



UNIDAD AGUASCALIENTES DEL CIO + CITTA



DOMO - UNIDAD AGUASCALIENTES - CIO

EDICIÓN / OCTUBRE-DICIEMBRE DE 2024

DEL LABORATORIO AL PACIENTE
DISEÑO DE SENSORES DE FIBRA ÓPTICA PARA MONITOREO DE REHABILITACIÓN

CIO AGUASCALIENTES
EN UN ABRIR Y CERRAR DE OJOS

POLARIMETRÍA DE IMÁGENES
PARA CLASIFICAR MIELES MEXICANAS

BIBLIOTECA MSP
DE CÓMO HEMOS LOGRADO MANTERNOS VIGENTES



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
GLORIA VERÓNICA VÁZQUEZ GARCÍA, ALFREDO CAMPOS MEJÍA, JORGE MAURICIO FLORES MORENO

DISEÑO EDITORIAL
LUCERO ALVARADO RAMÍREZ

COLABORACIONES
ARMANDO RUIZ MÁRQUEZ, RODOLFO MARTÍNEZ MANUEL, DANIEL A. MAY ARRIJOJA, GABRIELA FLORES COVA,
JONATHAN ESQUIVEL HERNÁNDEZ, JUAN MANUEL LÓPEZ TÉLLEZ, CLAUDIO FRAUSTO REYES,
CARLOS ANTONIO PINEDA ARELLANO, ARTURO DÍAZ PONCE, JANET IRINA PRECIADO WIECHERS

IMÁGENES
ARCHIVO FOTOGRÁFICO DEL CIO, IMAGE BANK

EDITORIAL

Estimada Comunidad CIO:

Para cerrar el año, en este número presentamos algunas de las actividades realizadas en el CIO Unidad Aguascalientes. A lo largo de sus 28 años desde su fundación, esta unidad ha alcanzado logros significativos que la han convertido en un referente regional. Sus áreas de investigación incluyen espectrocolorimetría, caracterización de materiales, espectroscopía Raman, aplicaciones láser y energía.

El Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de Aguascalientes para el Sector Automotriz (CITTAA) se ha sumado recientemente como un aliado estratégico del CIO-Aguascalientes para la realización de proyectos orientados a aplicaciones en salud, agua y educación.

En el Laboratorio de Optoelectrónica de la Unidad CIO Aguascalientes, durante la contingencia por COVID-19, se desarrollaron biosensores capaces de diagnosticar la enfermedad en 50 personas simultáneamente. Además, este laboratorio lideró un proyecto de desarrollo tecnológico para cabinas de inspección de guías de luz destinadas al sector automotriz.

Otro proyecto destacado basado en sensores de fibra óptica y reconocimiento de patrones es la "Investigación y desarrollo de ortesis inteligentes para el monitoreo de las articulaciones de la mano". Los resultados de este trabajo ofrecen una alternativa tecnológica innovadora y adaptable para terapias fisiológicas.

Asimismo, la Unidad Aguascalientes está desarrollando una técnica basada en la polarimetría de imágenes de fluorescencia para la caracterización y clasificación de miel, así como para detectar adulteraciones. Este avance es particularmente relevante dado el papel socioeconómico y ecológico de la producción de miel en México.

En el Laboratorio de Química Solar de CIO-Aguascalientes, se está trabajando en la optimización de aerogeles de sílice para su uso en receptores solares. Este esfuerzo busca mejorar la eficiencia de los sistemas de energía solar y posicionar al CIO como un referente nacional en la investigación de aerogeles, especialmente en el ámbito de las energías renovables.

La divulgación de la ciencia es otro de los objetivos clave del CIO. En 2021 se lanzó el evento "La Catrina Científica", que ha tenido gran éxito y ahora se celebra bianualmente. En 2025, dentro del marco de las celebraciones del 45º aniversario del CIO León, se realizará la tercera edición. Este evento fomenta el intercambio de conocimientos, inspira la creatividad y fortalece la interacción entre los sectores académico, social e industrial en un ambiente único y dinámico.

En este número también destacamos la participación de una estudiante de maestría, quien explica el concepto de luz estructurada y lo ilustra con ejemplos cotidianos, como los patrones formados por la luz reflejada desde el interior de una taza, así como con aplicaciones formales en campos como la metrología y las pinzas ópticas.

Por otra parte, ¿qué estamos haciendo en la Biblioteca Marija Strojnik Pogacar (MSP) para enfrentar la avalancha tecnológica? En este número encontrarán la respuesta, ya que el comité de la biblioteca, en colaboración con su responsable, trabaja activamente para atraer más lectores y asegurar que la biblioteca mantenga su funcionalidad en esta era digital.

Finalmente, se incluye un extracto de algunos de los artículos publicados entre octubre y diciembre de 2024.

En 2025, el CIO celebrará su 45º aniversario. Durante más de cuatro décadas, el CIO se ha consolidado como una institución de referencia nacional e internacional en óptica y fotónica, destacándose en la generación de conocimiento, la formación de recursos humanos, el desarrollo tecnológico, la innovación y la promoción de la cultura científica. Para conmemorar esta ocasión, se está preparando un programa diverso que incluirá actividades científicas, académicas, de divulgación, culturales y deportivas a lo largo del año.

Ha sido un orgullo presentar los logros del CIO Unidad Aguascalientes y del CIO León en las ediciones de este año 2024. ¡Felicidades a toda la comunidad CIO!

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 ópticas 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, opto-electrónica, cristales fotónicos, comunicaciones y dinámica de sistemas complejos. Este trabajo se realiza por personas investigadoras 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 del Conahcyt hoy SECIHTI 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

ÍNDICE

4

EDITORIAL

10

CIO AGUASCALIENTES EN UN ABRIR Y CERRAR DE OJO

16

LABORATORIO DE OPTOELECTRÓNICA:
INVESTIGACIÓN APLICADA

20

LUZ ESTRUCTURADA EN TU TAZA DE CAFÉ

25

DEL LABORATORIO AL PACIENTE:
EL DISEÑO DE SENSORES DE FIBRA ÓPTICA PARA MONITOREO DE REHABILITACIÓN

32

POLARIMETRÍA DE IMÁGENES PARA CLASIFICAR MIELES MEXICANAS

36

AEROGELAS:
INNOVACIÓN Y FUTURO EN LA ENERGÍA SOLAR DESDE AGUASCALIENTES

40

LA CATRINA CIENTÍFICA:
"HASTA LOS HUESOS DE LA CIENCIA"

46

BIBLIOTECA MSP, DE CÓMO HEMOS LOGRADO MANTERNOS VIGENTES
A PROPÓSITO DEL DÍA INTERNACIONAL DE LAS BIBLIOTECAS EL PASADO 24 DE OCTUBRE

52

RESEÑAS CIENTÍFICAS

56

CALENDARIO DE CURSOS 2024



CIO AGUASCALIENTES EN UN ABRIR Y CERRAR DE OJOS

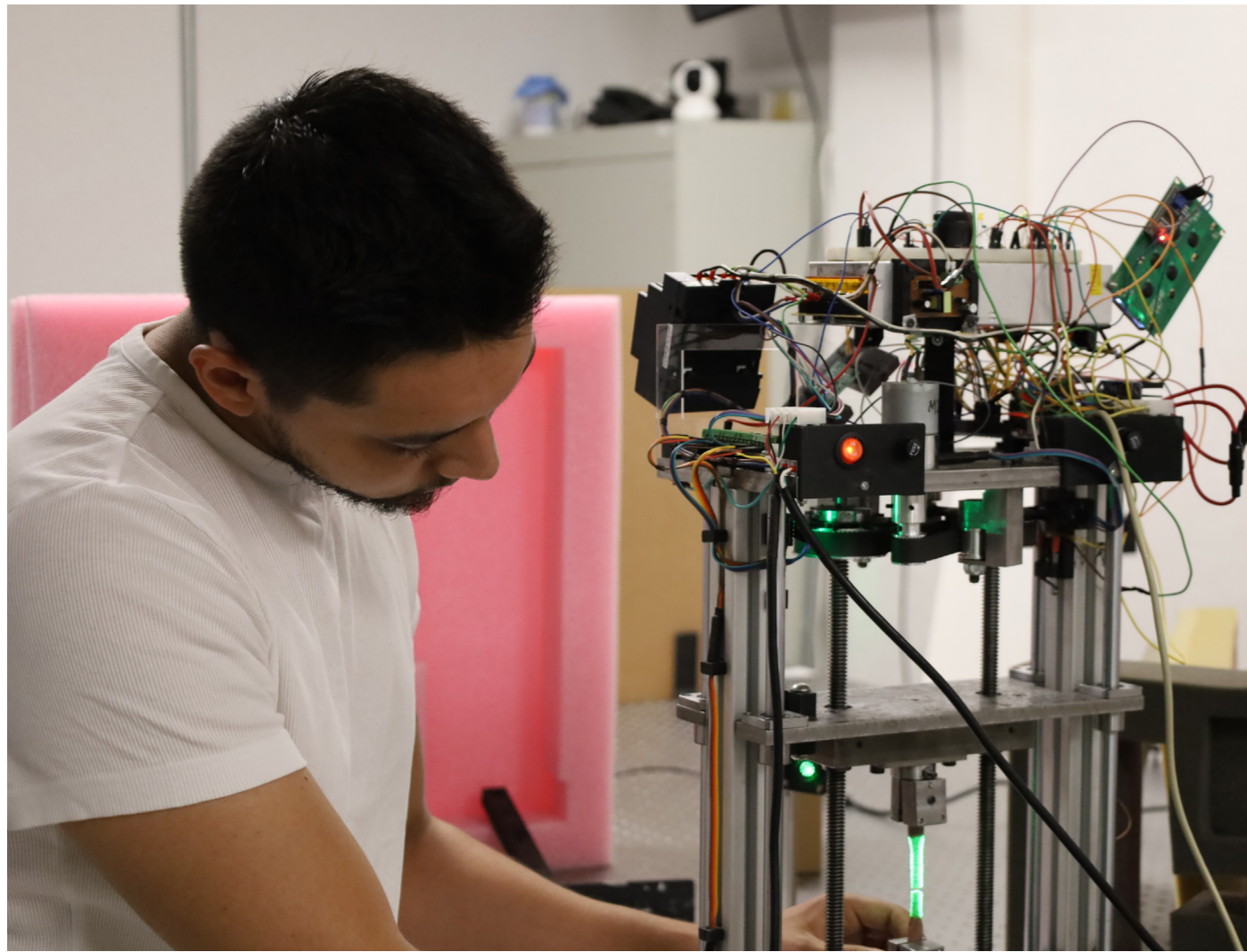
ARMANDO RUIZ MÁRQUEZ

El Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO) en Aguascalientes es una muestra del poder transformador de la investigación y la innovación. Con tan solo cinco personas, fue fundado en 1996 y ha experimentado un crecimiento sorprendente, teniendo como uno de sus objetivos primordiales el adaptarse a las necesidades de la ciencia, la industria local y la academia. Ahora, con un equipo de 4 personas administrativas y 10 personas investigadoras, 7 personas investigadoras tecnológicas y 11 personas técnicas dedicadas a proyectos que impactan directamente en sectores clave, el Centro pasó de ser una pequeña unidad de investigación a un referente de la región.

Ser un centro de investigación de vanguardia fue desde el principio una meta clara. En sus primeros años estuvo compuesto por un pequeño equipo de investigadores centrado en áreas como la espectrocolorimetría, caracterización de materiales, espectroscopia Raman y aplicaciones láser. Estas actividades no solo contribuyeron al conocimiento científico, sino también respondieron a las necesidades de industrias locales, como la automotriz, textil y metalmecánica, que encontraron en el Centro a un aliado estratégico para conseguir un genuino avance científico y tecnológico.

Gracias a una infraestructura que evolucionó a la par de sus investigaciones, desde su humil-





de comienzo en una casa rentada en el centro de la ciudad, el crecimiento del CIO se convirtió en una realidad. Ahora cuenta con dos unidades: Aguascalientes y el Centro de Innovación y Transferencia de Tecnología Automotriz de Aguascalientes (CITTAA). Dicha expansión fue clave para el desarrollo de los nuevos laboratorios y líneas de investigación; un ejemplo de esto es el laboratorio de fotometría y radiometría, que desde su creación en 2016 ha apoyado a industrias como la automotriz y las relacionadas con la iluminación y la arquitectura.

Dentro de los proyectos con una increíble importancia que hicieron posible el fortalecimiento

de su infraestructura y capacidades se encuentra el Laboratorio de Innovación y Caracterización de Sistemas Termosolares y Fotovoltaicos (LICS-TF) y el CITTAA. Estos son apenas un par de ejemplos de cómo los recursos se han aprovechado para el relevante impulso a la ciencia y la tecnología de la región. Además, trabajando en colaboración la Unidad Aguascalientes y el CITTAA, se logró consolidar al CIO como un pilar en innovación tecnológica en el Estado de Aguascalientes.

Desde sistemas fotovoltaicos hasta simulación térmica, pasando por biomateriales, mecatrónica, visión artificial, optoelectrónica y sensores

de fibra, el Centro se ha diversificado significativamente en los últimos ocho años y hoy en día cuenta con un portafolio de investigación mucho más extenso, lo que no solo lo ha fortalecido en el área de investigación, sino que también auspició la colaboración de sectores clave, como el de salud, agua y educación. A través del Posgrado Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (PICYT), se sigue formando parte activa en la educación superior y la contribución al desarrollo de las científicas y los científicos del mañana. Además, como parte de nuestro compromiso con la divulgación de la ciencia y el conocimiento realizamos visitas guiadas

para estudiantes de todos los niveles educativos e instituciones públicas y privadas.

Con la vista siempre enfocada hacia adelante, aún hay diversos desafíos y grandes oportunidades que se deben enfrentar. La creación de un posgrado en ingeniería óptica en Aguascalientes y la mejora y expansión de nuestra infraestructura son solo algunos de los proyectos que ya se han planteado. De igual manera, se sigue ampliando nuestro impacto y reafirmando nuestro compromiso con la ciencia, la tecnología y la innovación a través de la búsqueda de colaboraciones con otras instituciones como el CIDE, INFOTEC, CIMAT, CIATEQ y CentroGEO.



El CIO Aguascalientes experimentó una evolución impresionante en muy poco tiempo, lo que lo convierte en un referente para la investigación y desarrollo tecnológico. Gracias al esfuerzo y la visión de su equipo, este sigue siendo un motor de innovación, que no deja de aportar al crecimiento local y nacional. En un abrir y cerrar de ojos, esta institución pasó de ser un modesto proyecto a un centro de excelencia que sigue mirando hacia el futuro con optimismo y determinación. 🚩

LABORATORIO DE OPTOELECTRÓNICA: INVESTIGACIÓN APLICADA

RODOLFO MARTÍNEZ MANUEL / DANIEL A. MAY ARRIOJA

El Laboratorio de Optoelectrónica de la Unidad Aguascalientes del Centro de Investigaciones en Óptica, A. C. se enfoca en el diseño, fabricación y caracterización de dispositivos optoelectrónicos como son sensores de fibra óptica novedosos, fibras ópticas especiales, láseres sintonizables, y dispositivos integrados para diferentes aplicaciones (Fig. 1). En esta edición describimos algunas de las principales actividades que se llevan a cabo en nuestro laboratorio.

El laboratorio alberga a dos investigadores responsables del laboratorio, así como estudiantes

de posgrado (maestría y doctorado), estudiantes de pregrado, y doctores que realizan su posdoctorado. Tenemos también la participación de investigadores visitantes con quienes se realizan trabajos de investigación en colaboración. Los buenos resultados en investigación y desarrollo de tecnología nos han permitido aumentar nuestra colaboración nacional con otros centros de investigación y universidades como CICESE, INAOE, CICY, CINVESTAV, UGTO, UNAM, UAA, así como nuestra colaboración internacional con instituciones de otros países como Estados Unidos, Canadá, España, Suecia, Corea del Sur, y Sudáfrica.



Fig. 1 Foto del Laboratorio de Optoelectrónica de la Unidad Aguascalientes del CIO.

El trabajo colaborativo y multidisciplinario ha sido un aspecto clave que nos ha permitido obtener resultados de alto impacto. Entre las principales áreas que hemos trabajado se encuentran el desarrollo de fuentes ópticas a través del diseño, construcción y caracterización de láseres de fibra óptica, y en sensores de fibra óptica; estos últimos puntuales, multipunto y el estudio de esquemas distribuidos, a través del desarrollo de algoritmos novedosos para el procesamiento de señales.

En nuestro trabajo de investigación multidisciplinario más reciente se encuentran los

sensores de fibra óptica que utilizan algoritmos de reconocimiento de patrones. En este trabajo, desde nuestro laboratorio, desarrollamos un algoritmo de reconocimiento de patrones para señales de sensores de fibra óptica, que presentamos como una herramienta que puede utilizar la comunidad que trabaja en esta área. También, hemos propuesto e implementado un algoritmo que permite desarrollar sensores multi-punto y multi-paramétricos, que se refiere a un sistema que puede medir en varios puntos a lo largo de la misma fibra y que además puede medir más

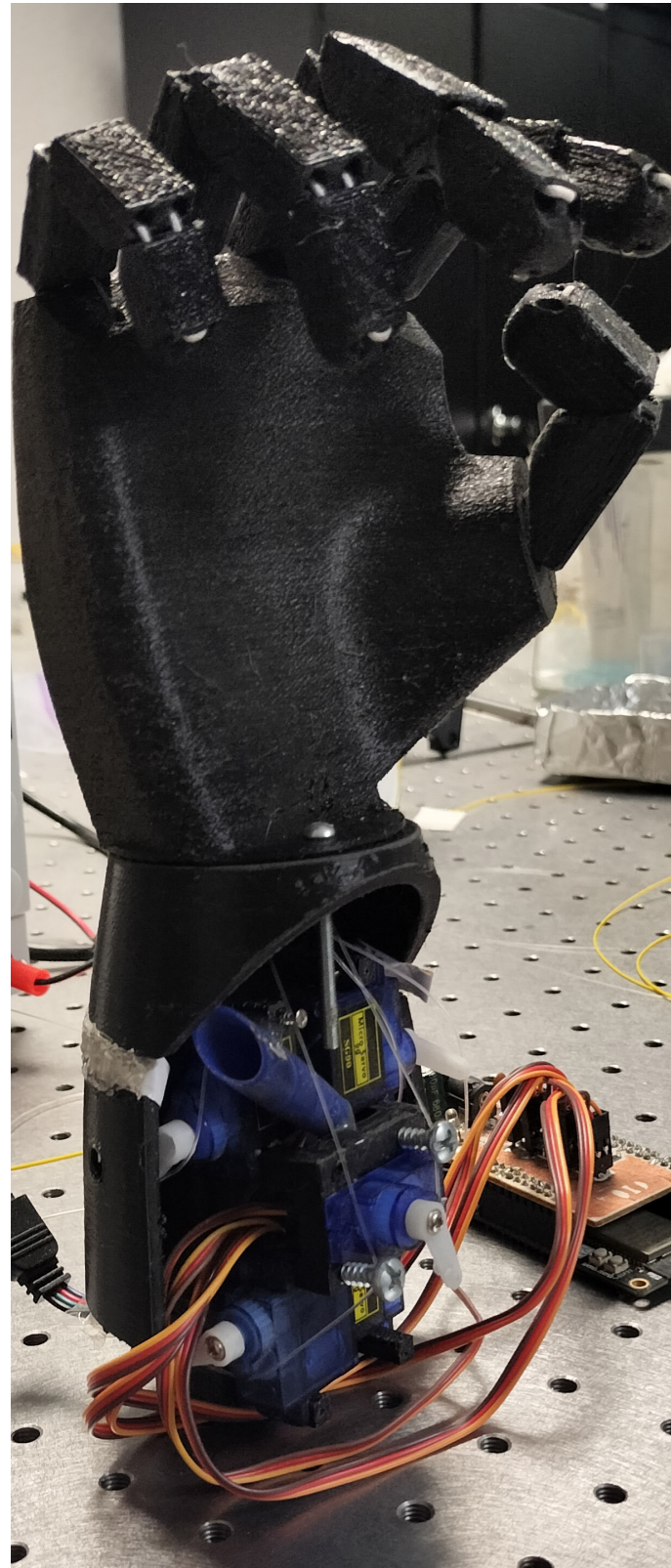


Fig. 2 Banco de pruebas para sensores multi-punto y multi-paramétrico desarrollado para aplicaciones en rehabilitación de movimientos de las manos.

de un parámetro de forma simultánea (Fig. 2). Lo anterior se ha desarrollado usando fibra óptica convencional. Sin embargo, es posible usar fibras ópticas especiales, esto es, fibras ópticas con geometrías no convencionales (Fig. 3a-d). Estas fibras especiales contienen huecos en donde pueden fluir líquidos y/o gases, múltiples núcleos cuyo acoplamiento genera señales periódicas que son fáciles de monitorear, así como combinaciones de estas características que permiten operación multiplexada y paramétrica.

Recientemente hemos estado colaborando en otras áreas donde la combinación de microfluídica y óptica se unen para obtener dispositivos que ayudan a entender fenómenos básicos y el desarrollo de biosensores. Por ejemplo, usando un chip microfluídico se separan los cloroplastos de agave, y se diseñó una fuente de iluminación uniforme con color intercambiable para estudiar los cambios genéticos inducidos por diferentes colores de luz visible en los cloroplastos (Fig. 3e). Durante la contingencia COVID-19 colaboramos para desarrollar un biosensor que nos permitió diagnosticar 50 pacientes a la vez y diseñamos y fabricamos un microscopio de fluorescencia invertido de bajo costo, para medir de forma sistemática la respuesta de las 50 muestras en el chip (Fig. 3f-i).

Además, participamos de forma activa en realizar servicios y desarrollos tecnológicos con la industria. Hemos trabajado fuertemente con la empresa Novatec León S. A. de C. V., con quienes hemos logrado obtener fondos para el desarrollo de cabinas para la inspección de guías de luz para el sector automotriz. También como parte del trabajo en nuestro laboratorio de optoelectrónica, actualmente se está desarrollando un sistema de interrogación de sensores de fibra óptica.

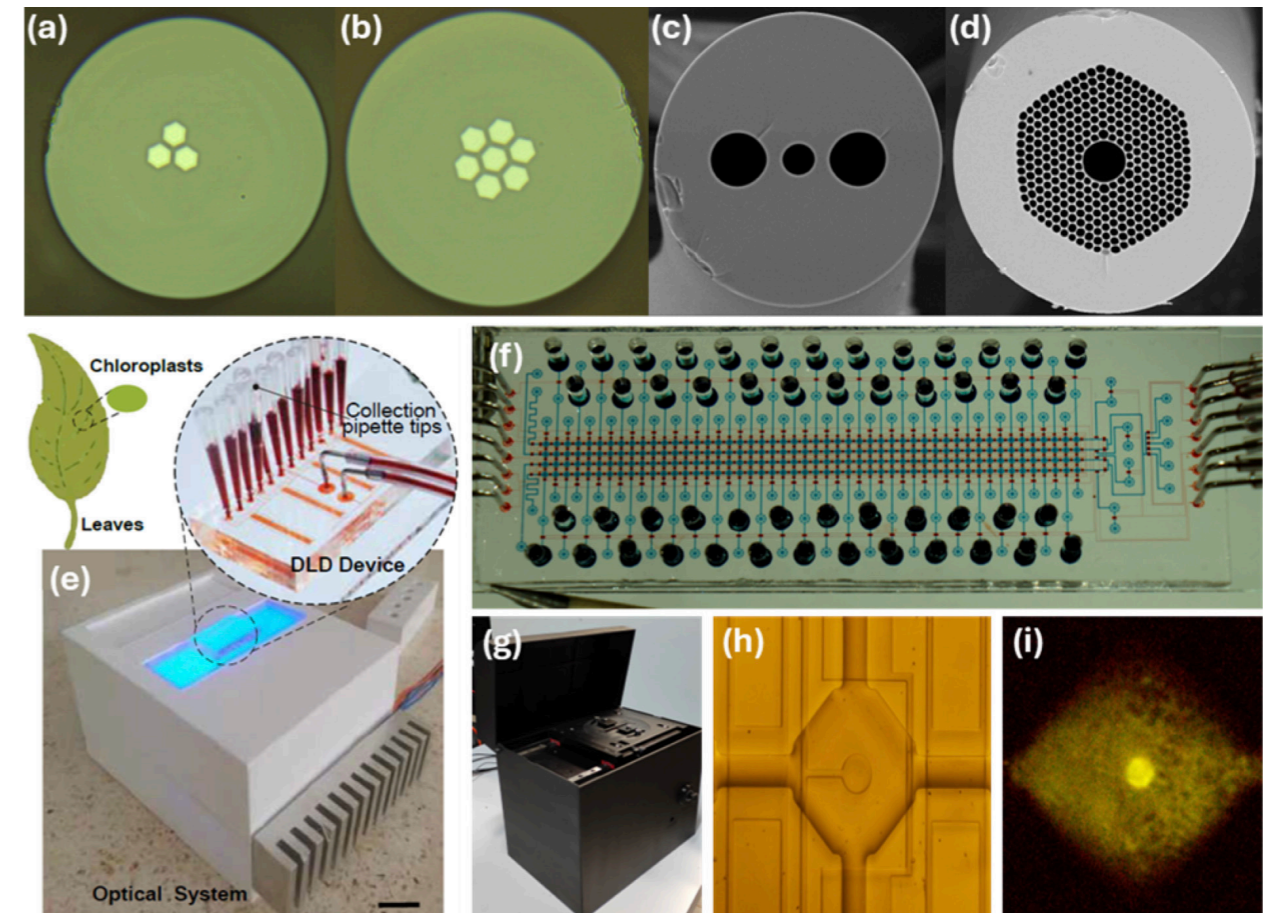


Fig. 3: (a)-(b) Fibras ópticas multinúcleo, (c)-(d) fibras ópticas microestructuradas, (e) chip para separar cloroplastos y sistema de iluminación uniforme, (f) chip biosensor para COVID-19, (g) microscopio invertido de fluorescencia de bajo costo, (h) imagen en campo claro de un biosensor, y (i) fluorescencia de una muestra positiva para COVID-19.

Estos sistemas son costosos en el mercado internacional, y este desarrollo nos permitirá tener un sistema versátil (ya que está siendo desarrollado en nuestro laboratorio, y podemos modificar sus características de acuerdo con la necesidad), un sistema más económico y sobre todo un sistema más robusto que permita llevar a cabo pruebas de sensores de fibra óptica fuera de ambientes controlados como es el laboratorio.

El trabajo de investigación a través de los años se ha reportado en revistas científicas internacionales del más alto reconocimiento, además de foros internacionales a través de pláticas en conferencias. En nuestro país, dicho trabajo se ha presentado en foros especializados a través de conferencias, talleres y pláticas en universidades, y también se han llevado a cabo charlas de divulgación de la ciencia dirigidas al público en general. ■

LUZ ESTRUCTURADA EN TU TAZA DE CAFÉ

GABRIELA FLORES COVA

En nuestro día a día convivimos con tantos fenómenos ópticos que la mayoría del tiempo no notamos su presencia. No nos damos cuenta de cómo la naturaleza puede llegar a confeccionar la luz en estructuras tan caprichosas que nos puede llegar a costar creer que lo que estamos viendo no es más que su obra. Un ejemplo de ello son las cáusticas, estas estructuras de luz se dan de manera natural y es posible observarlas en el fondo de las piscinas, dentro de una taza de café o en la sombra de un vaso cuando la

luz le incide a cierto ángulo, como se muestra en la *Figura 1*. Su formación se debe a la concentración de rayos de luz en curvas que forman cúspides debido a la reflexión o refracción de tales rayos en alguna superficie curva. Es posible expresar matemáticamente estos patrones de intensidad producidos por la concentración de rayos, y de hecho su estudio se remonta desde los tiempos del físico, astrónomo y matemático neerlandés Christiaan Huygens (1690) hasta la actualidad [1].

Fig. 1 Cáustica generada en la sombra de un vaso de vidrio.



Inspirados por tales estructuras creadas por la naturaleza, hoy en día es posible generar en el laboratorio haces de luz estructurada con patrones de intensidad que al igual que las cáusticas de las tazas de café (*ver Figura 2*), pueden ser modeladas matemáticamente mediante la integral de Pearcey [2]. Estos haces generados en el laboratorio se conocen como haces Pearcey-Gauss (*ver Figura 3*) y presentan propiedades exóticas como el autoenfoque, que sucede cuando el haz se concentra naturalmente en un punto de alta intensidad sin necesidad de lentes externos. Además, estos haces también poseen la sorprendente propiedad de autorrepararse: incluso si se encuentran con obstáculos que bloquean o interrumpen parte de su trayectoria, el haz puede reconfigurarse y recuperar su forma original más adelante en su recorrido [3]. Recientemente, en los laboratorios de nuestro centro de investigación se generaron por primera vez haces Pearcey-Gauss vectoriales, los cuales, a diferencia de los Pearcey-Gauss, resultan de una superposición no separable de los grados de libertad



Fig. 2 Cáustica generada dentro de una taza.



Fig. 3 Haz Pearcey-Gauss generado en el laboratorio.

espacial (la forma del haz) y la polarización (la dirección de oscilación del campo eléctrico), dando lugar a un haz con patrón de polarización exótico. La generación de estos haces se reportó en un artículo que ya ha sido aceptado para su publicación en la revista "Journal of Physics: Photonics". En este artículo se determinaron las distribuciones de intensidad y polarización a lo largo de la propagación de los haces Pearcey-Gauss vectoriales, comparándolas con simulaciones numéricas (ver Figura 4). Estos haces vectoriales propuestos se suman a la amplia familia de estados no separables de la

luz y se anticipa que ambos tipos de haces encontrarán aplicaciones en campos tan diversos como la metrología y las pinzas ópticas, entre otros. ▀

Referencias:

- [1] *Traité de la lumière. Où sont expliquées les causes de ce qui lui arrive dans la réflexion, & dans la réfraction. Et particulièrement dans l'étrange réfraction du cristal d'Islande.* Par C. H. D. Z. [Huygens]. Avec un Discours de la cause de la pesanteur. (s. f.). Gallica. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b86069987/f139.item#>
- [2] Pearcey, T. (1946). XXXI. The structure of an electromagnetic field in the neighbourhood of a cusp of a caustic. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 37(268), 311-317. <https://doi.org/10.1080/14786444608561335>
- [3] James D. Ring, Jari Lindberg, Areti Mourka, Michael Mazilu, Kishan Dholakia, and Mark R. Dennis, "Auto-focusing and self-healing of Pearcey beams," *Opt. Express* 20, 18955-18966 (2012)

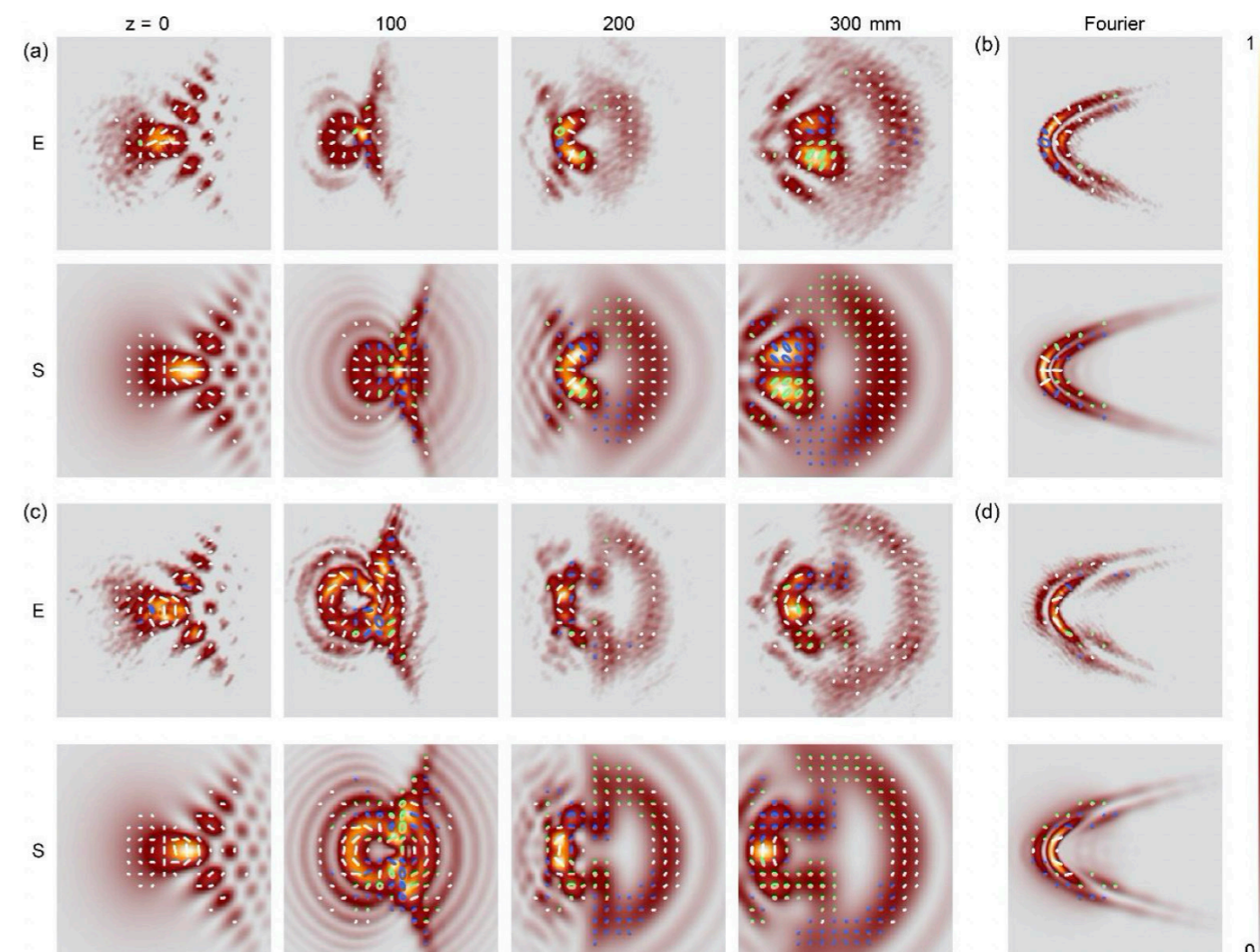
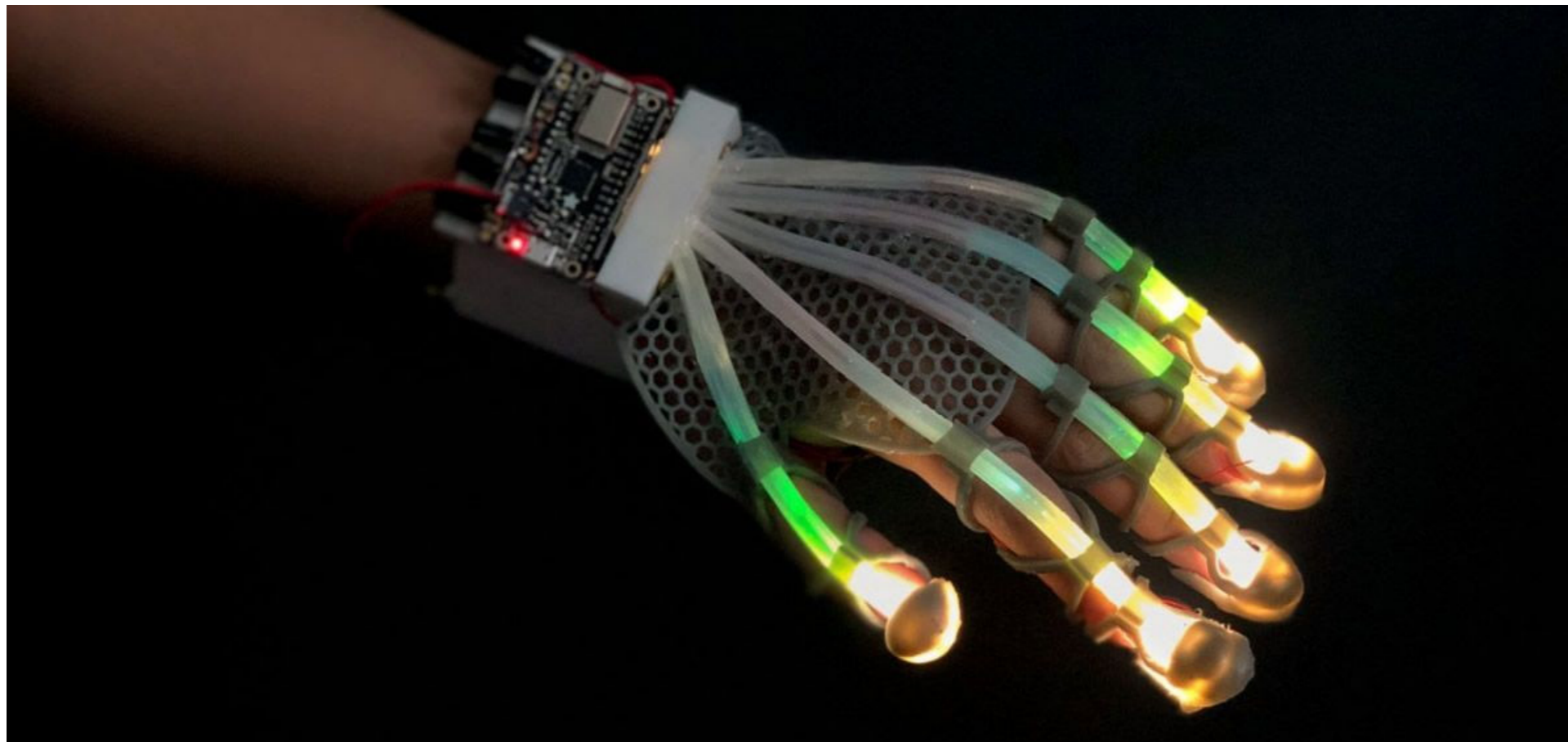


Fig. 4 Distribuciones de polarización transversal combinadas con los patrones de intensidad de los haces de luz llamados vórtices vectoriales Pearcey (VVPeG), mostrados en diferentes puntos a lo largo de su trayectoria de propagación. Las imágenes (a) y (b) corresponden a haces VVPeG con cargas topológicas $\ell = \pm 1$, mientras que (c) y (d) muestran haces con $\ell = \pm 2$. Estos haces se generaron utilizando placas-q con valores de $q=1/2$ y $q=1$, respectivamente. Los resultados experimentales (E) están en la parte superior, mientras que las simulaciones numéricas (S) se encuentran en la parte inferior. Las imágenes (b) y (d) representan los resultados en el campo lejano. Las elipses azules y verdes indican polarización circular derecha e izquierda, respectivamente, mientras que las líneas blancas representan polarización lineal.

JONATHAN ESQUIVEL HERNÁNDEZ / RODOLFO MARTÍNEZ MANUEL

DEL LABORATORIO AL PACIENTE: EL DISEÑO DE SENSORES DE FIBRA ÓPTICA PARA MONITOREO DE REHABILITACIÓN

Sistema implantado en los dedos de un guante (Foto. Universidad de Cornell)



En los últimos años, los sensores de fibra óptica (SFO) han transformado la monitorización médica gracias a su versatilidad y precisión. Además, su combinación con algoritmos de aprendizaje profundo mejora el reconocimiento de patrones (RP), optimiza el rendimiento y amplía su aplicación en diversas áreas médicas, como el monitoreo de la actividad cardiovascular, la detección de tensión muscular y el control de funciones respiratorias [1].

Los SFO son efectivos para medir parámetros fisiológicos como temperatura, curvatura y presión, esenciales en terapias de rehabilitación. Su diseño compacto y flexible facilita su integración con equipos de ejercicios para terapias fisiológicas, ofreciendo una alternativa tecnológica potente y adaptable. La medición de curvatura en articulaciones es clave en la rehabilitación física, dado que no solo ayuda a diagnosticar la pérdida funcional de movimiento, sino también a evaluar tanto la gravedad del problema como el progreso en los tratamientos. No obstante, el monitoreo de curvatura de fibra óptica enfrenta desafíos importantes como, por ejemplo, controlar el pequeño radio de curvatura, la baja elasticidad de las fibras de sílice y que el sensor de curvatura es sensible a cambios de temperatura [2]. Por otro lado, también es crucial asegurar la repetibilidad y portabilidad del sistema. Para superar estos obstáculos, diversos investigadores en diferentes laboratorios del mundo están desarrollando solu-

ciones innovadoras, como el uso de fibras plásticas y materiales flexibles combinados con algoritmos de procesamiento de datos.

Frente a la necesidad de soluciones asequibles para poblaciones vulnerables de México y el mundo, la Unidad Aguascalientes del Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. está desarrollando una propuesta a través del proyecto de posgrado "Investigación y desarrollo de ortesis inteligentes para el monitoreo de las articulaciones de la mano" desarrollado por el MCyT Jonathan Esquivel Hernández, bajo la supervisión del Dr. Rodolfo Martínez Manuel. Este proyecto busca avanzar en el desarrollo de SFO y algoritmos de RP.

Como resultado de este trabajo, se ha generado conocimiento valioso para abordar los desa-

fíos del desarrollo de sensores de curvatura. Se han diseñado sensores compactos para medición de temperatura [3] y sistemas para monitorear curvaturas utilizando algoritmos de RP [4]. En cuanto a la portabilidad, se han mejorado los sensores mediante el uso de diodos láser de tipo de retroalimentación distribuida, DFB por sus siglas en inglés, y la reducción de la no linealidad de su barrido de longitud de onda en interferómetros Fabry-Pérot [5]. Además, se ha avanzado en el uso de inteligencia artificial para procesar datos de sensores [6]. Como resultado de estos avances se instrumentó un resorte de extensión que integra un sensor de fibra óptica multimodo en su estructura, como se muestra en la *figura 1*. Este sistema, junto con algoritmos de RP para el análisis de los espectros

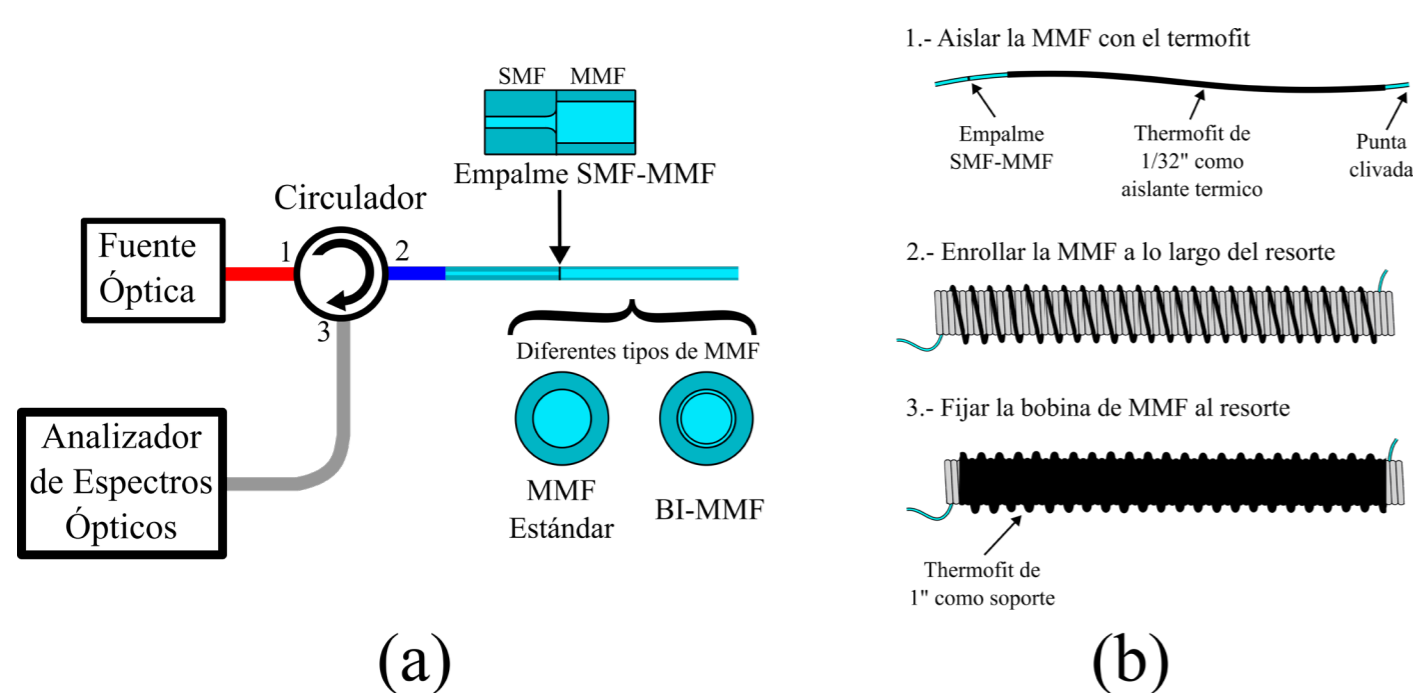


Fig. 1 (a) Configuración experimental del interferómetro multimodal (IMM), nótese que en este proyecto se exploró diversos tipos de fibra multimodo ya sea por diferente tamaño de núcleo (BI-MMF) y diferentes tipos de núcleos como núcleo elíptico (ECF). (b) Proceso de colocación del IMM al resorte.

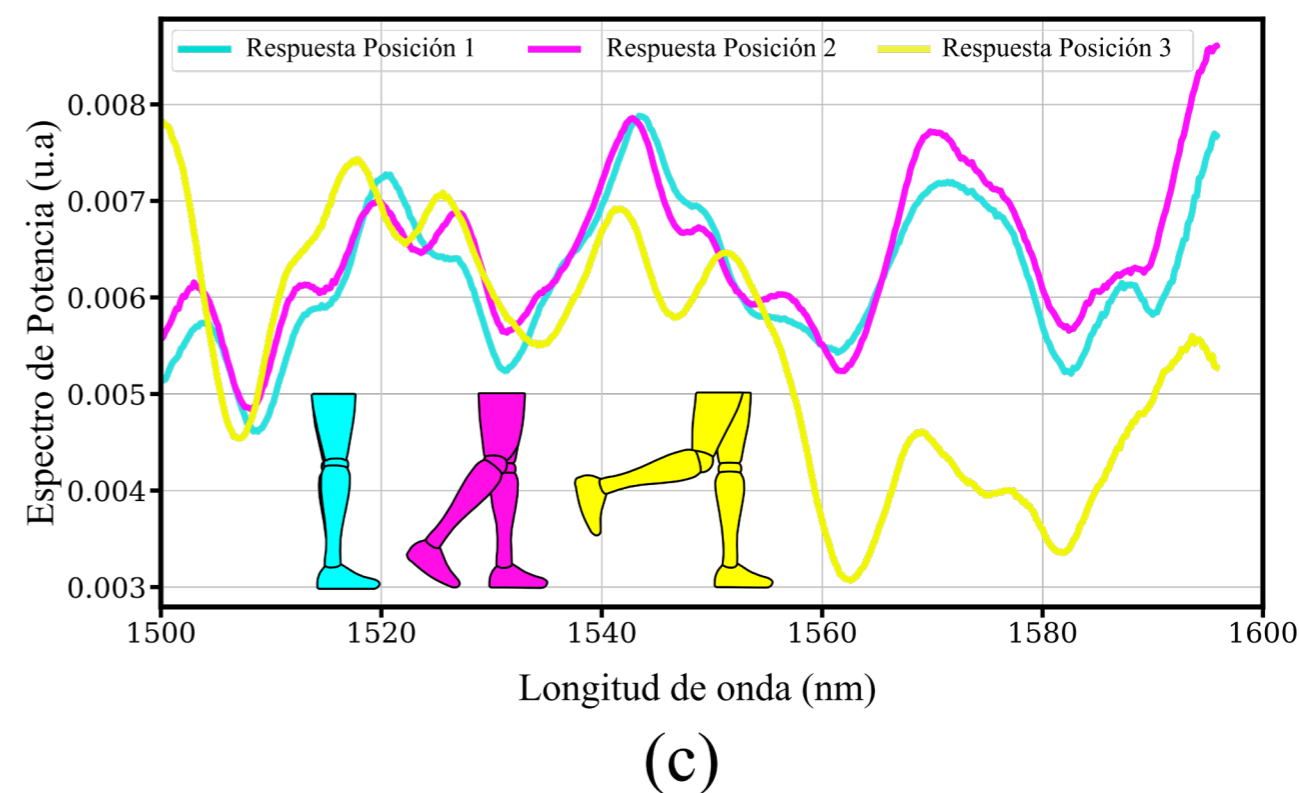
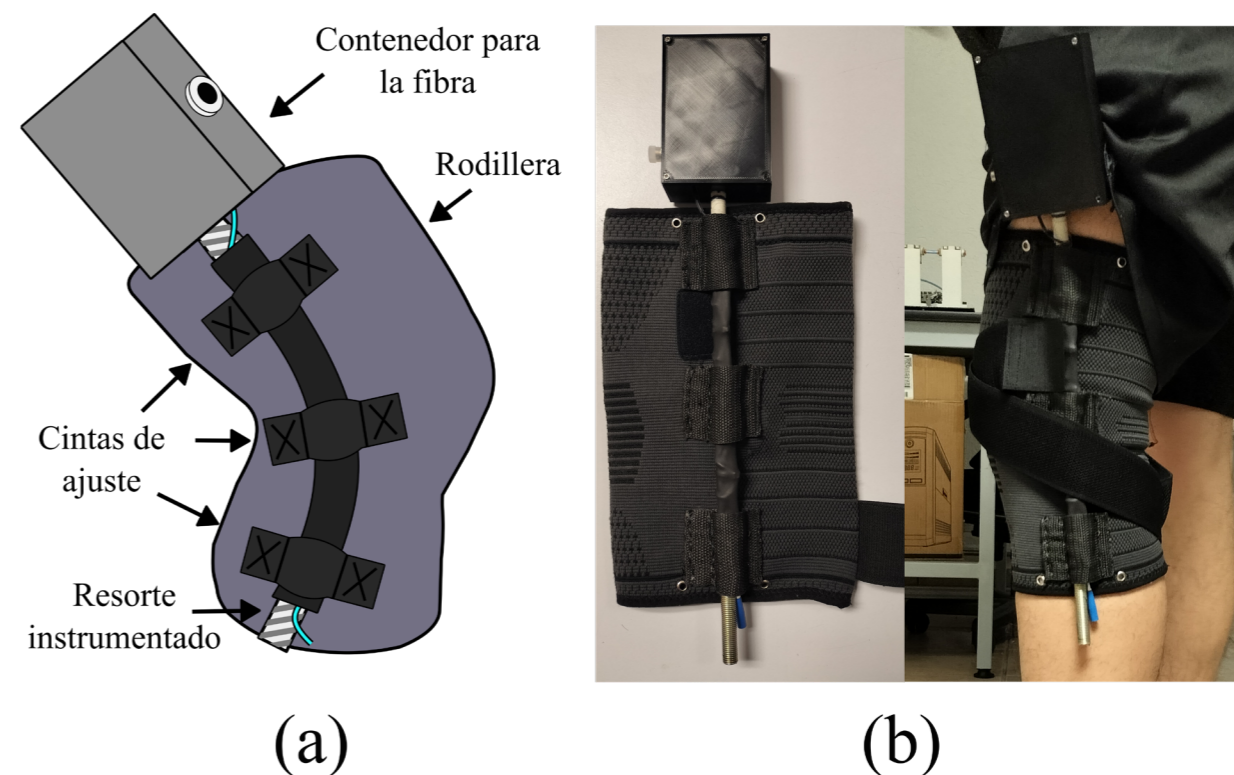
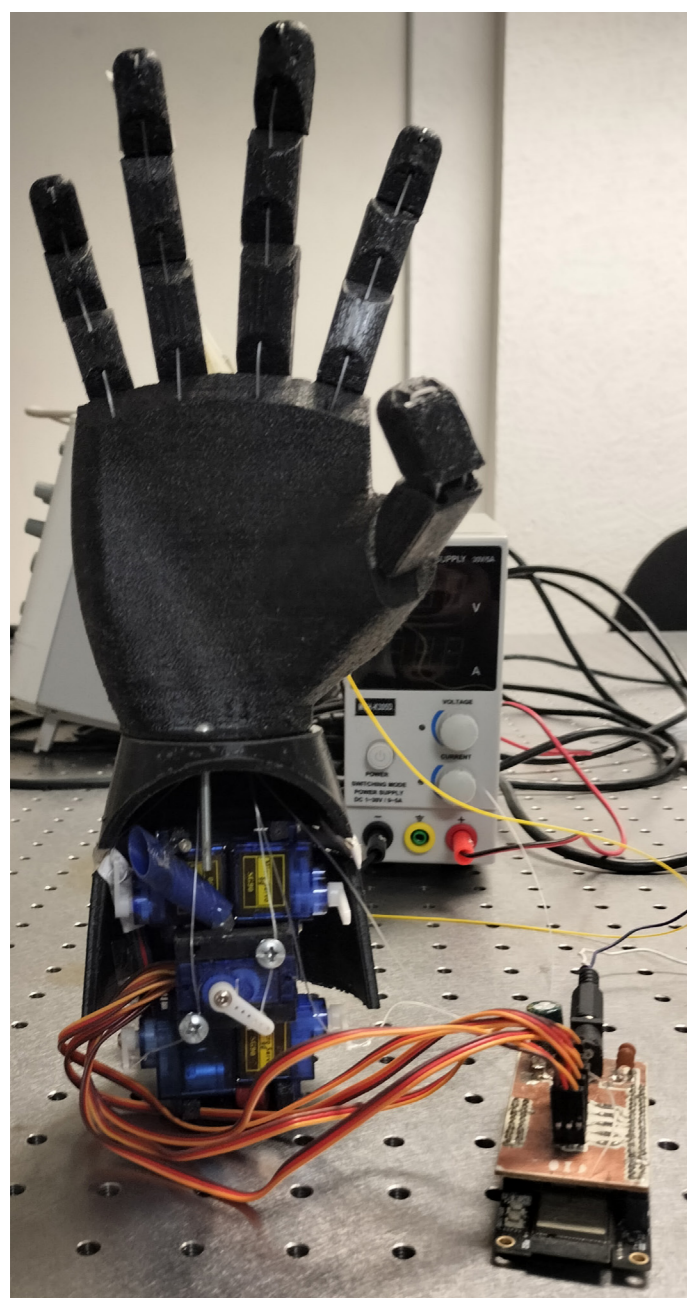



Fig. 2 (a) Diagrama de la rodillera instrumentada. (b) Fotos de la rodillera instrumentada. (c) Espectros obtenidos en tres posiciones diferentes de la rodilla.

Fig. 3 Banco de pruebas basado en un animatrónico de la mano.



obtenidos, contribuye al desarrollo de un sistema funcional y efectivo. Un ejemplo práctico de su uso es su integración en una rodillera diseñada para registrar espectros en diferentes posturas de la rodilla, como se observa en la *figura 2*. Estos datos permiten conocer la movilidad de las articulaciones, la cual se analiza mediante algoritmos de RP.

En el futuro, se planea desarrollar una mano robótica como banco de pruebas para simular el movimiento humano y evaluar con precisión el rendimiento del sensor, como se ilustra en la *figura 3*. Además, se está trabajando en un dispositivo portátil, resistente y fácil de usar, que combina una fuente óptica y un detector en un solo equipo. Esto permitirá monitorear los sensores de fibra óptica fuera del laboratorio de manera práctica y accesible (ver *figura 4*). Finalmente, se está desarrollando un soporte basado en un exoesqueleto para montar los sensores tanto en el banco de prueba como directamente en la mano del usuario.

Este proyecto demuestra cómo la tecnología de SFO puede mejorar la calidad de vida de las personas con problemas de movilidad, brindando soluciones innovadoras y prácticas. Al combinar los avances de investigación del CIO con las necesidades de monitoreo de los pacientes, estamos allanando el camino para hacer la rehabilitación más accesible y adaptable. 

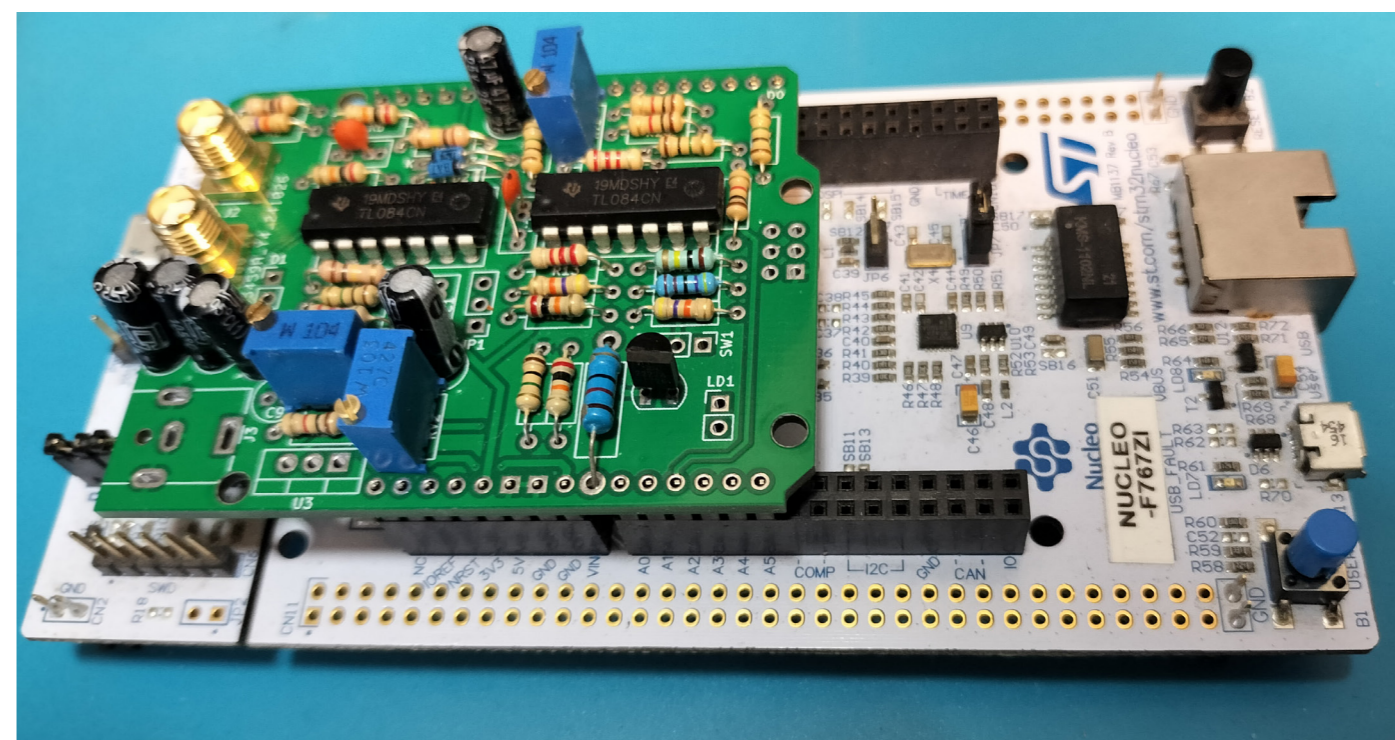


Fig. 4 Interrogador portátil con control basado en una tarjeta de desarrollo de ST electronics.

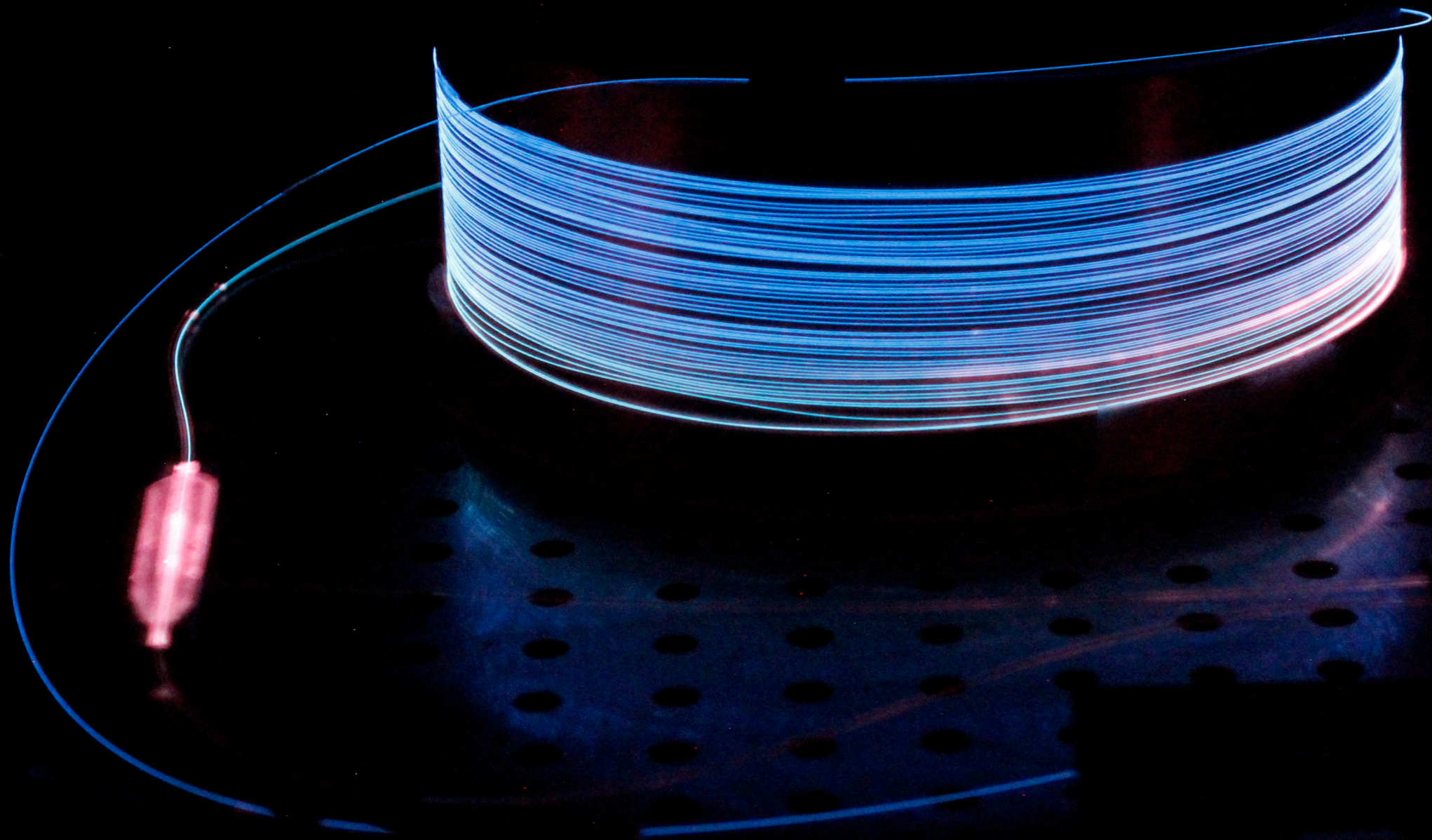
Referencias:

- [1] X. Zhang, C. Wang, T. Zheng, H. Wu, Q. Wu, and Y. Wang, "Wearable optical fiber sensors in medical monitoring applications: A review," *Sensors*, vol. 23, no. 15, p. 6671, 2023.
- [2] M. Lei, Z. Wang, and F. Chen, "Ballet Form Training Based on Media Pipe Body Posture Monitoring," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2637, no. 1, p. 012019, 2023.
- [3] J. Esquivel-Hernández, R. Martínez-Manuel, D. Maldonado-Hurtado, L. M. Valentín-Coronado, D. Barrera, H. García-Miquel, and S. Sales, "Ambiguity-free, multi-parametric, and multi-point fiber refractometer based on the Hilbert transform," *IEEE Sensors Journal*, vol. 24, no. 20, p. 32179-32184, 2024

[4] L. M. Valentín-Coronado, R. Martínez-Manuel, J. Esquivel-Hernández, M. de los Angeles Martínez-Guerrero, and S. LaRochelle, "Bending classification from interference signals of a fiber optic sensor using shallow learning and convolutional neural networks," *Pattern Recognition Letters*, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2024.06.029>.

[5] R. Martínez-Manuel, J. Esquivel-Hernández, and S. LaRochelle, "Nonlinearity reduction in a fiber Fabry-Perot interferometer interrogated by a wavelength scanning optical source," *IEEE Sensors Journal*, vol. 22, no. 10, pp. 9433-9439, 2022.

[6] J. Esquivel-Hernández, R. Martínez-Manuel, L. M. Valentín-Coronado, D. Barrera, and S. Sales, "Pattern-recognition-based dual-point fiber temperature sensor using a reliable synthetic database," *IEEE Sensors Journal*, vol. 24, no. 6, p. 7850-7857, 2024



POLARIMETRÍA DE IMÁGENES PARA CLASIFICAR MIELES MEXICANAS

JUAN MANUEL LÓPEZ TÉLLEZ / CLAUDIO FRAUSTO REYES

Panal, pixabay.com



La miel de abeja ha servido como opción alimenticia y terapéutica popular para los seres humanos desde la antigüedad. Su uso se remonta a más de 3000 años, como se evidencia en registros históricos de diversas civilizaciones antiguas.

En México, la producción de miel tiene un papel socioeconómico y ecológico relevante. En la actualidad, esta actividad ha ubicado al país como el quinto y noveno exportador y productor de miel a nivel mundial, respectivamente. La miel exhibe propiedades fisicoquímicas particulares según su procedencia geográfica, reflejo de los procesos de floración únicos de cada región. Así, se clasifica como miel monofloral o multifloral. La miel monofloral es aquella que proviene predominantemente de una sola especie vegetal. Este tipo de miel se comercializa con el nombre de la planta de

la que procede, como por ejemplo miel de lavanda, de manglar o de mezquite. Además de carbohidratos, fructosa, glucosa y sacarosa, que son sus principales constituyentes, la miel también contiene diferentes cantidades de vitaminas, minerales, proteínas y aminoácidos.

En el mercado global, los consumidores valoran mucho la miel de alta calidad procedente de diversos orígenes botánicos y geográficos. Desafortunadamente, la miel suele ser adulterada con edulcorantes baratos o incluso falsificada, con el fin de obtener mayores ganancias de su comercialización. Esto no sólo representa un engaño comercial, sino que también puede tener implicaciones para la salud de los consumidores, ya que algunos de los adulterantes utilizados pueden ser alérgenos. Por lo tanto, es importante desarrollar métodos analíticos

fiables que permitan garantizar la autenticidad de la miel y detectar posibles adulteraciones.

En el sector apícola, se han implementado diversos métodos fisicoquímicos para el control de calidad. Algunos de estos métodos requieren costosos instrumentos especializados y personal altamente capacitado para realizar elaboradas pruebas que requieren mucho tiempo y entornos controlados. Estas condiciones han aumentado el interés por explorar el uso y desarrollo de nuevas técnicas ópticas para fines de inspección. Dado que la miel contiene compuestos químicos fluorescentes, comúnmente conocidos como fluoróforos, la espectroscopia

de fluorescencia se presenta como una alternativa viable para analizar la miel. La espectroscopia de fluorescencia es una técnica ampliamente utilizada para estudiar las propiedades de fluorescencia de las sustancias, lo que tiene numerosas aplicaciones en diversos campos como la química orgánica e inorgánica, la biotecnología y la industria alimentaria.

Por otra parte, existen otras técnicas analíticas para la caracterización de materiales, como la polarimetría. La polarimetría es una herramienta analítica versátil con diversos usos científicos y tecnológicos, entre los que se incluyen el análisis de materiales, la percepción remota y el control

de calidad industrial. La reciente introducción de sensores comerciales asequibles para adquisición de imágenes en luz polarizada ha ampliado considerablemente sus aplicaciones potenciales enfocadas a la inspección visual. Teniendo en cuenta estas nuevas tecnologías disponibles, en la Unidad Aguascalientes del CIO se ha desarrollado una técnica basada en la polarimetría de imágenes de fluorescencia para la caracterización y clasificación de la miel[1], en donde el grado de polarización lineal de la señal de la fluorescencia se correlaciona con el origen botánico, la pureza y el estado de cristalización de la miel (véase la figura 1).

Las principales ventajas de este sistema radican en su facilidad de implementación y en la rapidez de análisis, lo que lo convierte en una potencial herramienta complementaria para monitorear la autenticidad y la pureza de la miel. Por otro lado, la técnica propuesta podría emplearse para estudiar otros materiales fluorescentes, lo que amplía sus potenciales aplicaciones a diversos campos científicos y tecnológicos. ▀

Referencias:

1. J. M. López-Téllez, C. Frausto-Reyes, et al., "Fluorescence-Signal Imaging Polarimetry for Characterization of Mexican Honeys," *Applied Optics* (2024). <https://doi.org/10.1364/AO.541476>

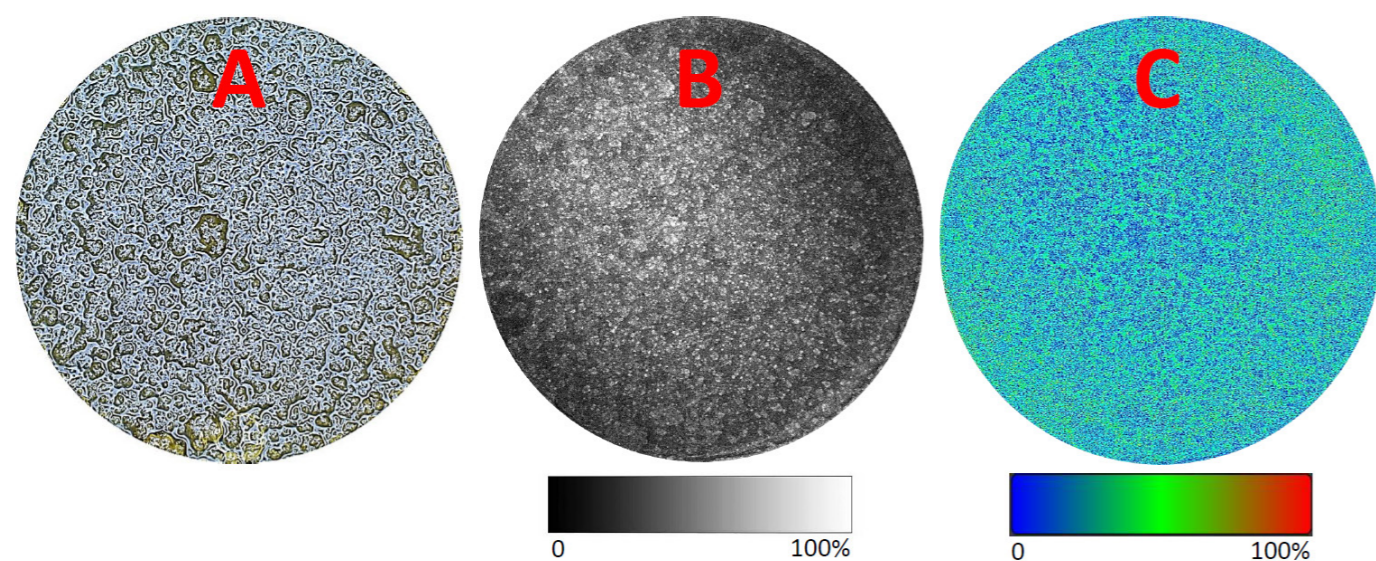


Fig. 1 Imágenes óptica, espectroscópica y polarimétrica de la miel de abeja de flor de mangle proveniente del estado de Veracruz, México, mostrando: (A) fotografía a color de miel pura cristalizada, (B) intensidad de su señal de fluorescencia inducida por láser y (C) grado de polarización lineal.



Miel, Image Bank

AEROGEL:

INNOVACIÓN Y FUTURO EN LA ENERGÍA SOLAR DESDE AGUASCALIENTES

CARLOS ANTONIO PINEDA ARELLANO

En la Unidad Aguascalientes del Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO), un equipo de investigadores trabaja en la búsqueda de materiales avanzados con un enfoque particular: los aerogeles, un tipo de material que promete revolucionar la eficiencia energética. Bajo la dirección del Dr. Carlos A. Pineda Arellano en el Laboratorio de Química Solar, el CIO se posiciona como un referente nacional en la investigación de aerogeles, especialmente en el campo de la energía solar.

Los aerogeles (*Fig. 1*), conocidos por su increíble ligereza y estructura porosa, son conside-

rados materiales del futuro por su capacidad única para aislar el calor y permitir el paso de la luz. Con una densidad extremadamente baja y una red interna de nanoporos, los aerogeles son capaces de reducir al mínimo la pérdida de calor, lo que los convierte en candidatos ideales para aplicaciones en energía solar térmica. En el Laboratorio de Química Solar, estudiantes de pregrado y posgrado están trabajando en la optimización de aerogeles de sílice para su uso en receptores solares, buscando mejorar la eficiencia de estos sistemas y contribuir a un mayor aprovechamiento de la energía solar.

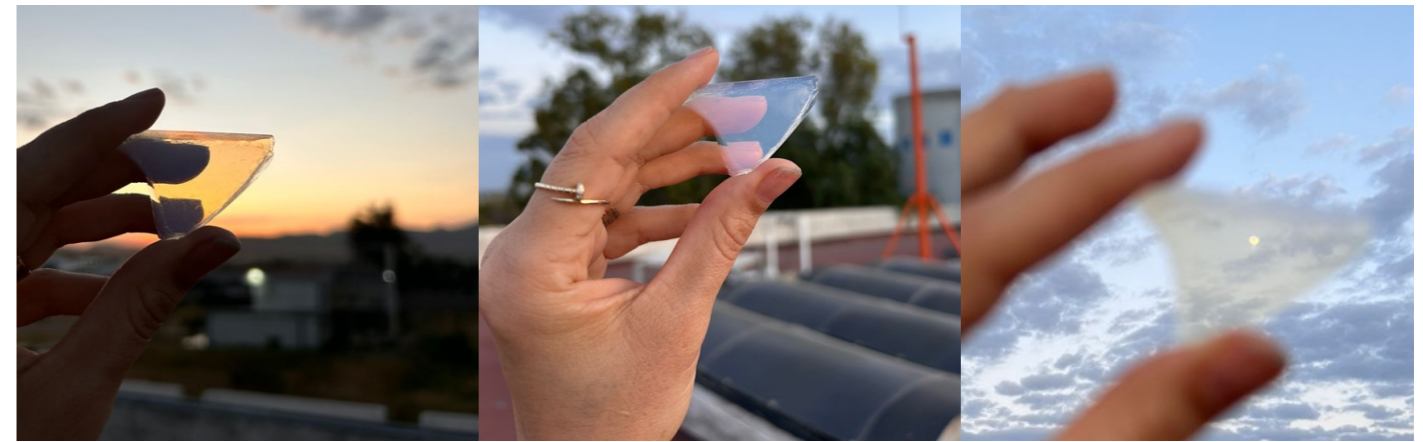


Fig. 1 Aerogel de óxido de silicio.

Este material es revolucionario en muchos aspectos. No solo es ultraligero, sino que también ofrece un rendimiento excepcional como aislante térmico, lo cual es fundamental para capturar y mantener la energía solar sin pérdidas significativas. A través de esta tecnología, los sistemas solares pueden mantener un mayor nivel de eficiencia al minimizar la pérdida de energía por emisión de calor, un problema común en las aplicaciones solares actuales.

Además de sus aplicaciones en energía solar, los aerogeles son utilizados en sectores como

la industria aeroespacial, donde su resistencia y capacidad de aislamiento permiten soportar condiciones extremas. En el CIO, la investigación no se limita solo a sus propiedades térmicas; también se explora el uso de aerogeles en la captura de partículas contaminantes y en la producción de materiales respetuosos con el medio ambiente. Este enfoque integral posiciona al Laboratorio de Química Solar en Aguascalientes como un referente tecnológico con impacto en diversos sectores, incluyendo el uso en celdas solares y en descontaminación de agua.

La historia de los aerogeles en el CIO refleja una evolución constante hacia la innovación. El laboratorio ha creado prototipos de receptores solares (Fig. 2) que utilizan aerogeles como aislantes, y los resultados preliminares muestran una notable mejora en la eficiencia de conversión energética en comparación con los sistemas convencionales. Al implementar aerogeles de sílice en sus proyectos, el CIO se sitúa a la vanguardia en la investigación de materiales de alta tecnología en México, con un enfoque en el uso de estos materiales para mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental.

El Dr. Pineda Arellano y su equipo trabajan también en la reducción de los costos de producción de aerogeles, un factor que ha limitado su adopción en aplicaciones comerciales. Con estos esfuerzos, se espera que los aerogeles puedan llegar a ser una opción accesible para el mercado energético, y una herramienta clave en la transi-

ción hacia energías limpias. “Nuestro objetivo es desarrollar materiales que no solo sean eficientes, sino también sostenibles y accesibles.”

A través de proyectos como “Estudio sobre materiales aislantes térmicos de frontera, como alternativa para mitigar las pérdidas energéticas en sistemas termosolares” financiado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), el CIO en Aguascalientes está liderando una nueva era de innovación en energías renovables, mostrando el potencial de los aerogeles no solo en el ámbito científico, sino también en aplicaciones que benefician a la sociedad. Con un enfoque en la sostenibilidad, la accesibilidad y el alto rendimiento, la investigación del CIO sobre aerogeles coloca a México en el mapa de la ciencia y tecnología de materiales avanzados, impulsando un futuro más limpio y eficiente para las generaciones venideras. ▀

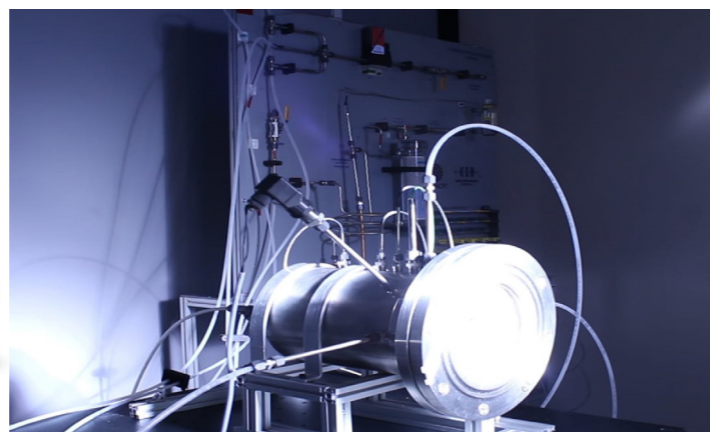
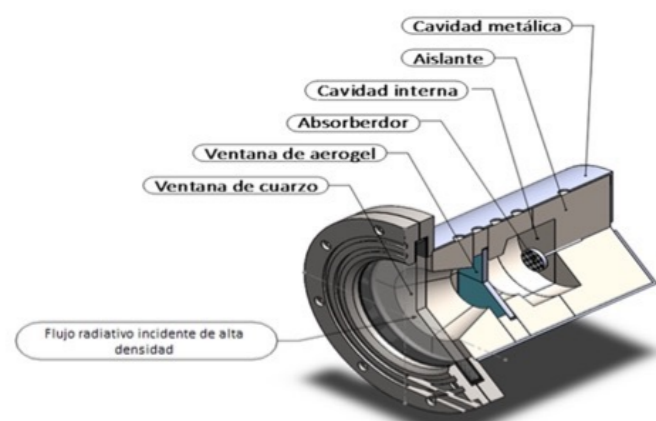


Fig. 2 Reactor solar termoquímico con propuesta de ventana selectiva de aerogel.



Aerogel, Image Bank

LA CATRINA CIENTÍFICA: “HASTA LOS HUESOS DE LA CIENCIA”

ARTURO DÍAZ PONCE

El estado de Aguascalientes se ha convertido en un centro de divulgación científica con la realización de La Catrina Científica, un evento bianual que en sus primeras dos ediciones ha logrado reunir a estudiantes, académicos, investigadores y profesionistas interesados en la divulgación de la ciencia aplicada y la tecnología. Este seminario es organizado, principalmente, por estudiantes de posgrado de la Unidad Aguascalientes del Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO), y ha contado con el apoyo de los doctores Arturo Díaz Ponce y Carlos A. Pineda Arellano, quienes han guiado y respaldado a los organizadores en el proceso de desarrollo del evento.

La primera edición de La Catrina Científica, celebrada en 2021, marcó un hito en la región al reunir a 112 participantes de distintas instituciones. El objetivo del seminario fue fomentar el interés en la ciencia y la tecnología mediante la realización de talleres y ponencias que destacaron tanto la relevancia académica como el impacto de estas disciplinas en la industria. La respuesta de la comunidad científica y estudiantil fue muy vasta, atrayendo a ex-alumnos nacionales e internacionales, investigadores y miembros del sector industrial, lo cual consolidó la relevancia de La Catrina Científica en el panorama de la divulgación en México.





El éxito alcanzado en esta primera edición impulsó la organización de una segunda versión en noviembre de 2023, en la que se duplicó el número de asistentes, alcanzando un total de 202 participantes. En esta ocasión, el evento incluyó una programación más amplia que abarcó seis talleres especializados, ocho ponencias virtuales y dos conferencias magistrales presenciales. Uno de los momentos más destacados fue la visita a los laboratorios de la Unidad Aguascalientes del CIO, donde los asistentes pudieron experimentar de cerca los avances en investigación que se desarrollan en esta institución. Además, se llevó a cabo una mesa de debate sobre inteligencia ar-

tificial, un tema de gran interés y actualidad que capturó la atención de los participantes.

Los objetivos principales de La Catrina Científica se han mantenido firmes desde su inicio: incentivar el intercambio de conocimientos, inspirar la creatividad y fortalecer la interacción entre los sectores académico, social e industrial en un ambiente cálido de una manera divertida y única. Este seminario no solo ofrece un espacio para la divulgación de ciencia y tecnología, sino que también genera un entorno de colaboración y aprendizaje continuo para los estudiantes y profesionistas de la región. Con el respaldo del CIO y la dirección de los doctores Díaz Ponce y



Pineda Arellano, los estudiantes organizadores han demostrado un compromiso excepcional en cada detalle, desde la convocatoria y difusión hasta la logística y ejecución de las actividades.

Es importante resaltar que las actividades de La Catrina Científica han sido transmitidas a través de plataformas en línea, permitiendo un mayor alcance y facilitando que las personas interesadas puedan acceder a las ponencias y talleres desde distintas partes del país. Los videos de las conferencias están disponibles en la página de Facebook del CIO (https://www.facebook.com/p/Catrina-cientifica-100075921085506/?_rdr); esto

permite que el contenido del evento siga impactando y generando interés aún después de su realización. Además, también se pueden consultar mayores detalles de la siguiente edición de La Catrina Científica 2025, la cual se ha programado para noviembre de 2025, y se espera que continúe creciendo en alcance y relevancia, consolidándose como un referente en la divulgación científica en México. Gracias al esfuerzo conjunto de estudiantes y supervisores, y a la creciente participación de la comunidad, La Catrina Científica continúa inspirando a nuevas generaciones a sumergirse en el fascinante mundo de la ciencia. ■



BIBLIOTECA MSP, DE CÓMO HEMOS LOGRADO MANTERNOS VIGENTES A PROPÓSITO DEL DÍA INTERNACIONAL DE LAS BIBLIOTECAS EL PASADO 24 DE OCTUBRE

JANET IRINA PRECIADO WIECHERS

Pregunta obligada en tiempos tecnológicos en donde una infinidad de posibilidades están al alcance de un dedo: ¿cómo una biblioteca puede mantenerse a la vanguardia? Más aún, si le adicionamos que la pandemia impulsó el consumo de información incuantificable de forma digital y remota, pues sí, sin duda es un reto, y uno al que no todas las bibliotecas sobrevivirán.

¿Qué estamos haciendo en la Biblioteca Marija Strojnik Pogacar (MSP) para sortear la avalancha tecnológica? Son varias acciones que se han

puesto en marcha con resultados positivos; para empezar, el lanzamiento del apartado de solicitud de bibliografía en el sistema Ares, el cual es rápido, amigable y ordenado. En este sistema, el Comité de Biblioteca actualmente integrado por la Dra. Valeria Piazza y el Dr. Juan Luis Pichardo, evalúa la pertinencia del material solicitado por el personal del Centro, garantizando así la compra de material de alto valor documental para el acervo, esto es, optimización de los recursos y compras acertadas que respondan a necesidades específicas.

BIBLIOTECA MSP
MARIJA STROJNIK POGACAR



DÍA INTERNACIONAL DE LAS
BIBLIOTECAS

24
de octubre 2024

Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.

¡Seguro tenemos algo para ti!



Por otro lado, y como mayor logro en materia de actualización de la Biblioteca MSP, se realizó la migración al sistema KOHA (coa). Probablemente los términos SIABUC, KOHA, ALEPH, TIMONE, no nos dicen mucho, pero se trata de sistemas administradores de bibliotecas los cuales gestionan todos los datos del acervo de determinado centro de información. En la biblioteca del CIO, pasamos de SIABUC a KOHA, por diferentes y poderosas razones:

SIABUC

Desarrollado por la Universidad de Colima, estaba obsoleto, 16 años sin actualizaciones y su compatibilidad con nuestro servidor era cada vez menor, lo que generaba problemas que se solucionaban temporalmente gracias a la pericia del personal del departamento de TICs (Ing. Edgar Villafaña). Esto en un futuro cercano se volvería insostenible.

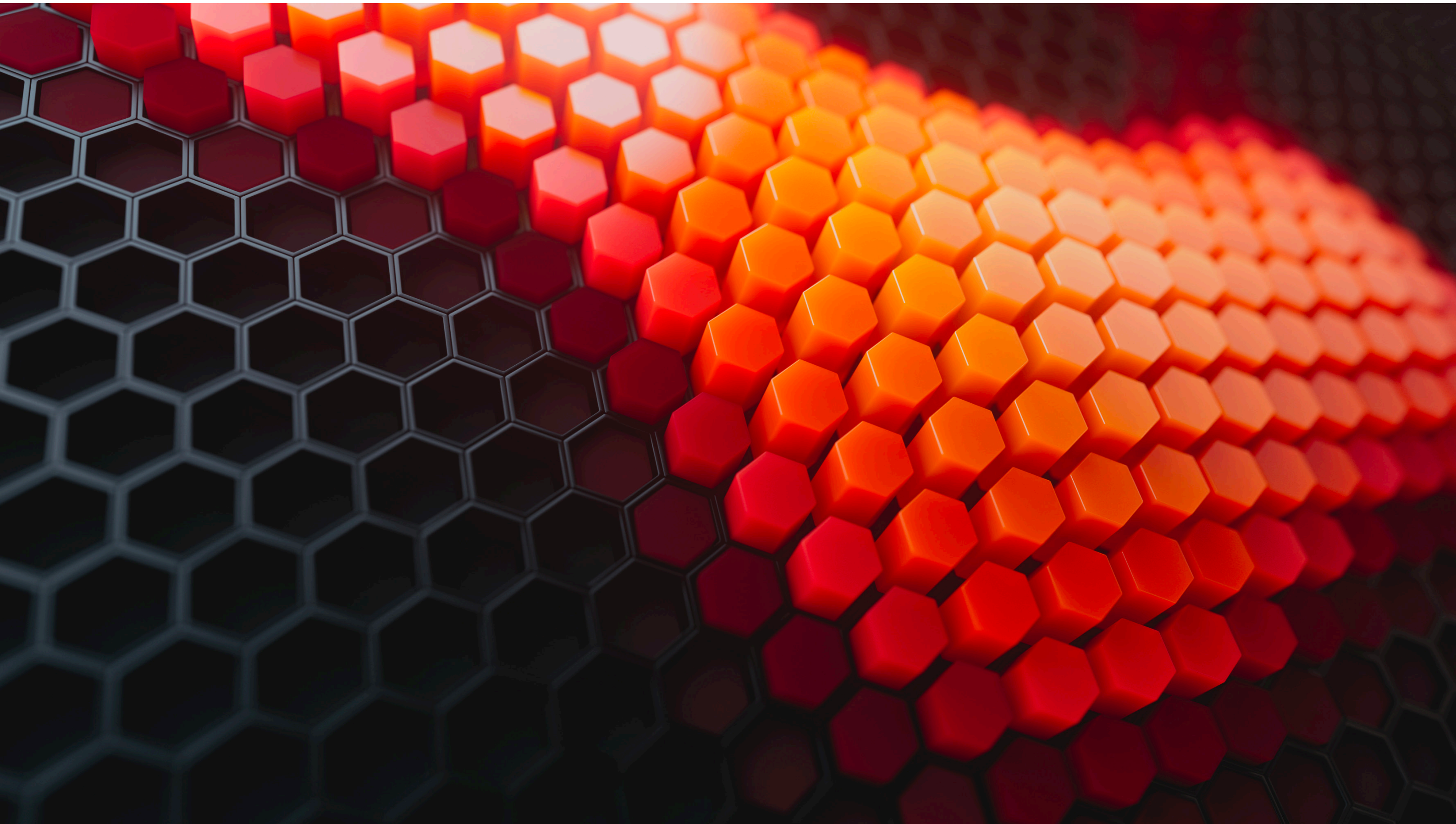


KOHA

Nuestra nueva plataforma, fue seleccionada tras una investigación exhaustiva. Es un sistema de código abierto utilizado globalmente, lo que facilita el intercambio de información y reduce errores en la catalogación. Su catálogo es accesible en línea y puede ser adaptado para dispositivos móviles, su módulo de administración es robusto y ofrece numerosas estadísticas, la interfaz es completamente personalizable y, además, recibe constantes actualizaciones que se aplican automáticamente.

Y como se mencionó al principio de este artículo, KOHA permite tener acceso a información al alcance de un clic.

El reto sigue, pues la rapidez con la que fluye la información es mayor a la rapidez con la que nos tratamos de emparejar. Esta migración no fue un pasito, sino un salto hacia un estándar internacional para las personas usuarias y para quienes administramos; ha sido un salto para mantenernos competitivos y vigentes. ■



RESEÑAS CIENTÍFICAS

JORGE MAURICIO FLORES MORENO



1. AUTORES

P. M. C. Tavares Ramírez (CIO), J. S. S. Durán Gómez (CIO), G. J. Rodríguez Becerra, R. Ramírez-Alarcón (CIO y autor de correspondencia), M. Gómez Robles & R. Salas-Montiel.

TÍTULO

"Integrated photon pairs source in silicon carbide based on micro-ring resonators for quantum storage at telecom wavelengths".

"Fuente de pares de fotones integrados de carburo de silicio a partir de un resonador de micro-anillo para almacenamiento cuántico en longitudes de onda de telecomunicaciones".

REVISTA

Scientific Reports, 2024.

EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

El desarrollo de tecnología cuántica aplicada a telecomunicaciones utiliza propiedades específicas de los fotones ("partículas" elementales responsables de la emisión de la luz) como portadores de información. En el área del conocimiento de comunicaciones cuánticas, a partir de ciertas propiedades de los fotones, se puede codificar estados "cuánticos" de información y ser transmitidos a través de la red de telecomunicaciones ópticas existentes. Para la adecuada transmisión de la información, así como sucede con las comunicaciones a partir de fibras ópticas, se requiere de repetidores de señal que eviten que la información se debilita o se pierda, para que llegue al destino adecuado. Cada repetidor funciona como una fuente emisora de fotones que son capaces de interactuar con una "memoria cuántica" para preservar la información enviada. En este trabajo, los autores presentan el diseño de una fuente emisora de pares de fotones, utilizando un resonador en configuración de anillo en una plataforma aislante formada de carburo de silicio, todo integrado en un "chip". Esta fuente es capaz de emitir fotones en un rango correspondiente a los 1536.48 nanómetros (1 cabello humano en promedio tiene un grosor de 70,000 nanómetros) y con un ancho de banda de aproximadamente 150 MHz. Simultáneamente, la fuente emite fotones guía a los 1563.86 nanómetros para seguimiento de la señal emitida. Esta fuente de emisión puede acoplarse sin problema a una guía de onda óptica (una fibra óptica) utilizada en redes de telecomunicaciones. Este trabajo es muy relevante puesto que contribuye al diseño de fuentes fotónicas integradas que se utilizan en redes de comunicaciones cuánticas.

PARA UNA CONSULTA DETALLADA

<https://doi.org/10.1038/s41598-024-67411-0>

2. AUTORES

Edgar Santiago Reyes-Reyes (CIO), Ramón Carriles-Jaimes (CIO), Emanuele D'Angelo, Saad Nazir, Corinna Ludovica Koch-Dandolo, Falko Kuester, Peter Uhd Jepsen & Enrique Castro-Camus (CIO).

TÍTULO

"Terahertz time-domain imaging for the examination of gilded wooden artifacts".

"Formación de imágenes mediante técnicas de Terahertz en el dominio del tiempo para examinar artefactos de madera recubiertos de oro".

REVISTA

Scientific Reports, 2024.

EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

Para caracterizar objetos de diferentes orígenes y manufactura, existe una diversidad de métodos y técnicas, dentro de las cuales son muy útiles las que registran imágenes. No todas las técnicas para formación de imágenes utilizan fuentes de iluminación en el rango del visible. Existen otras fuentes que emiten radiación que no se puede ver, entre estas está la emisión en el rango de Terahertz (THz). Al utilizar estas fuentes de emisión de THz, es que se pueden formar imágenes de objetos en esta región del espectro electromagnético. Las técnicas de formación de imágenes en THz develan capacidades para analizar artefactos culturales sin que se dañen. En este trabajo, se utiliza esta técnica de formación de imágenes en THz para el estudio de objetos hechos de madera recubierta de lámina o pintura de oro. Mediante esta técnica, es posible conocer la composición de los materiales que conforman los artefactos con una huella espectral única para cada objeto, así como si han sufrido alteraciones que se hayan acumulado a lo largo del tiempo. Los datos obtenidos de este tipo de artefactos mediante técnicas de imágenes en THz, pueden proporcionar una guía adecuada sobre los cambios sufridos por el artefacto a lo largo del tiempo, proporcionando información útil para su preservación.

PARA UNA CONSULTA DETALLADA

<https://doi.org/10.1038/s41598-024-56913-6>

3. AUTORES

Carmelo Rosales-Guzmán (CIO), Benjamín Pérez-García y Mitchell A. Cox.

TÍTULO

"The compact cookbook of structured modes of light".

"Recetario compacto de los modos de luz estructurada".

REVISTA

Journal of Physics: Photonics, 2024.

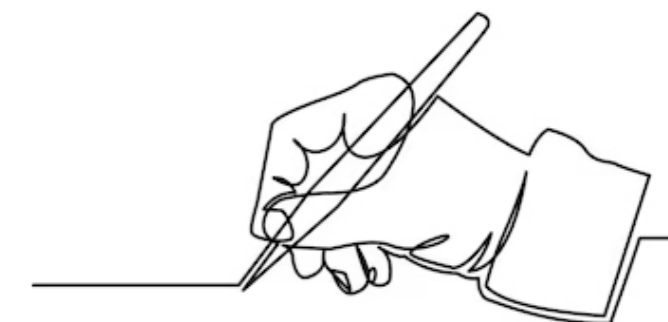
EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

Nuestra fuente natural de emisión de luz visible es el Sol, una estrella que se encuentra en el centro del sistema solar a la que pertenece el planeta tierra donde habitamos. De hecho, la luz que percibimos solo corresponde a una pequeña región de toda la radiación electromagnética que emite el Sol. El Sol radia toda esta energía debido a los procesos internos de fusión nuclear en su núcleo. Desde tiempos ancestrales, la raza humana ha generado sus propias fuentes emisoras de luz: desde el aprendizaje para generar fuego hasta la invención de fuentes de emisión altamente monocromáticas como el láser. Precisamente, la luz proveniente de un láser tiene características especiales que le permite ser usada en una diversidad de aplicaciones: medicina, energía, ciencia, entretenimiento, industria, etc. Esta luz tiene la particularidad de ser emitida como una línea, un solo haz de iluminación que puede viajar grandes distancias, a diferencia de una fuente de luz LED contemporánea que emite radiación en todas direcciones. Este haz de luz proveniente del láser tiene peculiaridades en su distribución de intensidad: si este haz choca con una pantalla, una hoja de papel o una pared, podríamos observar diferentes características, entre ellas, que su intensidad se distribuye en un círculo que se desvanece hacia las orillas. Esta forma de distribución de luz, si trazamos una línea central de un extremo a otro pasando por el centro de ese círculo, tendrá la forma de una gráfica de campana o Gaussiana, conteniendo este único modo de emisión. Desde el desarrollo inicial del láser, se han desarrollado diferentes métodos para poder alterar este modo de distribución de intensidad de un haz láser, para de esta manera, multiplicar sus ya de por sí varias aplicaciones en la ciencia y la tecnología. Precisamente en este trabajo que pretende ser un tutorial, los autores describen de una manera sucinta y concreta las metodologías existentes para generar diferentes modos o formas de distribución de intensidad del haz emitido por un láser. Ejemplos incluyen haces tipo Bessel-Gauss, Laguerre-Gauss, Mathieu-Gauss, Ince-Gauss y

Hermite-Gauss, que no es otra cosa más que una variación en la distribución geométrica de la intensidad del haz láser: en lugar de tener una forma Gaussiana, es posible observar una distribución más elaborada. Para ello, principalmente se utilizan dos dispositivos optoelectrónicos: moduladores espaciales de cristal líquido y dispositivos de microespejos digitales. Cualquier persona interesada en estos temas, encontrará en este recetario un buen punto de partida.

PARA UNA CONSULTA DETALLADA

<https://doi.org/10.1088/2515-7647/ad7e8c>



2024 CALENDARIO DE CURSOS

ON LINE - PRESENCIAL

2024 CALENDARIO DE CURSOS

ON LINE - PRESENCIAL

CAPACITACIÓN

DIPLOMADOS

No.	CURSO	Horas	Fecha
OCTUBRE			
60	Estimación de incertidumbre	16	2 y 3 de octubre
61	Requisitos competencia laboratorios	16	8 y 9 de octubre
62	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	16	9 y 10 de octubre
63	Comunicaciones inalámbricas para la industria 4.0	16	10 y 11 de octubre
64	Óptica básica práctica	16	14 y 15 de octubre
65	Pruebas ópticas clásicas	16	15 y 16 de octubre
66	Fotometría y color	16	21 y 22 de octubre
67	Diseño de laboratorios de metrología	40	21 al 25 de octubre
68	Administración de equipos de medición	16	22 y 23 de octubre
69	Administración de laboratorios bajo la norma 17025	24	23, 24 y 25 de octubre
70	Celdas fotovoltaicas en la industria	18	30 y 31 de octubre
NOVIEMBRE			
71	Protección de invenciones	8	4 de noviembre
72	Redacción de patentes y otras figuras jurídicas	8	5 de noviembre
73	Taller de máquina de medición por coordenadas	40	4 al 8 de noviembre
74	Baterías de litio: fabricación y equipos de procesamiento	16	12, 13 y 14 de noviembre
75	Taller de fabricación óptica	24	26, 27 y 28 de noviembre
76	Taller de fibras ópticas y su aplicación en la industria automotriz	16	28 y 29 de noviembre
DICIEMBRE			
77	Sistemas embebidos	24	3, 4 y 5 de diciembre
78	Raspberry Pi Pico con MicroPython	16	4 y 5 de diciembre
79	Baterías de litio: Normas	32	3 al 6 de diciembre
80	Tolerancias geométricas y dimensionales	24	4, 5 y 6 de diciembre
81	Inteligencia artificial	16	5 y 6 de diciembre
82	Aplicaciones del microprocesador Jetson	16	10 y 11 de diciembre
83	Diseño y aplicaciones de drones	24	10, 11 y 12 de diciembre

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



La Austeridad Republicana
es un principio rector del quehacer gubernamental.

Las y los servidores públicos debemos administrar los recursos públicos de manera honesta y con disciplina.



Trabajando por la dignificación del servicio público.



Buen Gobierno
Secretaría Anticorrupción y Buen Gobierno



Cuidar el entorno cultural y ecológico
es un valor de las personas servidoras públicas.

Te presentamos cuatro acciones para cuidar el entorno ecológico:



Reduce
el consumo de agua

Disminuye
el consumo de energía



Imprime
sólo lo necesario

Reporta inmediatamente
las fugas de agua



Recuerda que cada acción cuenta y contribuye al cumplimiento del principio de Austeridad Republicana.

Trabajando por la dignificación del servicio público.



Buen Gobierno
Secretaría Anticorrupción y Buen Gobierno

**EN EL CIO
BUSCAMOS PREVENIR
Y ERRADICAR LA
DISCRIMINACIÓN**



**SER INCLUYENTE
ES VISIBILIZAR Y RESPETAR
A TODAS LAS PERSONAS**

**DISCRIMINACIÓN
POR DISCAPACIDAD**

DISCRIMINACIÓN POR DISCAPACIDAD:

Las personas con discapacidad son aquellas que muestran alguna diversidad funcional de tipo físico, mental, intelectual o sensorial. Todos los obstáculos que las personas con discapacidad enfrentan en los espacios arquitectónicos y urbanos, en la transmisión de mensajes o ideas, e incluso en el trato cotidiano han alentado la generación y la prevalencia de prejuicios y estereotipos.

Estas barreras impiden tomar conciencia de la discapacidad como parte de la diversidad humana, de las aportaciones que las personas con discapacidad ofrecen a las comunidades, así como de la capacidad que estos individuos tienen para tomar sus propias decisiones, sin que tengan que ser sustituidas por una tercera persona.



Consulta nuestro Protocolo para la prevención y atención de presuntos actos de discriminación en:
<https://intranet.cio.mx/intranet/index.php/comites-y-consejos/comite-de-etica-y-de-prevencion-de-conflictos-de-interes>



¡Feliz Navidad!

En esta temporada de paz y esperanza, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por el esfuerzo y compromiso de cada una y uno de ustedes a lo largo de este año.

Que esta Navidad les brinde momentos de alegría y descanso en compañía de sus seres queridos, y que el 2025 llegue lleno de éxitos y nuevos logros para nuestra comunidad.

¡Felices fiestas y un próspero Año Nuevo!

Amalia Martínez García
Directora General
Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.

