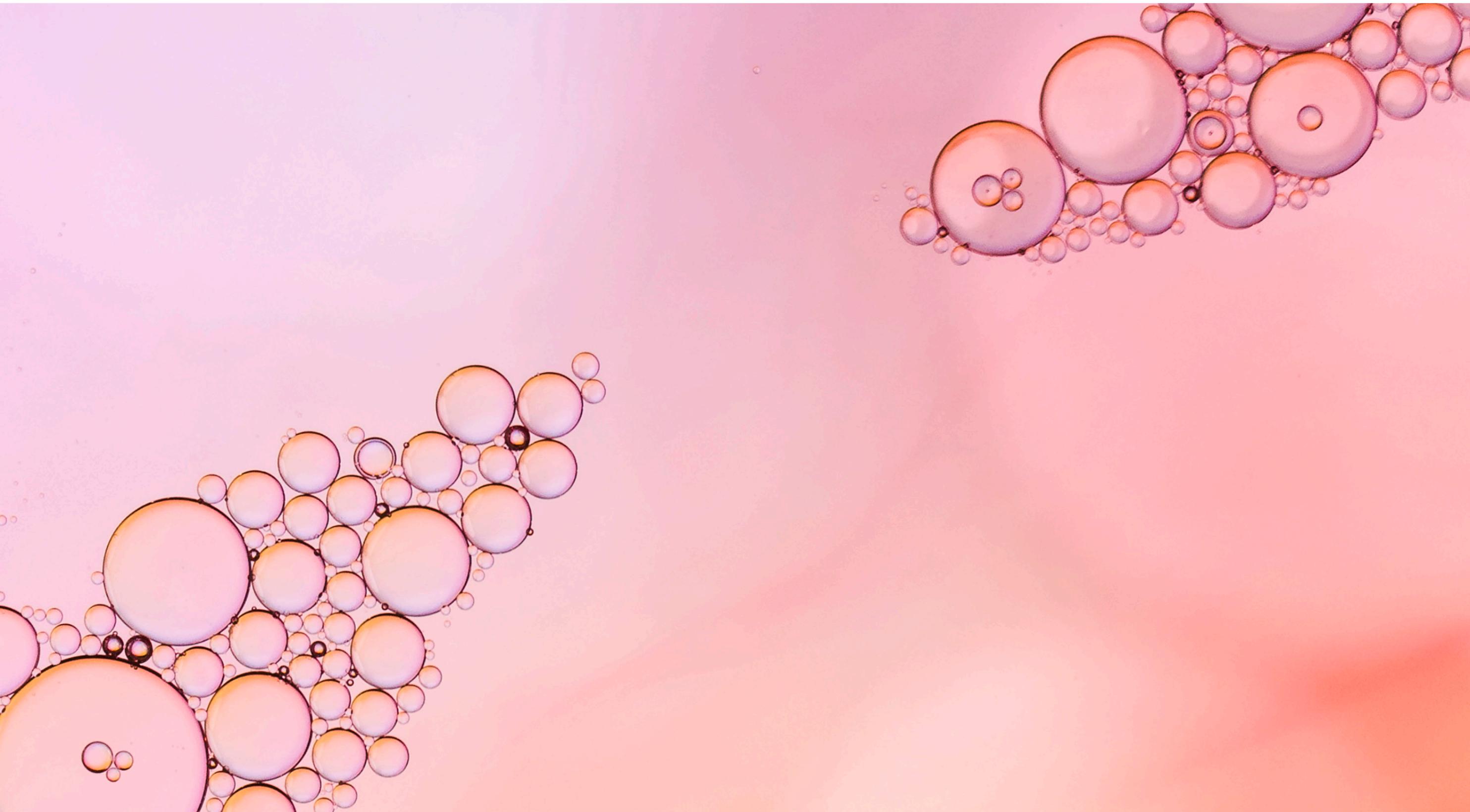
Fig. 1 Metodología empleada en la investigación realizada en la construcción de DSSC usando hidrolizado de agave

Uno de los parámetros más importantes que caracterizan este tipo de celdas es la eficiencia de conversión (PCE), la cual se define como la proporción de energía solar que el dispositivo es capaz de convertir en energía eléctrica útil. En esta investigación se pudo conseguir un CS con una PCE de 6.47%, la cual, si bien no compite con las eficiencias de las celdas solares de silicio comerciales, es muy competitiva con lo reportado en la literatura para CS alternativas, además es apropiada para demostrar la utilidad de los materiales reciclados de origen vegetal en la elaboración de estos dispositivos. Esto tiene un impacto positivo en la exploración de celdas solares alternativas y permite enriquecer líneas de investigación congruentes con el medio ambiente, además de que permite formar estudiantes universitarios y de posgrado en estos temas. Sin embargo, aun queda un camino muy largo por recorrer para que materiales de desecho, ya sean vegetales, animales o industriales, sean óptimamente incorporados en celdas solares y conseguir dispositivos con un bajo impacto medioambiental y una baja huella de carbono y que, además, sean comercialmente competitivas, un reto vigente a nivel mundial. ■

Referencias

W. S. Ebhota and T.-C. Jen, "Efficient Low-Cost Materials for Solar Energy Applications: Roles of Nanotechnology," in *Recent Developments in Photovoltaic Materials and Devices*, IntechOpen, 2019.





EL CIO PARTICIPA EN EL “LABIXBINA2023: BIOIMAGING ACROSS THE AMERICAS”

VALERIA PIAZZA

La *Latin America Bio Imaging (LABI)* y la *Bio Imaging North America (BINA)* son dos organizaciones colaborativas que tienen como objetivo mejorar y aumentar las capacidades para realizar bioimagen en las regiones de América y el Caribe, promoviendo la coordinación y la integración con la comunidad global de bioimagen. Los objetivos principales de LABI y BINA consisten en construir una comunidad, fortalecer el desarrollo profesional de los científicos en imágenes y aumentar y democratizar el acceso a los recursos de imágenes, como la tecnología y la capacitación.

Entre el 25 y el 29 de septiembre de 2023, se reunieron expertos en bioimagen de todo el continente americano (*Fig.1*) en el magnífico escenario del Hotel Hacienda Vista Hermosa en Puente de Ixtla, Morelos, para discutir el presente y futuro de las *UMUM (Unidad multi-usuario de microscopía)* de bioimagenología.

En los dos días iniciales, propiamente la reunión de LABI, la discusión se centró en los conceptos de *UMUM* regionales en América Latina y el Caribe, así como en las estrategias de apoyo al desarrollo profesional de los científicos de imágenes en



Fig. 1 Foto de los participantes a los congresos de LABI e BINA, provenientes de todo el continente americano (<https://www.bioimagingnorthamerica.org/events/labixbina2023/>)

América Latina. Después de la visita a las instalaciones del Laboratorio Nacional de Microscopía Avanzada (LNMA, Universidad Nacional Autónoma de México, campus Cuernavaca) para celebrar el 10° Aniversario de su fundación, la reunión pasó bajo la dirección de BINA y se siguieron profundizando los temas de oportunidades de formación y educación para científicos de imagen, con interesantes pláticas de desarrollo y aplicaciones de tecnología.

A pesar de las diversas realidades científicas presentes en los países participantes, el modelo de *UMUM* de microscopía como punto de referencia

para científicos donde encontrar el equipo, la capacitación y el apoyo necesarios para generar e interpretar imágenes microscópicas, conlleva frecuentemente los mismos desafíos, junto con indiscutibles ventajas en la administración y el mantenimiento de equipos más y más costosos y complejos.

La formación inicial y constante del personal técnico de apoyo, la posibilidad de tener una red para el intercambio de información y experiencias, las estrategias de entrenamiento de usuarios, las soluciones para los “*big data*”, las modalidades de interacciones con usuarios externos a la

UMUM y con los usuarios no académicos y más importante aun, la problemática del mantenimiento preventivo de los equipos. Todos estos puntos se discutieron a lo largo de la semana desde diferentes perspectivas locales.

A pesar de que la disponibilidad económica es determinante para el cumplimiento de varias acciones, la importancia de pertenecer a una red colaborativa como la que proveen BINA, LABI y otros organismos nacionales y transnacionales

(Fig. 2) es reconocida como algo fundamental para la constitución de una UMUM y su mantenimiento. En los ejemplos extremos de las UMUM para microscopía crio-electrónica, la comunicación y el intercambio con una red de profesionales de la misma área puede solucionar problemas tan importantes como la misma construcción del edificio que va a recibir el sistema, lo cual no es trivial debido a los rígidos requerimientos para ese tipo de microscopios.



Fig. 2 Logos de algunas de las organizaciones de la red de imagenología biológicas que trabajan en conjunto o en paralelo a LABI y BINA, cuyos logos se reportan enmarcados. Adaptado de: <https://www.bioimagingnorthamerica.org/about/>

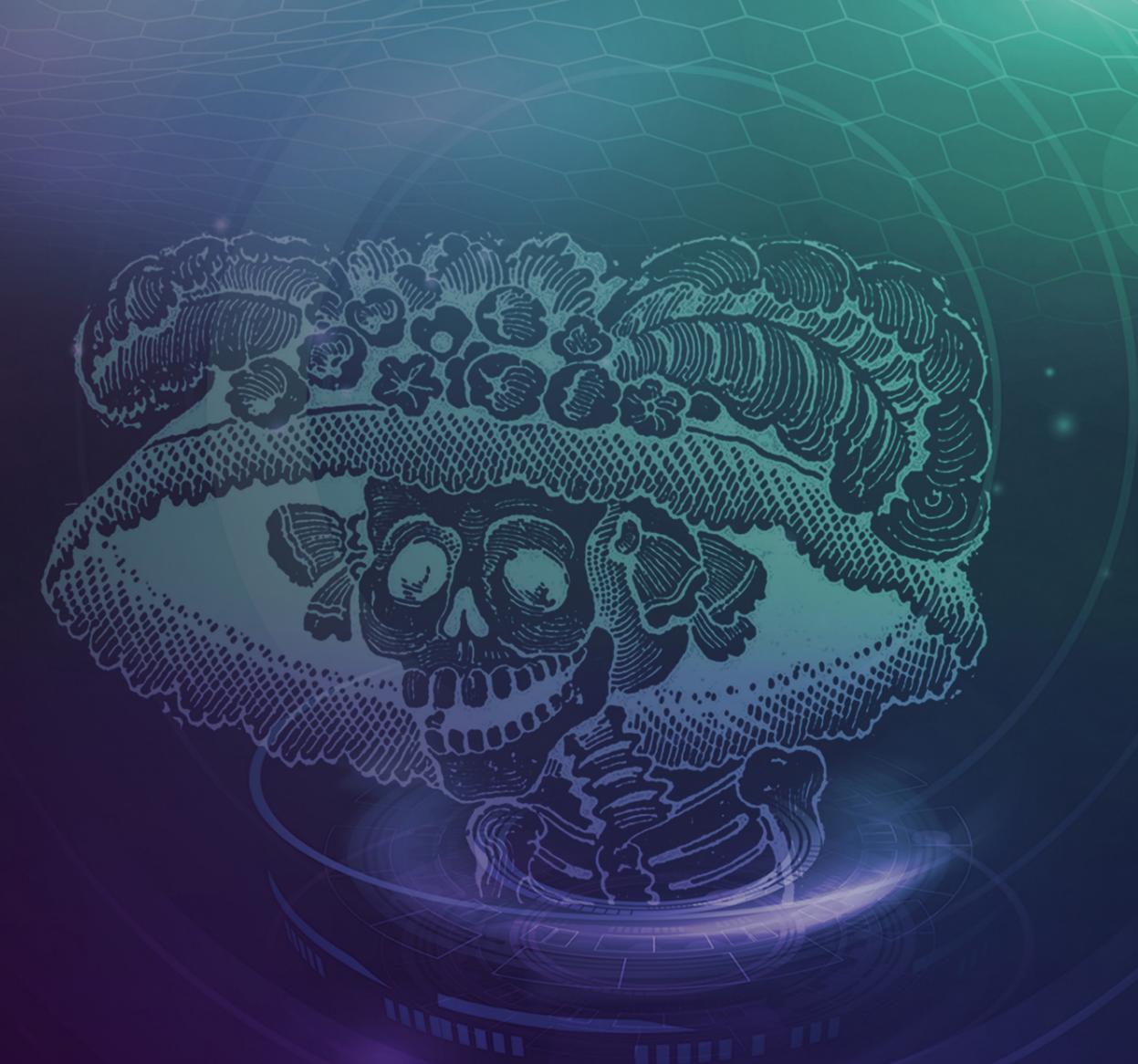
Nosotros participamos en ambos congresos representando al laboratorio de Biofotónica del Centro de Investigaciones en Óptica, A. C., con el objetivo de establecer enlaces y colaboraciones entre el CIO y los miembros de los organismos transnacionales. En la misma ocasión, los participantes nacionales anunciaron la fundación oficial de Bioimaging México, red de bioimagenología que ha sido concebida en el marco del proyecto “Connecting the Mexican Bioimaging Communi-

ty” apoyado por la fundación Chan-Zuckerberg para la expansión del acceso global a la bioimagen (Fig.3).

Al momento del cierre de las actividades fueron reveladas las fechas para los siguientes congresos, que tomarán lugar de manera independiente en 2024: 19 de agosto para la reunión de LABI en Rio de Janeiro, Brasil, y 23 de septiembre para la reunión de BINA en Madison, WI, EEUU. ¡Save the dates! 🚩



Fig. 3 Los firmantes del acta de fundación oficial de Bioimaging México. De izquierda a derecha: Alejandro López, Valeria Piazza, Mariana De Niz, Diego Delgado, Adán Guerrero, Gastón Contreras, Rosa Mourriño y Cris Whood. fuente: facebook



CATRINA CIENTÍFICA

HASTA LOS HUESOS DE LA CIENCIA

CATRINA CIENTÍFICA

Como una actividad de divulgación, ya representativa de la Unidad CIO-Aguascalientes, se llevó a cabo la 2da. edición de la *“La catrina científica, hasta los huesos de la ciencia”*. El evento es liderado y coordinado por estudiantes del posgrado PICYT y respaldado por las autoridades del CIO y del INCYTEA, además se colabora con IES y CPIs del Estado. Este evento tiene como objetivo reunir a científicos, tecnólogos, profesores, profesionistas y estudiantes de la región interesados en la aplicación de la ciencia y la tecnología, tanto en la industria como en la investigación. El evento tuvo el honor de recibir el registro de 202 participantes, entre ellos ex-estudiantes nacionales e internacionales, académicos, investigadores y profesionistas del sector industrial, adicionalmente se realizaron 6 talleres enfocados a desarrollar habilidades que puedan aplicar académicamente los estudiantes de pregrado y posgrado, así como la impartición de 8 ponencias. Cabe destacar que todo el evento fue transmitido por videoconferencia y los videos pueden consultarse en la web (<https://www.facebook.com/CentroInvestigacionesOptica>), además se presentaron 2 ponencias magistrales presenciales, visita a los laboratorios de la unidad Aguascalientes y una mesa redonda de debate sobre Inteligencia Artificial.








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

¿Qué hacer si se tiene un conflicto de interés?

Conoce la Regla de los 3 pasos:

- 1** Informar al jefe(a) inmediato(a), solicitando ser excusado(a) de intervenir en el asunto.
- 2** El/la jefe(a) inmediato(a) determinará si procede o no la excusa.
- 3** Acatar las instrucciones formuladas por el/la jefe(a) inmediato(a).

Fuente: Artículo 58, párrafos segundo y tercero, de la Ley General de Responsabilidades Administrativas.

Recuerda que la identificación y gestión de los conflictos de interés evita la comisión de la falta grave de actuación bajo conflicto de interés.

**¡Juntas y juntos
por un servicio público íntegro!**

FUNCIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA

f t i y g o b . m x / s f p

Conoce las atribuciones de los comités de ética en materia de riesgos éticos

- Formular recomendaciones a las unidades administrativas de su institución en las que se detecten conductas identificadas como de riesgo ético.
- Proporcionar acompañamiento y asesoría para la identificación de áreas de riesgo ético.

**¡Juntas y juntos
por un servicio público íntegro!**

Consulta el artículo 4, fracciones XVI y XVIII, de los Lineamientos Generales para la integración y funcionamiento de los Comités de Ética.

FUNCIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA

f t i y g o b . m x / s f p

¿Cómo identifican los riesgos éticos los comités de ética?

Utilizan información institucional como estadísticas, informes y encuestas.



Consideran el diagnóstico que realiza el Órgano Interno de Control (OIC) en su institución sobre el tema.



Compilan y analizan la información obtenida para determinar los principales riesgos éticos de la dependencia o entidad.



**¡Juntas y juntos
por un servicio público íntegro!**

Consulta la Guía para la elaboración del código de conducta en las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal aquí:
<https://www.gob.mx/sfp/documentos/guia-para-la-elaboracion-del-codigo-de-conducta-en-las-dependencias-y-entidades-de-la-administracion-publica-federal>

FUNCIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA

f t i y g o b . m x / s f p

