

#46



[NC]

NOTICIO

Ciencia y
Tecnología

Secretaría de Ciencia, Humanidades,
Tecnología e Innovación



CENTRO DE INVESTIGACIONES
EN ÓPTICA, A.C.

EDICIÓN / ENERO - MARZO 2026

30 AÑOS DE LA UNIDAD AGUASCALIENTES

DÍA INTERNACIONAL DE LA LUZ, ¿POR QUÉ IMPORTA?

LABORATORIO NACIONAL DE ÓPTICA DE LA VISIÓN DEL CIO

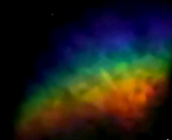
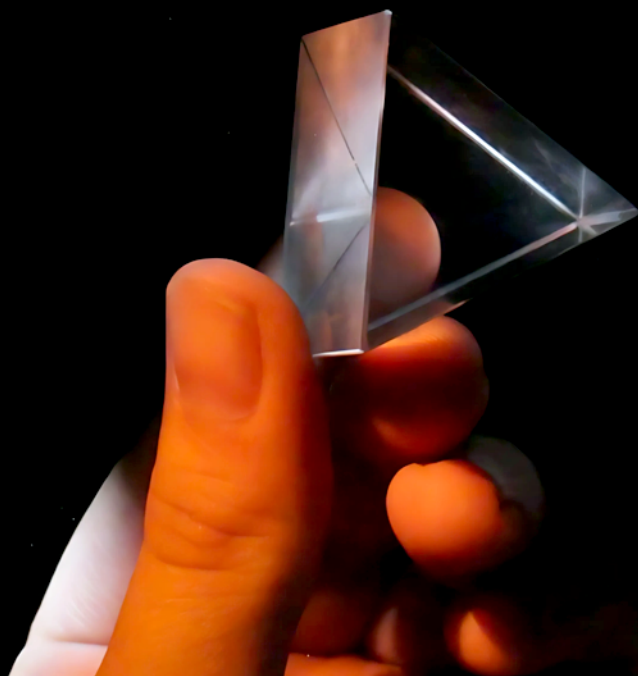
OBTIENE CERTIFICACIÓN ISO 9001:2015

DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA:

UNA TRAYECTORIA FORJADA EN LA ÓPTICA Y LA CONSOLIDACIÓN ACADÉMICA (EXALUMNA DEL CIO)

CUANDO LA LUZ OBLIGA A LA CÉLULA A DECIDIR SU FORMA

(ESTUDIANTE DE POSGRADO DEL CIO)



EL PRISMA DE NEWTON, GLORIA DANIELA MARTÍNEZ CAUILLLO.

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

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

DIRECTORIO

EDITORA EJECUTIVA
ELEONOR LEÓN TORRES

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

DISEÑO EDITORIAL
LUCERO ALVARADO RAMÍREZ

COLABORACIONES
DRA. MARÍA EUGENIA SÁNCHEZ MORALES, DR. JUAN JOSÉ SOTO BERNAL, DR. RIGOBERTO CASTRO BELTRÁN,
AXEL FERNANDO RODRÍGUEZ VÁZQUEZ (MCO), FEDERICO NIETO TORRES (MOPTO), LICDA. ELEONOR LEÓN TORRES,
DR. ALFREDO CAMPOS MEJÍA, DR. SERGIO CALIXTO CARRERA

IMÁGENES
ARCHIVO FOTOGRAFICO DEL CIO, PEXELS, SECCIÓN DE IMÁGENES GENERADAS POR IA DE GOOGLE



EDITORIAL

La presente edición de NotiCIO reúne historias, reflexiones y logros que reflejan la esencia de nuestra comunidad: una comunidad comprometida con la ciencia, la formación de talento y el impacto social de la óptica y la fotónica en México.

Este número está dedicado a la memoria del Maestro Gil Arturo Pérez Herrera, quien formó parte de la comunidad del CIO en la Unidad Aguascalientes durante 28 años. Su compromiso, calidad humana y vocación de servicio dejaron una huella profunda entre quienes compartieron con él el trabajo cotidiano. Su trayectoria representa el valor de quienes, desde distintas responsabilidades, contribuyen al crecimiento institucional y fortalecen el sentido de comunidad que distingue al CIO.

En estas páginas, egresadas y egresados comparten experiencias que muestran cómo su paso por el Centro marcó de manera decisiva sus trayectorias profesionales y personales. Desde el desarrollo de micro láseres y sistemas Lab-on-a-Chip, hasta aplicaciones biomédicas, sensores impresos en 3D, óptica adaptativa y plataformas micro fabricadas para el estudio celular, cada historia refleja la capacidad de la ciencia para transformar conocimiento en soluciones con impacto.

Asimismo, esta edición celebra el 30 aniversario de la Unidad Aguascalientes del CIO, una sede que a lo largo de tres décadas se ha consolidado como un referente regional en investigación aplicada, desarrollo tecnológico y vinculación con diversos sectores. Su evolución es testimonio del trabajo colectivo de investigadoras, investigadores, personal técnico, administrativo y estudiantes que han construido una comunidad sólida y comprometida con la innovación.

También compartimos importantes logros institucionales, como la certificación ISO 9001:2015 obtenida por el Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión, un reconocimiento que fortalece la calidad y proyección de nuestros servicios científicos y tecnológicos.

Finalmente este número, que también incluye algunas contribuciones de nuestros estudiantes de posgrado, nos invita a reflexionar sobre la relevancia de la luz y las tecnologías basadas en ella en nuestra vida cotidiana y en los grandes desafíos contemporáneos. Desde aplicaciones médicas e industriales hasta desarrollos científicos de frontera, la óptica continúa demostrando su capacidad para transformar la manera en que entendemos y construimos el mundo.

Agradecemos profundamente a quienes hicieron posible esta edición y, especialmente, a quienes compartieron en ella sus experiencias, conocimientos y reflexiones. Cada colaboración reafirma que el CIO es una institución construida por personas comprometidas con generar conocimiento, formar nuevas generaciones y contribuir al desarrollo científico y tecnológico de nuestro país.

CON AFECTO Y RESPETO,
AMALIA MARTÍNEZ GARCÍA
DIRECTORA GENERAL



La comunidad del Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO)
agradece a:

Mtro. Gil Arturo Pérez Herrera



Quien fue parte de esta institución durante 28 años.
Expresamos nuestras más sinceras condolencias a su familia, amistades
y a todas las personas que tuvieron la oportunidad de compartir con él
su camino profesional y humano. Que su recuerdo permanezca vivo
entre quienes formamos parte del CIO.

Descanse en paz.

Dra. Amalia Martínez García · Directora General



Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación



ÍNDICE

CUARENTA Y SEIS · 2026

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. Nuestras líneas de investigación son: Energías renovables, Fibras ópticas y láseres, Fotónica, Ingeniería óptica, Materiales ópticos, Metrología óptica, Óptica cuántica, Óptica no lineal, Visión robótica e inteligencia artificial. El personal científico y tecnológico del CIO se mantiene en colaboración con instituciones académicas nacionales y extranjeras, así como con el sector empresarial. 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 la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti). Mayor información sobre el CIO puede obtenerse en el sitio www.cio.mx

4
EDITORIAL

12
DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA:
UNA TRAYECTORIA FORJADA EN LA ÓPTICA Y LA CONSOLIDACIÓN ACADÉMICA

14
MICROLÁSERES, DISPOSITIVOS DE ESCALA SUBMILIMÉTRICA

20
EL CIO EN MI HISTORIA PROFESIONAL

24
CUANDO LA LUZ OBLIGA A LA CÉLULA A DECIDIR SU FORMA

28
¿QUÉ TIENEN EN COMÚN LOS ASTRÓNOMOS, LOS OFTALMÓLOGOS, Y UN NIÑO QUE JUEGA EN UNA ALBERCA?

34
TRES DÉCADAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN AGUASCALIENTES
(ANECDOTARIO)

40
LABORATORIO NACIONAL DE ÓPTICA DE LA VISIÓN DEL CIO OBTIENE CERTIFICACIÓN ISO 9001:2015

45
DÍA INTERNACIONAL DE LA LUZ, ¿POR QUÉ IMPORTA?

48
LOS LÁSERES EN LOS CONFLICTOS ARMADOS

56
RESEÑAS CIENTÍFICAS

62
CALENDARIO DE CURSOS 2026



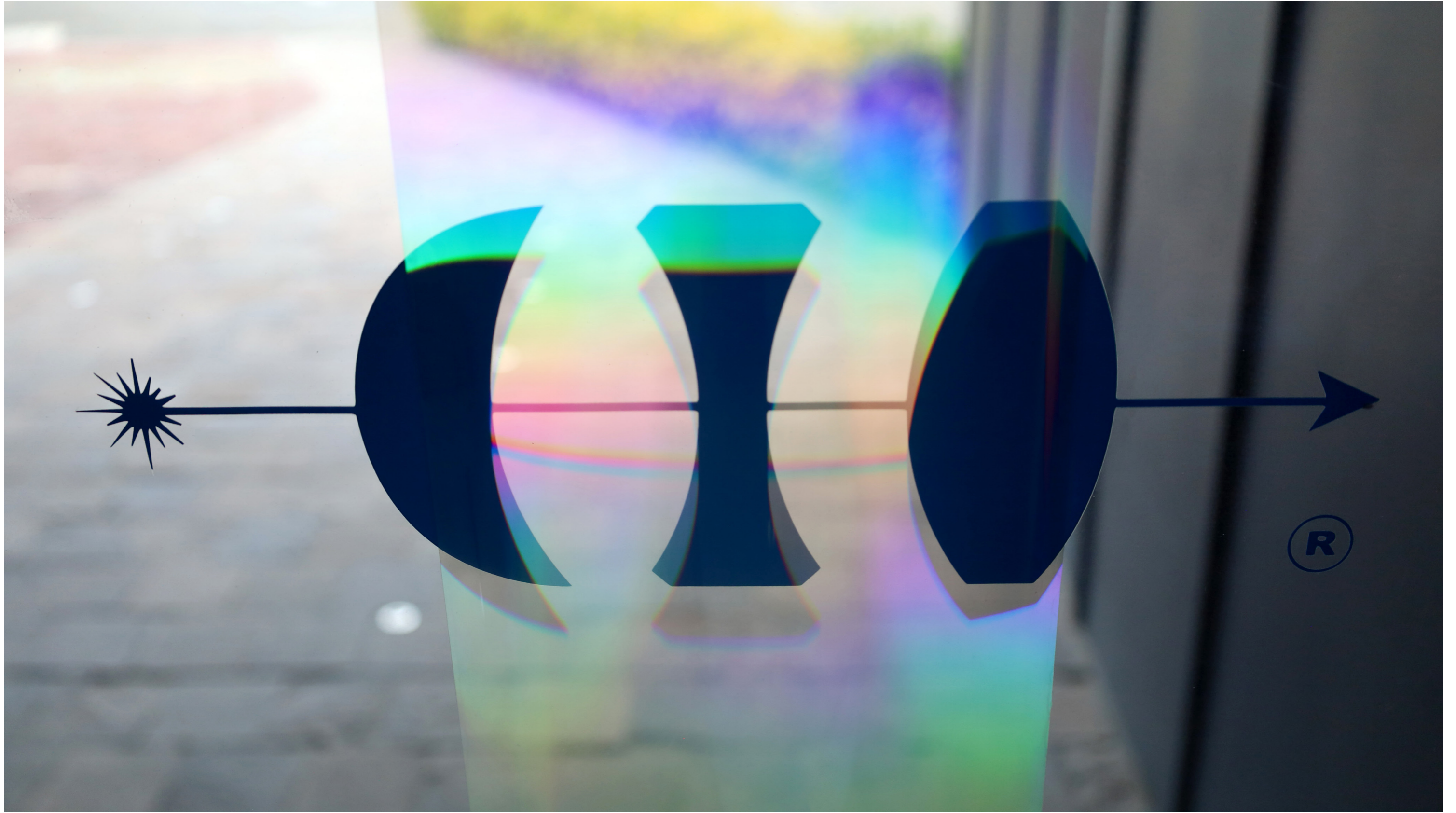
CIOmx



Centro de Investigaciones
en Óptica A.C.



@CIOmx



Ventana Logo CIO / CIO.

MARÍA EUGENIA SÁNCHEZ MORALES
EXALUMNA DEL CIO

DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA: UNA TRAYECTORIA FORJADA EN LA ÓPTICA Y LA CONSOLIDACIÓN ACADÉMICA

Mi transformación en el CIO

Mi llegada al Centro de Investigaciones en Óptica (CIO) marcó un antes y un después en mi formación. Egresada de la licenciatura en la BUAP con una base totalmente teórica debido a la escasez de laboratorios en aquel entonces, el CIO me brindó el entorno experimental que completó mi perfil profesional. Guardo recuerdos memorables, como las horas dedicadas a pulir el cristal Nd:YVO₄, una tarea que me permitió convivir y aprender directamente de los maestros del taller óptico, fusionando el rigor académico con la maestría técnica artesanal, cabe mencionar que este cristal es muy suave y es toda una odisea pulirlo.

Vínculos vigentes:

El Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia. Durante mi estancia en la maestría (2003) y el doctorado (2007), tuve la fortuna de ser testigo del nacimiento del *Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia*. Escuchar las trayectorias y retos de investigadoras de diversas áreas generó en mí un pensamiento crítico y una visión multidisciplinaria. Esa experiencia no solo amplió mi horizonte intelectual, sino que sembró la semilla del compromiso social y la equidad que hoy intento transmitir a mis estudiantes.

Hoy, ese vínculo sigue más vivo que nunca. Es para mí un honor continuar colaborando con

el CIO en la organización de tan exitoso evento, el cual este año llega con orgullo a su edición número XXIII. A pesar de que mis responsabilidades actuales no me permiten visitar las instalaciones del Centro con la frecuencia que desearía, sigo de cerca su evolución.

Impacto y liderazgo en la Universidad de Guadalajara

El haber egresado de este posgrado transformó mi crecimiento profesional, dándome las herramientas para incorporarme en 2008 como profesora investigadora en el Centro Universitario de la Ciénega de la Universidad de Guadalajara. Bajo mi gestión, trabajamos arduamente para consolidar el programa, logrando su ingreso al entonces Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT. Este logro no fue fortuito; fue el resultado directo de aplicar los estándares de calidad y la

visión de excelencia que aprendí en los pasillos y laboratorios del CIO. Mi paso por la institución me dio la seguridad para liderar equipos.

Actualidad profesional

Actualmente, soy Profesora Investigadora Titular C, cuento con el perfil deseable PRODEP y soy miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) Nivel 1. Mi labor diaria continúa enfocada en el desarrollo de proyectos de investigación que buscan generar conocimiento con impacto social, así como en el fortalecimiento de los vínculos académicos entre instituciones. Ser egresada del CIO representa para mí un compromiso permanente con la innovación; por ello, sigo trabajando para que la ciencia en México sea un motor de cambio, tal como el CIO lo fue para mi vida profesional y personal. ■



Dra. María Eugenia Sánchez Morales, exalumna del CIO.



Centro Universitario de la Ciénega de la Universidad de Guadalajara.

RIGOBERTO CASTRO BELTRÁN
EXALUMNO DEL CIO

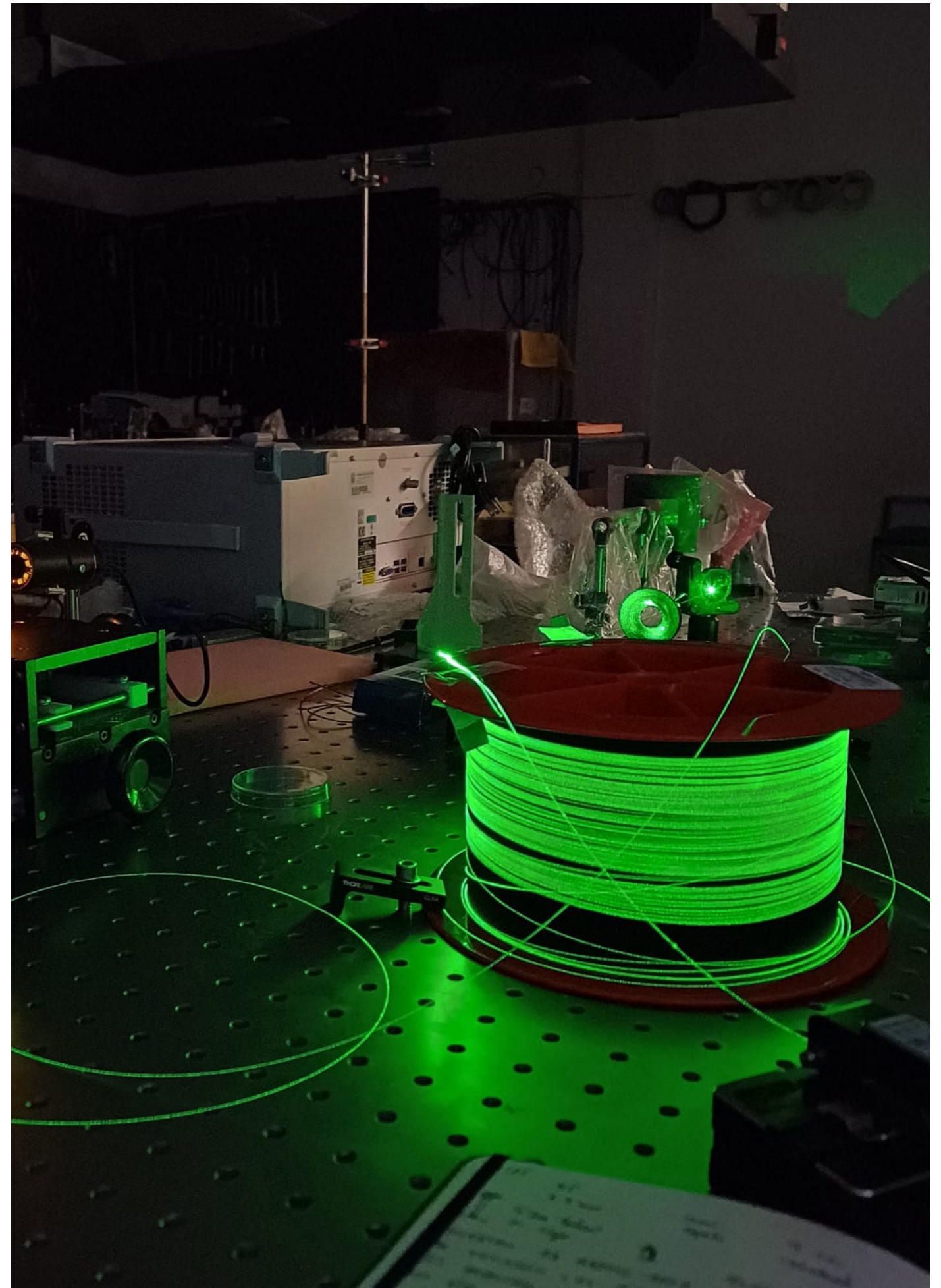
MICROLÁSERES DISPOSITIVOS DE ESCALA SUBMILIMÉTRICA

Los microláseres son dispositivos de escala submilimétrica que logran confinar y amplificar la luz a partir de cavidades miniatura. Gracias a su diseño compacto y un consumo energético mínimo, estos sistemas generan peines de emisión con más de 100 líneas en rangos espectrales estrechos. Estas capacidades los convierten en candidatos ideales para integrarse en circuitos fotónicos, servir como fuentes de luz *in situ* en tejidos biológicos o funcionar como plataformas de detección de ultra-alta precisión.

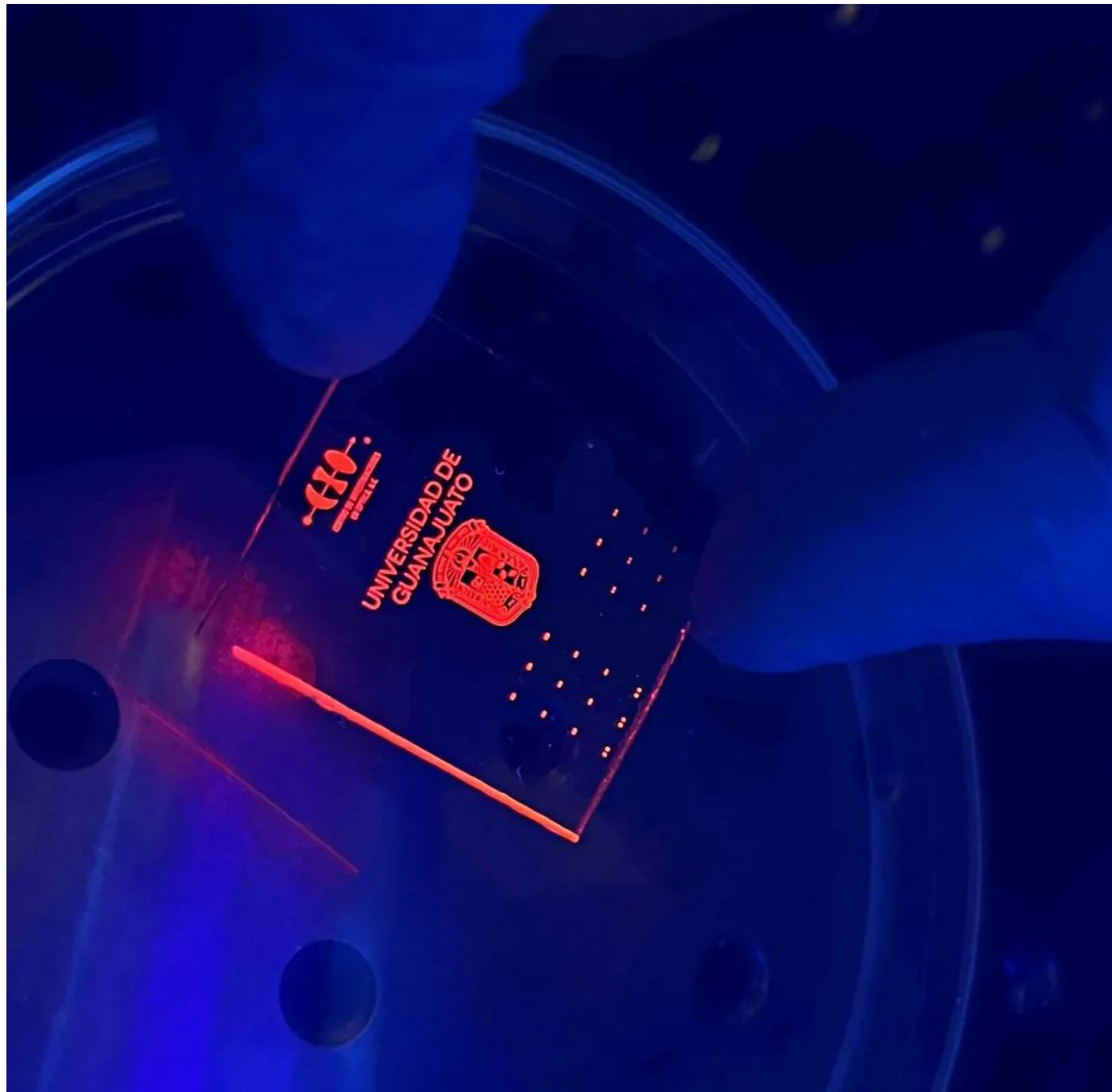
Egresé como Doctor en Ciencias (Óptica) del CIO en diciembre de 2011, tras haberme formado en el Grupo de Propiedades Ópticas de la Materia. En este espacio multidisciplinario, tuve la oportunidad de trabajar bajo la guía de investigadores naciona-

les de prestigio académico excepcional, siendo mi asesor el Dr. Gabriel Ramos Ortiz. Siempre tuve la inquietud de llevar esos conocimientos hacia aplicaciones tangibles, una meta que comenzó a materializarse durante mis estancias de investigación entre 2012 y 2016 en la ENS-Cachan y la Université de Rennes 1 en Francia, así como en la University of Southern California (USC). En estas instituciones, trabajé en el desarrollo de microresonadores integrados para plataformas Lab-on-a-Chip y generadores de peines de frecuencia, marcando el inicio de la que hoy son mis principales líneas de investigación.

Los microresonadores son dispositivos fotónicos diseñados para atrapar la luz mediante fenómenos como la reflexión total interna. Este confina-



Cortesía por el laboratorio de Microphotonics.

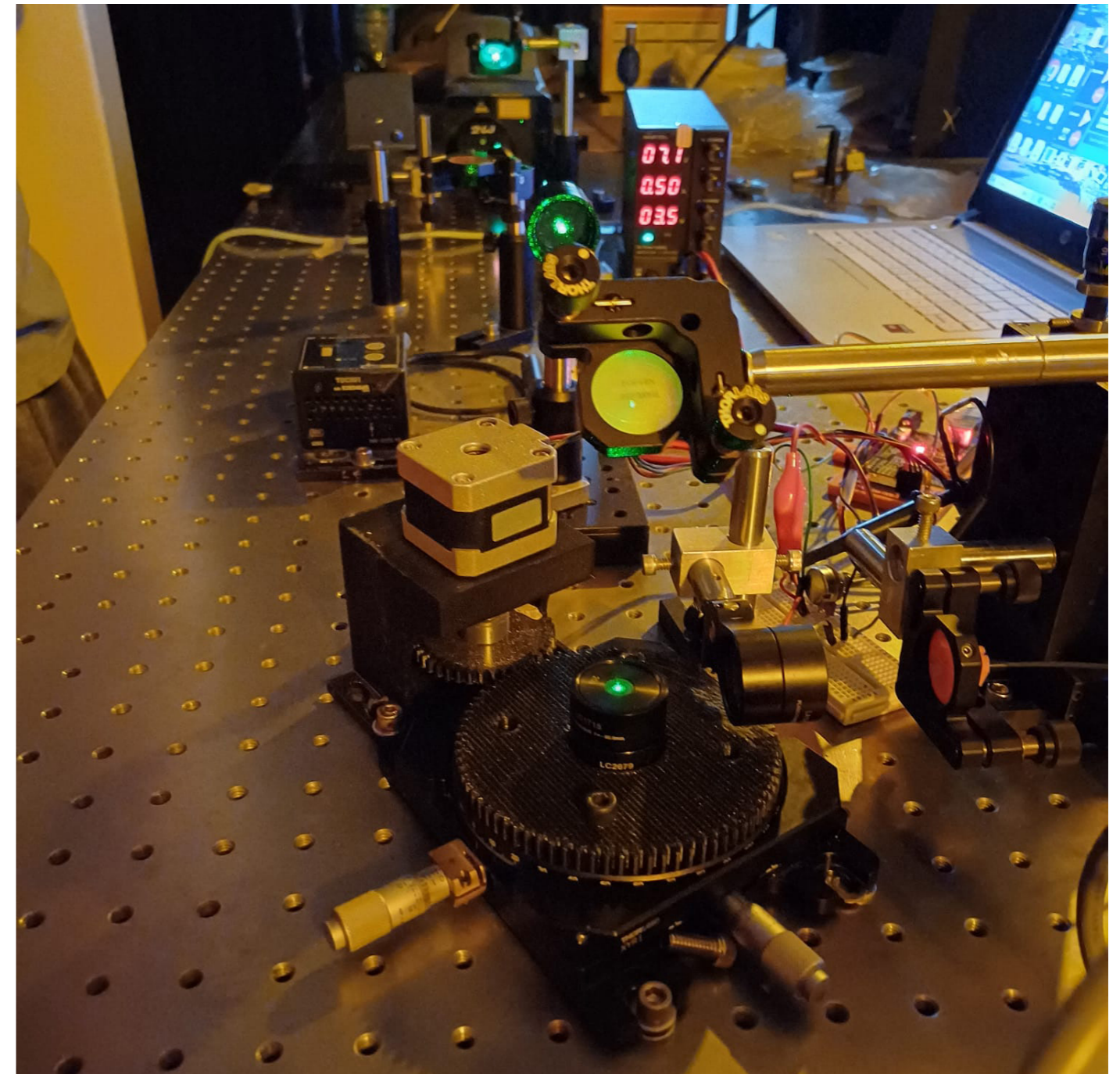


Cortesía por el laboratorio de Microphotonics.

miento genera una respuesta espectro-temporal que conocemos como resonancia. Desde una perspectiva espectral, estas resonancias actúan como modos electromagnéticos; en el dominio temporal, definen cuánto tiempo permanece atrapada la luz dentro de la cavidad. Es aquí donde el factor de calidad (factor Q) se vuelve protagonista. El factor Q representa una medida del tiempo en que la luz resuena antes de extinguirse. Por ejemplo, en una cavidad con un $Q \sim 1 \times 10^6$ operando a 650 nm, la luz logra resonar du-

rante unos 345 picosegundos, tiempo suficiente para que la luz se amplifique o interactúe intensamente con el material de la microcavidad, dando paso a fenómenos físicos extraordinarios como:

- **Efectos no lineales y peines de frecuencia:** Procesos ópticos no lineales de tercer orden como los de tipo Kerr, que normalmente ocurren a escalas de los femtosegundos, tiempo suficiente para acumular con fuerza este tipo de fenómenos no lineales. El efecto Kerr es, por ejemplo, el responsable de



Cortesía por el laboratorio de Microphotonics.

la generación de peines de frecuencias (frequency combs), los cuales tienen aplicaciones cruciales en conmutación óptica, óptica cuántica y la identificación de gases.

- Además del efecto Kerr, esta interacción facilita procesos como **la emisión estimulada y la acción láser**.

En la actualidad, soy Profesor Investigador Titular en el Departamento de Ingeniería Física de la Universidad de Guanajuato. Cuento con 40 publica-

ciones internacionales, de las cuales más de 20 están enfocadas en resonadores ópticos, microfluídica y sistemas Lab-on-a-Chip. Tengo los reconocimientos del SNI nivel 2 y el perfil deseable PRODEP.

En 2023, obtuve la beca Fulbright-García Robles, lo que me ha permitido colaborar con la Chapman University en California para desarrollar dispositivos que detectan proteínas. Como profesor, he tenido la satisfacción de graduar a 22 jóvenes (13 de licenciatura, 7 de maestría y 2 de doctorado). Hoy en

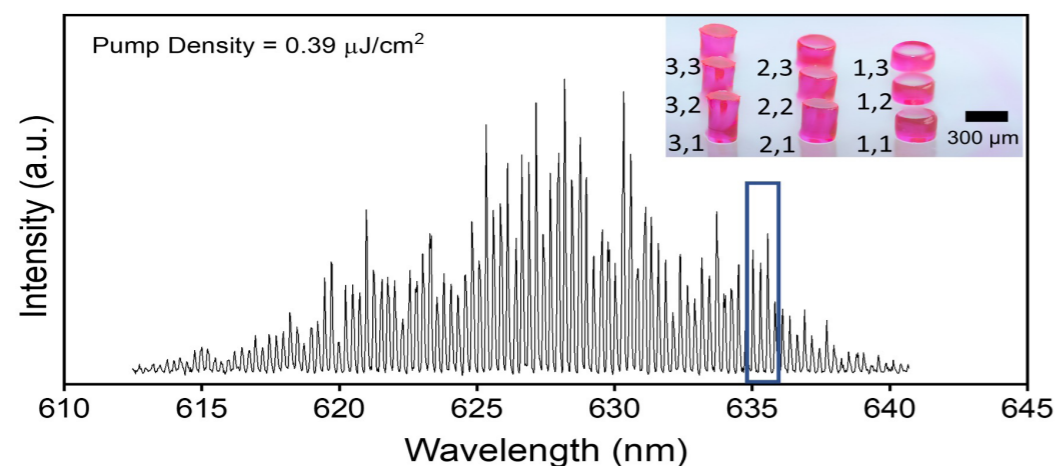


Figura 1. Peines de emisión láser de una microcavidad cilíndrica (cavidad 2,2). Recuadro: detalle de múltiples cavidades (representación matricial) donde se aprecia el color rosado del material de ganancia (Rodamina G).

día, mi grupo de trabajo está conformado por 2 estudiantes de doctorado, 2 de maestría y uno a nivel licenciatura, además de jóvenes en servicio social, estancias de verano y 2 investigadores posdoctorales, manteniendo siempre colaboraciones sólidas tanto en México como en el extranjero.

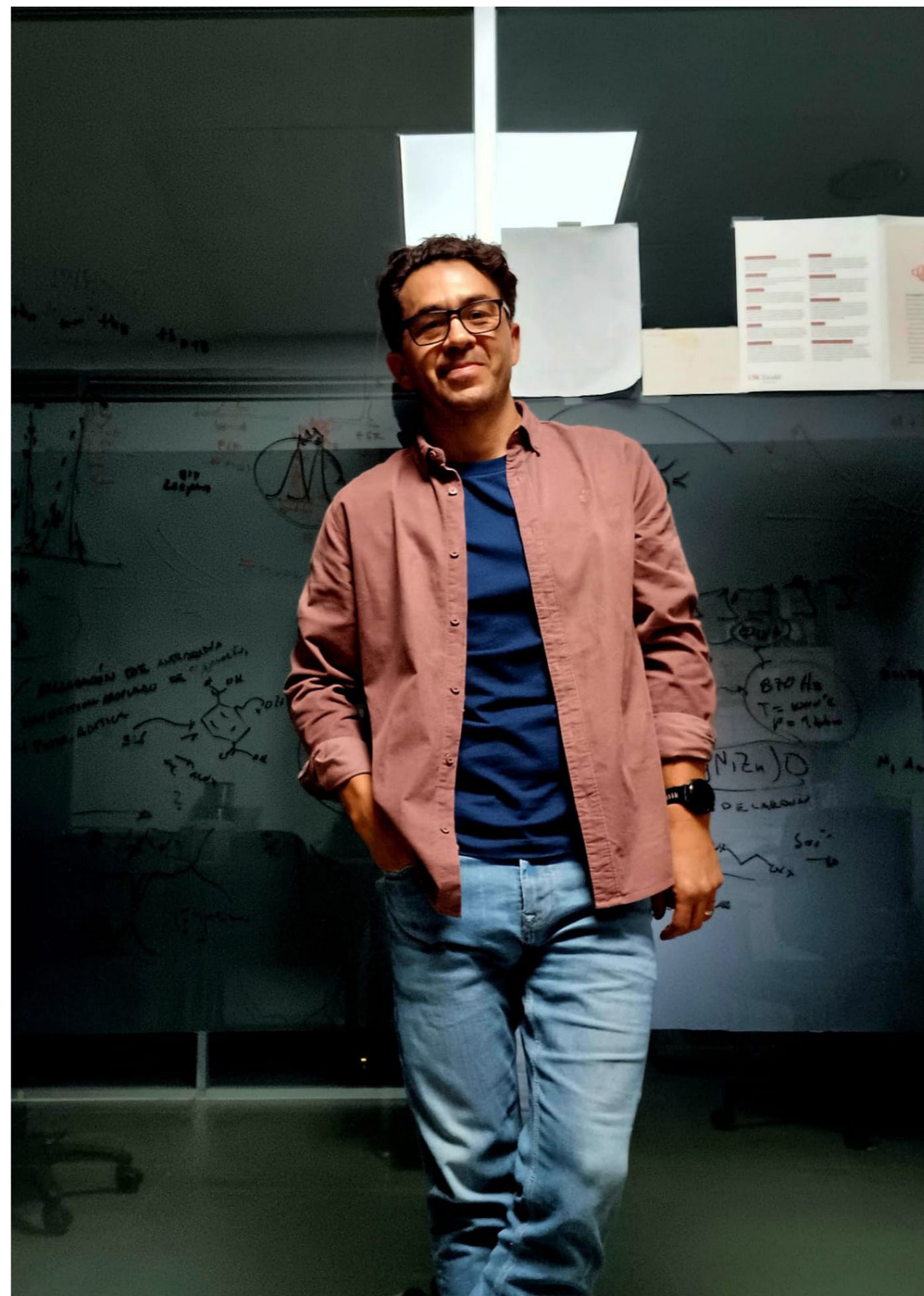
En nuestro grupo, la gran mayoría de los jóvenes se enfoca en el diseño, caracterización y aplicación de microláseres. Un aspecto distintivo de nuestra investigación es que las plataformas de fabricación, incluyendo los sistemas de impresión láser directa y las de levitación acústica, han sido completamente diseñadas, fabricadas y automatizadas por los propios tesisistas del grupo.

Esta autonomía tecnológica no solo nos brinda una gran versatilidad, sino que garantiza la continuidad de los proyectos mediante una transferencia directa de conocimiento entre generaciones. Como resultado, nuestros microláseres destacan por su alto desempeño: presentan umbrales de operación

de apenas unos cuantos $\mu\text{J cm}^{-2}$, peines de emisión superiores a las 100 líneas en un rango de 30 nm y un grado excepcional de direccionalidad. En la Fig. 1, se puede observar una muestra de nuestros microcilindros en configuración matricial y un ejemplo del espectro de emisión láser.

En el corto plazo, nuestro grupo se enfocará en el estudio fenomenológico de cavidades acopladas, la dinámica de caos en microcavidades y la evolución temporal de sistemas levitados.

Como egresado del CIO, es un orgullo ver cómo las bases obtenidas en esta institución me permiten hoy liderar proyectos de vanguardia en la Universidad de Guanajuato con colaboradores nacionales e internacionales de gran prestigio. La excelencia académica del CIO hace de este, una institución ideal para proyectar su carrera científica; aprovechar cada laboratorio, cada curso, cada charla y, mantenemos siempre abierta la puerta a la colaboración entre nuestras instituciones. ■



Dr. Rigoberto Castro Beltrán, exalumno del CIO.

JUAN JOSÉ SOTO BERNAL
EXALUMNO DEL CIO

EL CIO EN MI HISTORIA PROFESIONAL

Calorímetro diferencial de barrido (DSC) y derecha: Análisis termogravimétrico (TGA), Laboratorio de Optoelectrónica del ITA.



Actualmente me desempeño como profesor investigador titular "C" en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Aguascalientes (ITA). Soy miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 2001, fundador y responsable del Laboratorio de Optoelectrónica, el cual se ha consolidado mediante proyectos financiados por el entonces CONACYT y proyectos internos. Asimismo, soy líder del Cuerpo Académico de Ingeniería y Tecnología de Materiales y miembro fundador del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería (DCI), dentro del Sistema Nacional de Posgrados del anterior CONAHCYT.

Mi trabajo actual se enfoca en la modificación de materiales con láser y su caracterización, en aplicaciones biomédicas y en el desarrollo de sensores impresos en 3D. En colaboración con mi grupo de investigación y con esos sensores, hemos logrado identificar y cuantificar ADN telomérico en saliva de hombres y mujeres, así como en bebidas alcohólicas y bebidas adulteradas. Actualmente estamos extendiendo estas metodologías hacia la detección de contaminantes y fármacos en agua.

Mi historia con el Centro de Investigaciones en Óptica (CIO) comenzó incluso antes de iniciar formalmente mis estudios de doctorado. Cuando cursaba mi primera carrera en Celaya, Guanajuato, el CIO realizaba actividades de divulgación como "Telescopios y Estrellas". En los fines de semana en los que viajaba a mi pueblo, hacía una escala en León para dar seguimiento al pulido de mi propio espejo óptico, lo cual marcó profundamente mi interés por la óptica.

Años después, tras concluir una segunda carrera y mientras trabajaba en Texas Instruments de México en el área de láseres, se presentó la necesidad de reemplazar una lente que no se encontraba disponible comercialmente. Decidí acudir al CIO para explorar la posibilidad de fabricarla. En esa visita, además de conocer los laboratorios de investigación, se me informó que en ese momento se estaba llevando a cabo el examen de admisión. Presenté el examen ese mismo día y así inicié mi formación doctoral en el CIO.

No fue un proceso sencillo. Venía de un entorno industrial con un ritmo de trabajo distinto, y la exigencia académica representó un reto importante. Sin embargo, desde etapas tempranas de mi vida había desarrollado una inclinación natural por comprender el porqué de las cosas, lo cual fue fundamental para adaptarme y consolidar mi formación científica.

Durante mi formación conocí una gran diversidad de perfiles académicos, desde investigadores de gran reconocimiento, como el Dr. Daniel Malacara, quien fue mi maestro en primer semestre y tuve el gusto de saludar en la reciente reunión de exalumnos, hasta otros con distintos enfoques en la enseñanza. Más allá del aula, el CIO representó una experiencia integral: conviví con técnicos, administrativos, intendentes, compañeros e investigadores que dejaron una huella profunda en mi desarrollo personal y profesional. Incluso en el ámbito deportivo se vivieron momentos memorables, como los torneos internos en los que participamos activamente. Como parte de esta formación, realicé una estancia predoctoral en el *Imperial College*

of Science, Technology and Medicine of the University of London, colaborando con el grupo de Óptica No Lineal del Departamento de Física bajo la tutoría del Dr. M. J. Damzen en 1999.

Al finalizar mis estudios de doctorado, tuve tres ofertas de trabajo; acepté dos, en acuerdo con las autoridades de ambas instituciones, primero en el ITA, y después el CIO Unidad Aguascalientes para realizar trabajos de investigación y desarrollo tecnológico para empresas. En 2004 doctoré a mi primer alumno y primer egresado del programa PICYT. Cuando la ley cambió, por cuestiones personales renuncié al CIO de tiempo completo y me

contrataron por honorarios; di por terminada mi relación laboral en el CIO en 2010 para formar una empresa de desarrollo tecnológico e ingeniería. Actualmente estoy desarrollando otra empresa de venta de bienes y servicios.

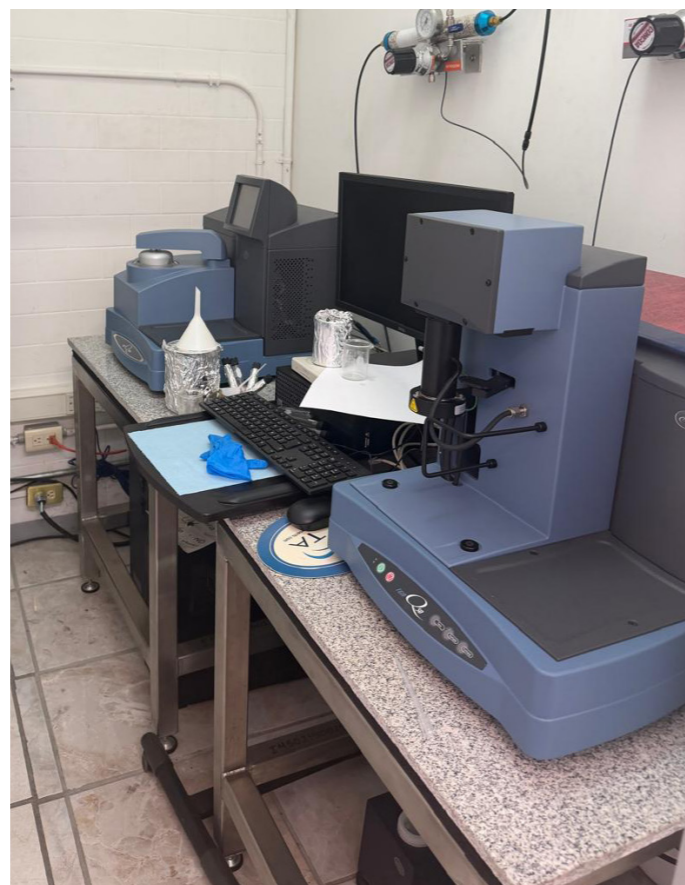
Mi formación en el CIO marcó de manera determinante mi vida profesional, al combinar el rigor científico con una visión aplicada orientada a la solución de problemas reales. Esta dualidad me permitió integrarme en proyectos tanto académicos como industriales y, posteriormente, emprender iniciativas propias en la ingeniería. En 2011 recibí el Premio Aguascalientes, otorgado por el

gobierno del Estado mediante el fideicomiso Prof. Olivares Santana, en reconocimiento a mis aportaciones al desarrollo de la ciencia y la tecnología. En 2014, siendo jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del ITA, gestioné un convenio de colaboración con el CIO, fortaleciendo el vínculo institucional que ha sido parte fundamental de mi trayectoria. En 2015 creé la Red de Colaboración de Estudios Científicos sobre Materiales Base Cemento, una red multidisciplinaria de carácter internacional en la que se integraron la Universidad Politécnica de Cataluña (España), la Universidad Federal de Integración Latinoamericana (Brasil), la

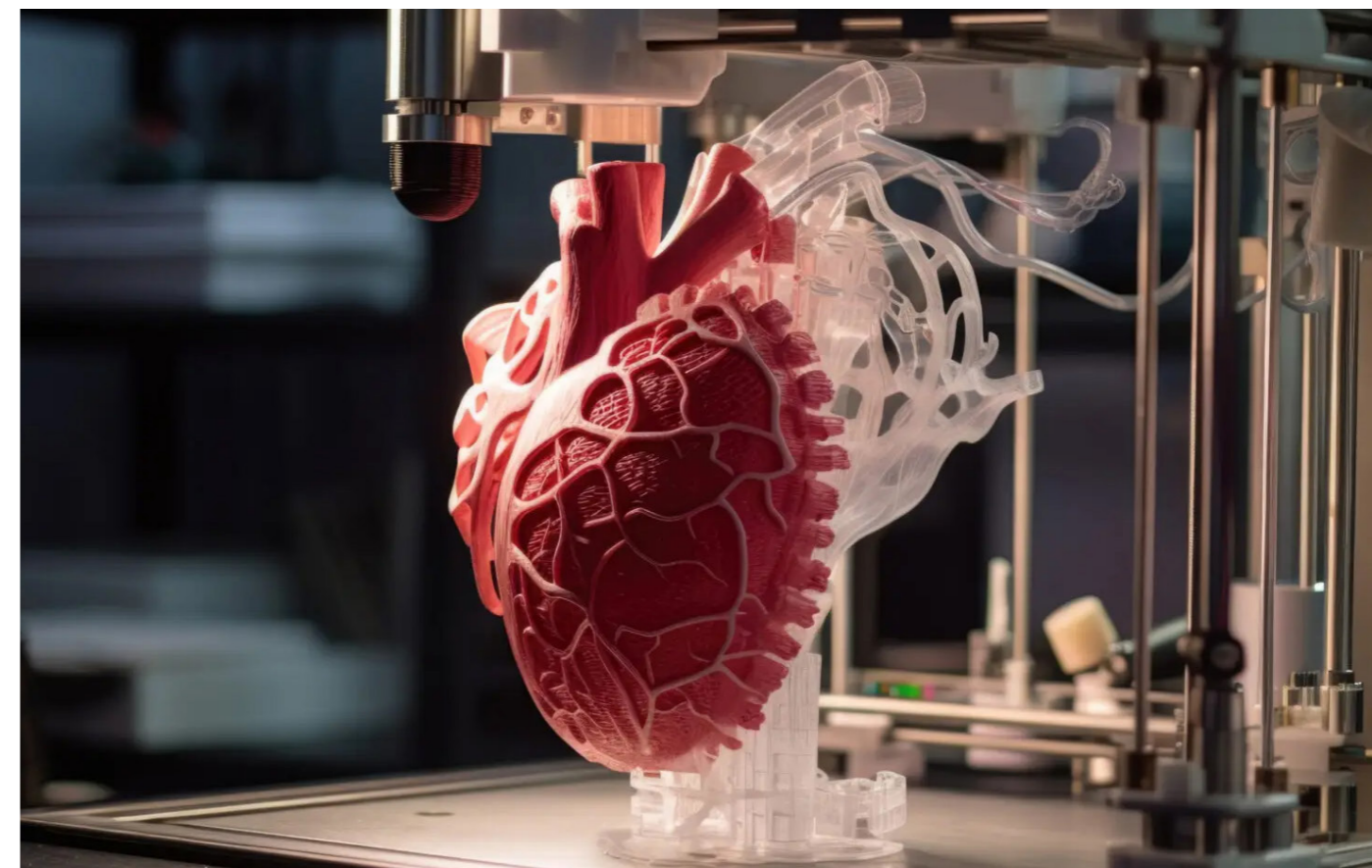
Universidad Autónoma de Aguascalientes, la Universidad Autónoma de Zacatecas y, por supuesto, el CIO, con el grupo de Microdispositivos y Sensores y con el grupo de Óptica Aplicada del CIO Aguascalientes. Adicionalmente, actualmente colaboro con el Laboratorio de Óptica Integrada del CIO y con los Laboratorios de Espectroscopía y Optoelectrónica del CIO Aguascalientes. El vínculo con el CIO no terminó con el doctorado; por el contrario, se ha fortalecido con colaboraciones, proyectos y trabajo conjunto en distintas etapas de mi vida profesional, e incluso personal. Y así se ha mantenido ese vínculo a lo largo de mi historia profesional. ▀



Dr. Juan José Soto Bernal, exalumno del CIO.



Microscopio Raman Thermo Scientific DXR3, Laboratorio de Optoelectrónica del ITA.



Corazón 3D / Imagen: Visión general creada por IA, GOOGLE.

AXEL FERNANDO RODRÍGUEZ VÁZQUEZ
ESTUDIANTE DE POSGRADO DEL CIO

CUANDO LA LUZ OBLIGA A LA CÉLULA A DECIDIR SU FORMA

Medir algo en una célula no debería ser tan difícil. Pero lo es. Es como intentar evaluar la resistencia de un edificio cuyos cimientos cambian de forma a cada instante. En un cultivo celular tradicional, las células crecen sin orden, se estiran, se contraen, se deforman arriba de un sustrato rígido y bidimensional (*Figura 1*). No obedecen. Ese desorden —lo que llamamos “ruido morfológico”— termina ocultando lo que realmente importa. Y cuando se trata de enfermedades genéticas sutiles, ese ruido lo cubre todo.

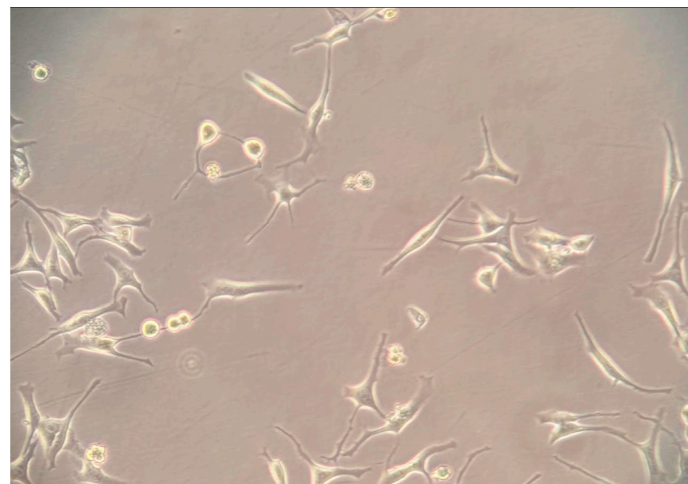


Figura 1. Células HeLa cultivadas sobre una superficie convencional sin restricciones geométricas. Las células presentan variaciones naturales en tamaño, forma y orientación, generando variabilidad morfológica dentro de la población.

En el Centro de Investigaciones en Óptica (CIO), decidimos no seguir observando el caos. Decidimos imponerle forma. Para eso desarrollamos una plataforma microfabricada, donde combinamos óptica y biología para estudiar una proteína esencial: la tubulina, en particular el gen TUBB4A. Cuando este gen sufre una mutación, aparecen enfermedades raras y devastadoras en la infancia (Curiel et al., 2017), como la hipomielinización con atrofia de ganglios basales y cerebelo (H-ABC).

La tubulina es, en esencia, el andamiaje de la célula. Forma microtúbulos: estructuras dinámicas, activas, hechas de 13 protofilamentos, que crecen y se desarmen constantemente para adaptarse a las necesidades cambiantes de las células. En condiciones normales, estos filamentos sostie-

nen, organizan y permiten el movimiento interno de la célula (Brangwynne et al., 2006). Pero en pacientes con H-ABC, ese equilibrio se rompe. Los microtúbulos se vuelven rígidos... o frágiles. Y en el desorden de un cultivo convencional, esa diferencia apenas se alcanza a percibir.

Por eso usamos luz. Luz ultravioleta profunda. Primero cubrimos un sustrato óptico con un polímero que impide cualquier adhesión biológica. Después, con precisión submicrométrica, borramos ese recubrimiento usando radiación UV. No es un trazo continuo: son geometrías diseñadas. Moldes invisibles. Espacios donde la célula sí puede anclarse.

Ahí colocamos fibronectina (*Figura 2*). Un anzuelo biológico. Cuando las células llegan, no

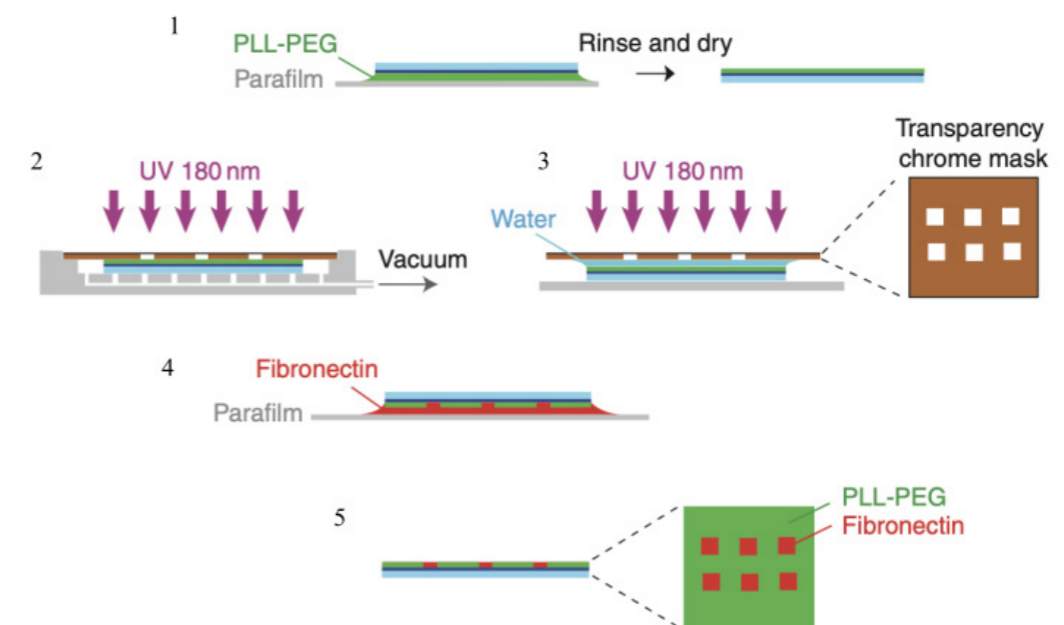


Figura 2. Esquema del micropatronado con luz UV profunda (Azioune et al. 2010): (1) recubrimiento del sustrato con PLL-PEG, (2) enjuague y secado, (3) alineación de la fotomáscara, (4) exposición a UV (~180 nm) para eliminar el polímero en regiones definidas, y (5) funcionalización con fibronectina, generando patrones adhesivos controlados.

tienen opción. Se adhieren sólo donde pueden. Y entonces adoptan exactamente la forma que diseñamos para ellas (Figura 3). Todas iguales. Todas forzadas. Todas comparables.

Cada célula ocupa el mismo espacio: En micrómetros cuadrados. La misma tensión. La misma geometría. A esto lo llamamos “tensión isométrica”. En ese punto, el ruido desaparece. Y lo que queda... es la biología.

Cada forma que diseñamos tiene un propósito.

• La Ballesta (Crossbow)

Obliga a la célula a definir un eje. Frente y espalda. Dirección. Aquí observamos si el centro organizador logra ubicarse correctamente o si, en células mutantes, el sistema pierde referencia y colapsa (Théry et al., 2006).

• Círculos

Forzamos curvatura. Los microtúbulos sanos se adaptan. Los defectuosos, eventualmente, se rompen. No de forma visible al inicio, pero sí en su comportamiento mecánico.

Lo que antes eran células desordenadas, ahora son miles de experimentos idénticos ocurriendo al mismo tiempo. A escala, esto deja de ser observación: se vuelve análisis de alto rendimiento.

Eso cambia todo.

Aprovechando la infraestructura fotolitográfica del CIO, esta plataforma es precisa, accesible y reproducible. Nos permite observar, con una claridad que antes no existía, cómo se comportan los mecanismos celulares en condiciones controladas.

No estamos resolviendo la enfermedad. No todavía. Pero por primera vez, podemos intentar ver claramente su origen molecular sin interferencias. Y a veces, buscar la claridad ya es empezar a resolver. ■

Referencias

1. Curiel, J., et al. (2017). TUBB4A mutations result in specific neuronal and oligodendrocytic defects. *Human Molecular Genetics*, 26(22), 4506-4518.
2. Brangwynne, C. P., et al. (2006). Microtubules can bear enhanced compressive loads in living cells because of lateral reinforcement. *JCB*, 173(5), 733-741.
3. Azioune, A., Storch, M., Bornens, M., Théry, M., & Piel, M. (2010). Protein micropatterns: A direct printing protocol using deep UVs. *Methods in Cell Biology*, 97, 133-146.
4. Théry, M., Racine, V., Piel, M., Pépin, A., Dimitrov, A., Chen, Y., Sibarita, J.B. & Bornens, M. (2006). Anisotropy of cell adhesive microenvironment governs cell internal organization and orientation of polarity. *PNAS*, 103(52), 19771-19776.
5. Théry, M. (2010). Micropatterning as a tool to decipher cell morphogenesis and functions. *Journal of Cell Science*, 123(24), 4201-4213.

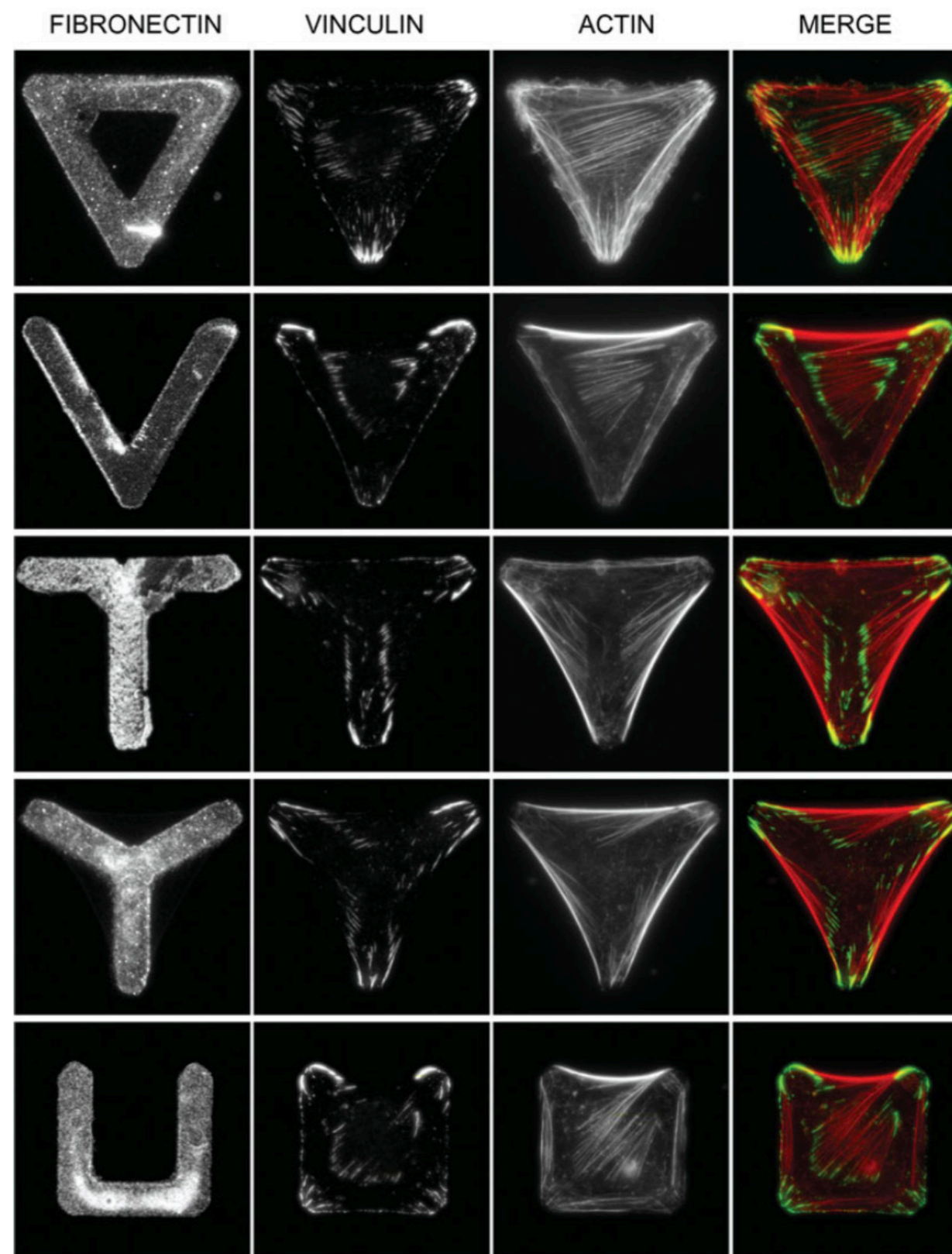


Figura 3. Células sobre micropatrones adhesivos (Théry, 2010). Los canales de fibronectina, actina y vinculina (y su imagen combinada) muestran cómo el citoesqueleto responde a la geometría: la actina se organiza en fibras alineadas, mientras las adhesiones focales (vinculina) se concentran en las regiones de anclaje definidas por la fibronectina. La distribución interna refleja la forma impuesta por el patrón.

FEDERICO NIETO TORRES
ESTUDIANTE DE POSGRADO DEL CIO

¿QUÉ TIENEN EN COMÚN LOS ASTRÓNOMOS, LOS OFTALMÓLOGOS, Y UN NIÑO QUE JUEGA EN UNA ALBERCA?

Cuando yo era un niño y mi familia me llevaba de vacaciones a la playa, uno de mis juegos favoritos era pedirle a mi mamá que arrojara un tesoro (una moneda, por ejemplo) a la alberca, siendo mi trabajo saltar al agua para recuperarlo. Jugando este juego, a veces pasaba que uno se distraía y no veía hacia dónde lanzaron la moneda. Entonces enfrentaba un problema: el agua de la alberca, agitada por las personas nadando y el aire, deformaba la imagen de todo lo que está debajo del agua, haciendo muy difícil, casi imposible, poder ver el tesoro desde afuera. Véase, como ejemplo la *figura 1*. En ella tomé dos fotografías de una

moneda sumergida en agua: en la primera el agua está quieta, mientras que en la segunda la agité. El agua agitada deforma la imagen de la moneda y hace más difícil ver los detalles.

Este problema, resulta, no solo me afectaba a mí, sino también a astrónomos y oftalmólogos. No digo que ellos también jugaran a buscar el tesoro, más bien, los tres tratamos de ver algo a través de un medio que deforma las imágenes. Un astrónomo que intenta observar cuerpos celestes desde la Tierra se enfrenta a la atmósfera, que deforma la imagen de las estrellas que está viendo. Un oftalmólogo que desea ver el fondo del ojo tiene que

hacerlo a través de la córnea y del cristalino, cuya forma y transparencia no siempre son las adecuadas; por esa misma razón, muchas personas presentan problemas de visión. Resulta entonces que el astrónomo que intenta entender el cosmos, el médico que quiere ver el interior del ojo, y yo que busco el tesoro hundido enfrentamos la misma pregunta: ¿Cómo puedo obtener una buena imagen de algo a través de un medio que la deforma?

Los astrónomos fueron los primeros en dar con una idea para solucionar este problema, creando la óptica adaptativa. Un sistema que permite medir y corregir las deformaciones que introduce la atmósfera a las imágenes. El sistema

cuenta con tres partes: un sensor capaz de medir las deformaciones de la imagen; un espejo deformable, encargado de corregirlas; y una computadora, que controla ambos dispositivos.

Aunque mi objetivo ya no es encontrar una moneda sumergida en una alberca, me parece de lo más interesante tener un dispositivo que me permita tomar fotografías de mejor calidad a través de medios que deformen una imagen, así que me decidí a hacer mi propio sistema de óptica adaptativa. Empecé por conseguir los elementos esenciales: una computadora, un espejo deformable, y me di a la tarea de armar mi propio sensor de frente de onda.



Figura 1. Una moneda sumergida en agua. Si está estática, la imagen se forma correctamente, pero si la agitamos, la imagen se empieza a deformar y se pierden los detalles.

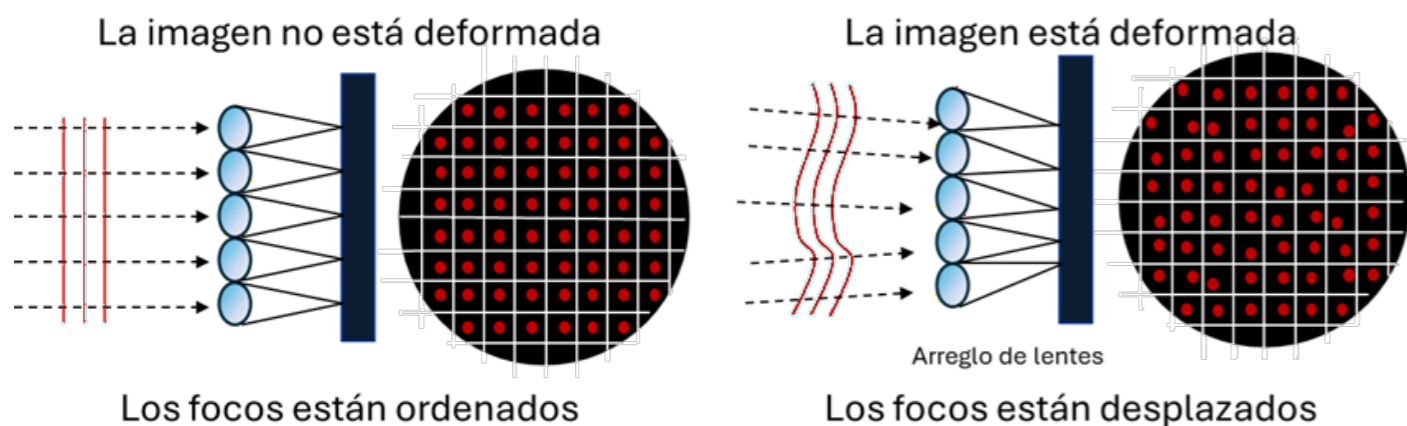


Figura 2. Las lentes pequeñas del sensor enfocan la luz en el centro cuando la imagen no está deformada. Cuando la imagen sí viene deformada, los focos se desplazan.

El sensor funciona de una manera muy interesante. Las deformaciones de las imágenes suceden porque los rayos de luz se desvían del camino ideal entre un objeto y un sensor (una cámara o quizá tus ojos). En una imagen completa, darse cuenta de eso es complicado, y por eso el sensor divide la escena en secciones más pequeñas usando un arreglo de muchas lentes chiquitas, donde cada una enfoca su pedacito de luz en la cámara. Al comparar la posición donde debería caer cada punto focal con la posición real donde aparece, podemos

medir cuánto y en qué dirección se desviaron los rayos de luz. Esa información nos permite conocer cómo cambió la trayectoria original de estos. En la *figura 2*, podemos ver que si la imagen está deformada, las lentes enfocarán la luz fuera del centro de los recuadros, a diferencia de la lente donde la imagen no se deformó.

Una vez que podemos medir la deformación de la imagen, debemos corregirla con el espejo deformable. Para eso, un programa de computadora calcula rápidamente la forma que debe tener

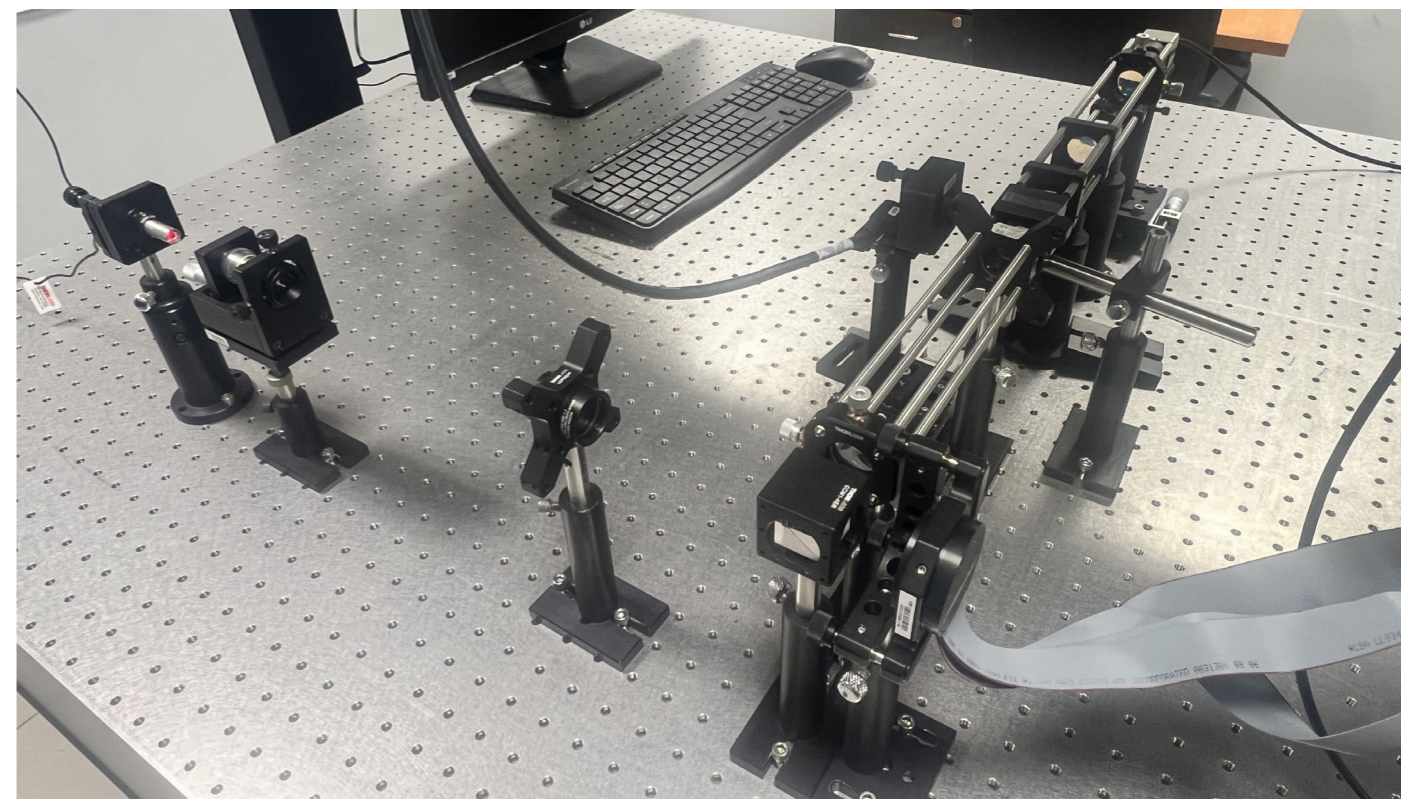


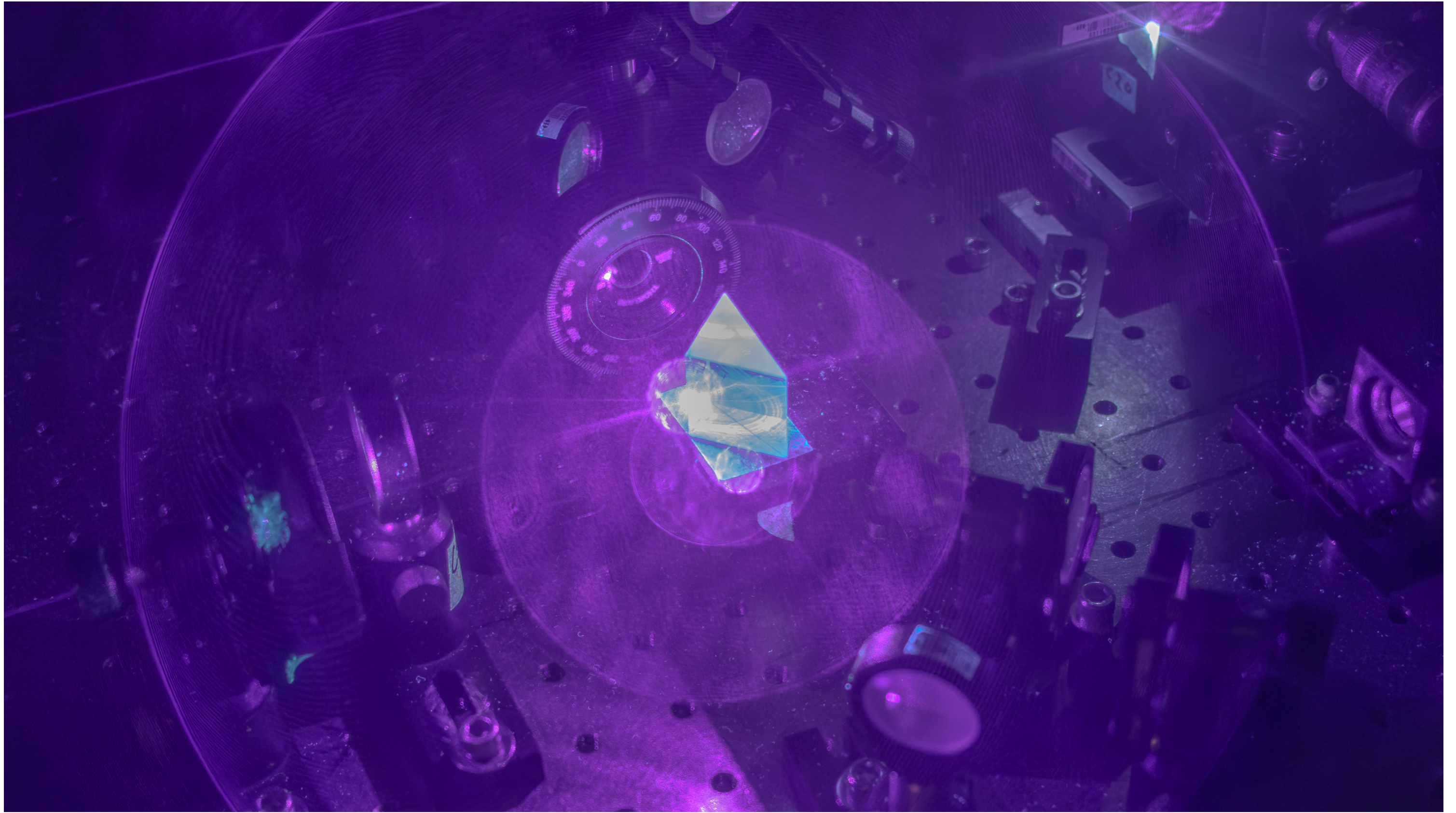
Figura 3. Este es el arreglo que tengo en el LNOV. Actualmente estoy probando y programando los componentes de mi sistema de óptica adaptativa.

el espejo para que la imagen reflejada no salga deformada. Después, solo necesitamos poner una cámara para capturarla y listo. Con eso tenemos un sistema de óptica adaptativa.

Actualmente, trabajo en este dispositivo dentro del Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión (LNOV), laboratorio en donde pude montar mi primer prototipo de sensor de frente de onda y acomodar los elementos para hacer mi sistema de óptica adaptativa (*visible en la figura 3*), que pronto funcionará y ayudará a superar algunas de

las limitaciones que enfrentamos al estudiar las estrellas, explorar el ojo humano, y encontrar tesoros hundidos.

Para aprender más sobre óptica adaptativa, recomiendo el libro de Tyson, *Introduction to Adaptive Optics*. Para entender el funcionamiento del sensor, recomiendo los libros *Optical Specification, Fabrication, and Testing*, de Schwiegerling, y *Optical Shop Testing*, de Malacara. ▀



Prisma / Concurso de fotografía científica del CIO, 2025.

REDACCIÓN

TRES DÉCADAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN AGUASCALIENTES

Hace 30 años, en el corazón de Aguascalientes, comenzó a construirse una historia marcada por la visión de acercar la ciencia y la tecnología a las necesidades de la industria, la academia y la sociedad. Así nació la Unidad Aguascalientes del Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO), un proyecto que con el paso del tiempo se consolidó como un referente regional en investigación aplicada, desarrollo tecnológico y formación de talento especializado.

Con gran entusiasmo, la comunidad del CIO celebró el 30 aniversario de esta unidad el pasado 20 de marzo, en una jornada conmemorativa que reunió a personal y estudiantes de la sede en León y de Aguascalientes. El encuentro permitió recordar

los inicios de una subsele que comenzó operaciones el 1 de marzo de 1996 con un pequeño equipo de nueve personas y cuatro laboratorios iniciales: Espectrocolorimetría, Espectroscopía Raman, Caracterización de Materiales y Aplicaciones Láser.

Desde sus primeros años, la Unidad Aguascalientes destacó por su estrecha vinculación con la industria regional. El laboratorio de Espectrocolorimetría fue pionero en ofrecer servicios tecnológicos y capacitación especializada, sentando las bases de una colaboración que crecería junto con el desarrollo industrial del estado.

Con el paso del tiempo, nuevas investigadoras, investigadores, personal técnico y administrativo se integraron a este esfuerzo colectivo. Para el



30 Aniversario Unidad Aguascalientes del CIO.



Festejo del 30 aniversario de la Unidad Aguascalientes del CIO.

año 2000, la Unidad ya contaba con una estructura más sólida y comenzó actividades en sus instalaciones actuales. En esa etapa también se fortalecieron capacidades estratégicas, como la acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación del laboratorio de Espectrocolorimetría, reforzando la confianza y el reconocimiento por parte de diversos sectores productivos.

Actualmente, la Unidad Aguascalientes cuenta con 14 laboratorios especializados dedi-

cados a áreas como aplicaciones láser, espectroscopía Raman, fotometría y radiometría, visión artificial, biomateriales, optoelectrónica, sistemas fotovoltaicos, simulación térmica y radiación solar, entre otras. En cada uno de estos espacios, la ciencia y la tecnología se convierten en herramientas para analizar, innovar y generar soluciones con impacto social e industrial.

A lo largo de estas tres décadas, el CIO ha impulsado proyectos estratégicos en sectores

como el automotriz, textil, salud, alimentos y energías renovables. Entre los desarrollos que han fortalecido la infraestructura científica y tecnológica destacan el laboratorio de pruebas ópticas para la industria automotriz, el laboratorio de Fotometría y Radiometría, los laboratorios de innovación y caracterización de sistemas termosolares y fotovoltaicos, así como la creación del Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de Aguascalientes para el Sector Automotriz (CITTAA) y los

laboratorios virtuales de optomecatrónica, robótica y automatización.

Sin embargo, más allá de la infraestructura y el equipamiento especializado, el verdadero motor de esta historia ha sido su comunidad. Hoy, la Unidad Aguascalientes y el CITTAA reúnen a 31 personas entre investigadoras, investigadores, ingenieras, ingenieros, técnicas, técnicos y personal administrativo, quienes diariamente contribuyen al desarrollo científico y tecnológico de la región.

Durante la ceremonia conmemorativa se dirigieron mensajes por parte de la Dra. Amalia Martínez García, Directora General del CIO, y del Lic. Armando Ruiz Márquez, Coordinador de la Unidad Aguascalientes. Asimismo, se presentó un video conmemorativo que recorrió los momentos más significativos de la historia de la sede y su evolución a lo largo de estas tres décadas.

En el marco del evento también se entregaron reconocimientos por antigüedad laboral a Cristian Antonio de la Rosa Huerta por 20 años de servicio, así como a Claudio Frausto Reyes y Juan Margarito Sarabia Torres por 25 años de trayectoria institucional. El acto protocolario concluyó con un emotivo mensaje del compañero Juan Sarabia, quien recordó el compromiso y esfuerzo compartido que han dado forma a la historia de la unidad.

La celebración continuó con recorridos por laboratorios, una exposición fotográfica, encuentros deportivos, música y convivencia entre la comunidad institucional, en un ambiente que reflejó el orgullo y sentido de pertenencia que caracterizan al CIO.

Treinta años después de su fundación, la Unidad Aguascalientes continúa creciendo y fortaleciendo su compromiso con la generación de conocimiento, la innovación y la formación de nuevas generaciones.



Personal reconocido por su antigüedad laboral.



Personal de Aguascalientes y estudiantes, 2002.



Personal de Aguascalientes, 2002.



Primera piedra de la Unidad Aguascalientes del CIO, 1998.

Anecdotalario

“Recuerdo que cuando estábamos en construcción en la Unidad, teníamos unas maderas que simulaban la puerta principal para entrar a los laboratorios y decían que ahí se aparecía una mujer vestida de negro, así que para un día de Halloween me vestí así. Yo llegaba muy temprano y a todos los que iban llegando les metía su susto, pero el Dr. Claudio gritó muy desesperado por todo el pasillo, y al final de cuentas la más asustada de todos, fui yo.”

Martha Campos Caldera

“Recuerdo cuando llegó el Dr. Luis Roberto Saha-gún, a quien en aquel entonces asignaron como coordinador de la Unidad; el primer día llegó como 2 horas antes, porque no conocía Aguascalientes y le habían dicho que las instalaciones de la Unidad estaban en las afueras de la ciudad y no tenía la noción de que Aguascalientes no era tan grande como Guadalajara, que es de donde él venía.”

“También recuerdo cuando nos cambiamos a las instalaciones en donde actualmente está la Unidad, no había transporte así que había que pedir *ride* o taxi, y en una ocasión el chofer del taxi me preguntó que qué era aquí, y me preguntó si le podía hacer unos lentes porque su mamá ya no veía bien.”

Norma Rodríguez Vital

“Cuando comenzó la Unidad Aguascalientes del CIO, la primera actividad que nos pidieron hacer era la de preparar un curso de colorimetría que junto con otras disciplinas se ofrecería como diplomado. Cuando fue la clausura del diplomado, uno de los participantes se acercó conmigo y me dijo: ¿por qué si es un curso de colorimetría, tus diapositivas (en aquel entonces la exposición era con acetatos) son en blanco y negro? Y entonces lo que hicimos fue investigar qué se podía hacer para hacer esa transición pues en ese tiempo las impresoras a color no eran comunes; encontramos que existían los acetatos para imprimir a color (eran rugosos) pero una impresión a color era bastante cara por lo que toda la presentación (imágenes, diagramas, gráficas) del curso de colorimetría la hicimos con plumones de color indeleble.

Otra anécdota que recuerdo mucho, fue cuando llegó el internet a la Unidad Aguascalientes (no recuerdo exactamente si fue en 1997 o 1998). Se adaptó un pequeño espacio en donde se puso el módem y una computadora, y había un rol para el uso del internet; teníamos 20 minutos por día para esa actividad, que en ese entonces era más curiosidad que una herramienta de trabajo. Cómo olvidar ese ruido característico y único de cuando se conectaba el módem... en realidad nos estábamos conectando con todo el mundo.”

Cuauhtémoc Nieto Silva

ELEONOR LEÓN TORRES

LABORATORIO NACIONAL DE ÓPTICA DE LA VISIÓN DEL CIO OBTIENE CERTIFICACIÓN ISO 9001:2015

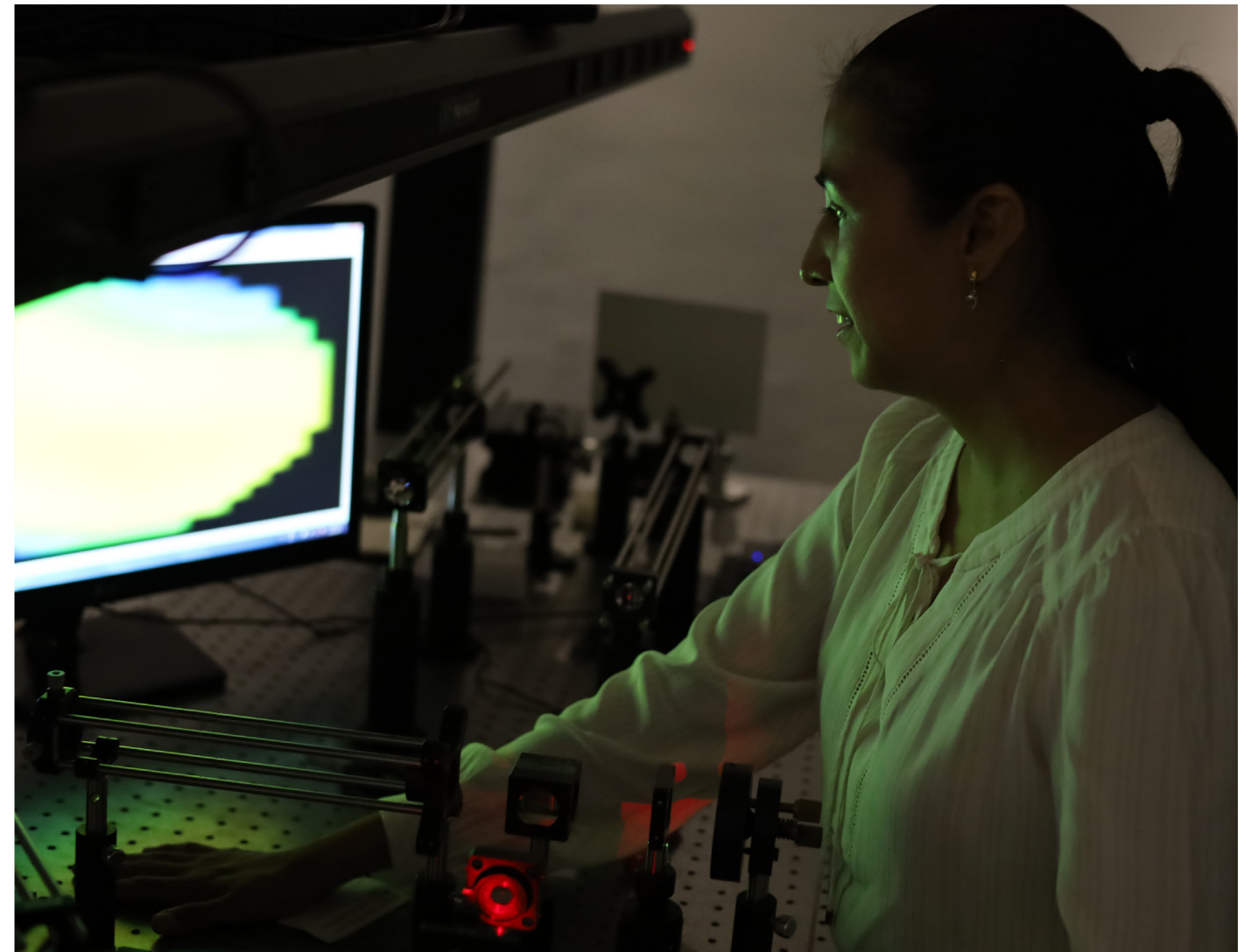
· *El Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión del Centro de Investigaciones en Óptica alcanza la certificación ISO 9001:2015.*

· *Este logro posiciona al LNOV como referente nacional en gestión de calidad, impulsando la transparencia, la innovación y la colaboración con sectores productivos, sociales y gubernamentales.*

El Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión (LNOV) del Centro de Investigaciones en Óptica, A. C. (CIO), Centro Público de investigación sectorizado a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti), obtuvo la certi-

ficación ISO 9001:2015, convirtiéndose en el primer Laboratorio Nacional del Centro en alcanzar dicha acreditación, lo que garantiza que los servicios de investigación básica y aplicada en óptica de la visión cumplan con estándares internacionales de calidad, asegurando la atención eficiente hacia las personas usuarias.

Esta certificación, llevada a cabo gracias a la Dra. Dulce María González Utrera, Responsable Técnica del LNOV, refuerza la transparencia, el acceso abierto y el aprovechamiento público de la infraestructura, al tiempo que asegura la calidad de los procesos que se llevan a cabo en el labora-




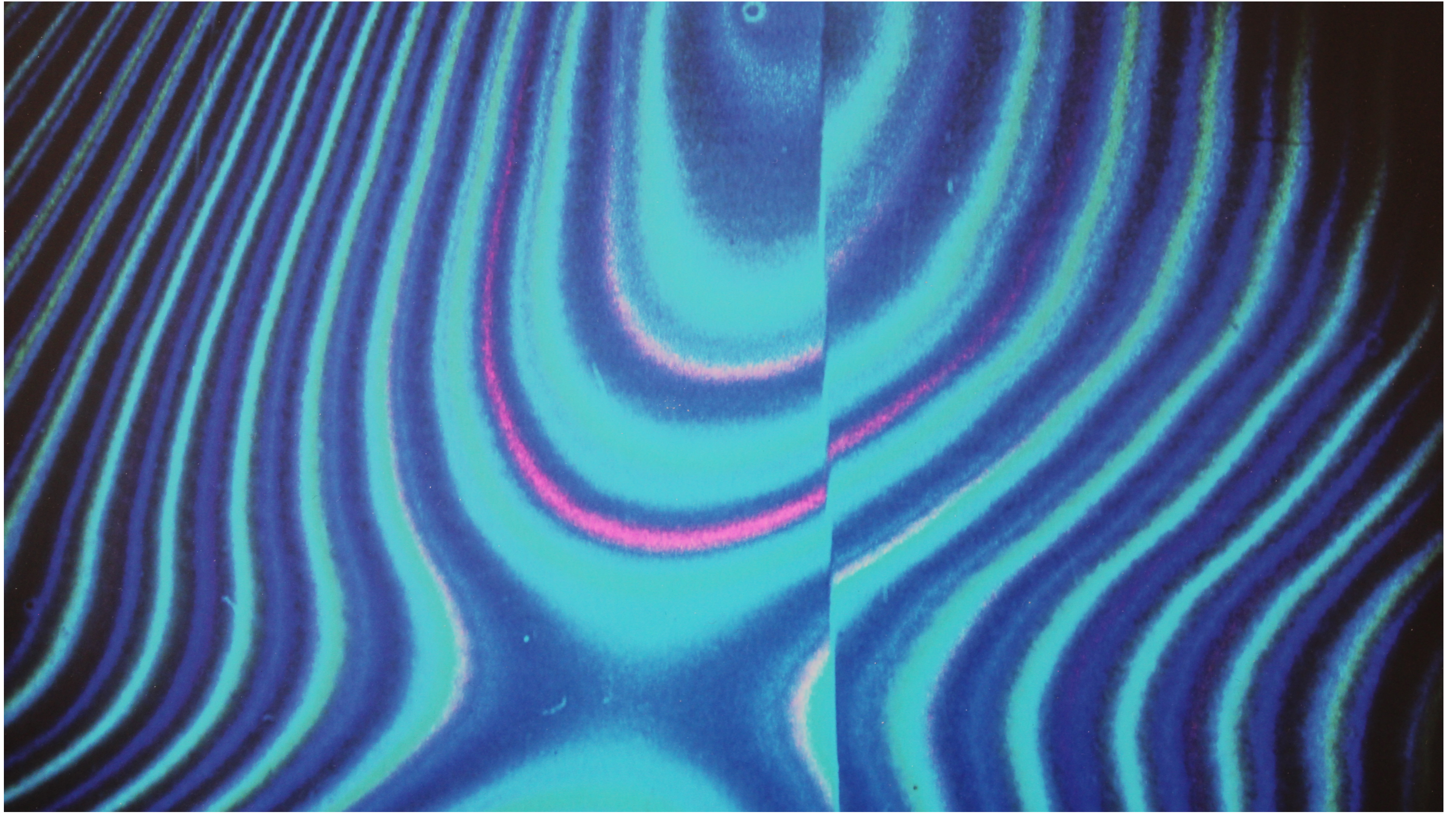
Dra. Dulce María González Utrera, responsable técnica del LNOV.

torio, lo que no solo contribuye a mejorar la administración y operación del laboratorio, sino que se espera que funcione como un referente que impulse a otros Laboratorios Nacionales a fortalecer sus sistemas de gestión de calidad.

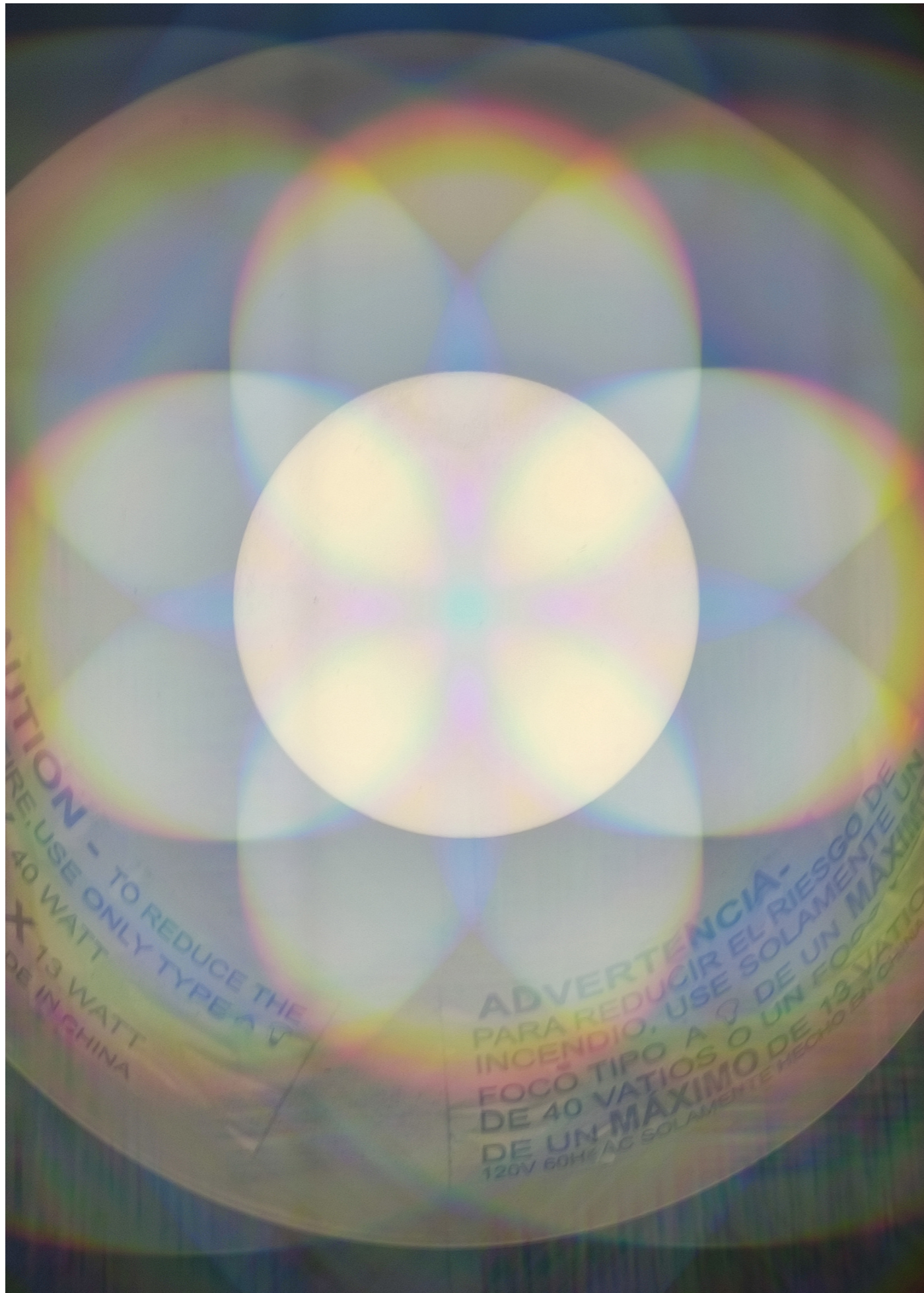
Los Laboratorios Nacionales representan una herramienta fundamental para fortalecer la infraestructura científica, tecnológica y de innovación en México. Estos laboratorios están orientados a abordar las problemáticas prioritarias del país mediante un acceso abierto, equitativo e inclusivo, beneficiando a los sectores más vulnerables de la población. El Programa de Laboratorios

Nacionales de la Secihti promueve la certificación y acreditación de los laboratorios como un componente clave para garantizar su óptima operación y su alineación con los estándares internacionales como la norma ISO 9001:2015.

El CIO reitera su compromiso por impulsar la ciencia aplicada y el desarrollo tecnológico con estándares de calidad, como herramientas que facilitan la formación de alianzas estratégicas con los sectores productivo, social y gubernamental, ampliando el impacto de los Laboratorios Nacionales en el desarrollo económico y el bienestar social del país. 



Franjas de interferencia / Concurso de fotografía científica del CIO, 2025.



Flor de difracción / Concurso de fotografía científica del CIO, 2022.

ALFREDO CAMPOS MEJÍA

DÍA INTERNACIONAL DE LA LUZ ¿POR QUÉ IMPORTA?

Cada nación tiene fechas importantes que se celebran año con año. A escala internacional, organismos como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la UNESCO también han impulsado la creación de días conmemorativos para visibilizar causas, acontecimientos y personajes de relevancia mundial, y generar conciencia en la sociedad.

El año 2015 fue proclamado como el Año Internacional de la Luz y las Tecnologías Basadas en la Luz, a iniciativa de diversas sociedades científicas internacionales relacionadas con la óptica y la fotónica, en colaboración con la UNESCO. El ob-

jetivo era resaltar la importancia de la luz en áreas tan diversas como la salud, las comunicaciones y la cultura. La fecha fue elegida, entre otras razones, para conmemorar el centenario de la formulación de la teoría de la relatividad general de Albert Einstein. Durante ese año, universidades, centros de investigación, museos y otras instituciones organizaron actividades de divulgación para acercar la ciencia de la luz y sus aplicaciones a la sociedad. Dado el éxito del Año Internacional de la Luz, en 2017 la UNESCO proclamó el 16 de mayo como el Día Internacional de la Luz. ¿Por qué se escogió

esa fecha? Porque ese día de 1960 Theodore Harold Maiman puso en funcionamiento el primer láser de la historia, haciendo realidad una idea anticipada décadas antes por Albert Einstein.

Luego de aquella hazaña que marcaría un antes y un después en la historia de la humanidad, muchos científicos consideraban al láser una tecnología prometedora, aunque todavía no imaginaban para qué podría servir. Resultaba difícil vislumbrar hasta qué punto esa tecnología transformaría el mundo.

Hoy resulta difícil imaginar a la sociedad moderna sin los láseres. Por citar solo algunos ejemplos, estas fuentes de luz hacen posible gran parte de internet al enviar información a través de fibras ópticas que cruzan océanos y conectan ciudades y continentes; se utilizan en lectores de códigos de barras y experimentos científicos de frontera. De manera discreta, sin que la mayoría de las personas lo note, láseres industriales miden y detectan imperfecciones con enorme exactitud; además, cortan, sueldan y perforan materiales con una rapidez imposible

de lograr con otros métodos. Esto permite fabricar productos de mayor calidad, aumentar la seguridad y reducir costos. Como “cinceles” de luz, los láseres empleados por oftalmólogos esculpen la córnea de pacientes con problemas de visión para devolverles una vista clara y mejorar su calidad de vida.

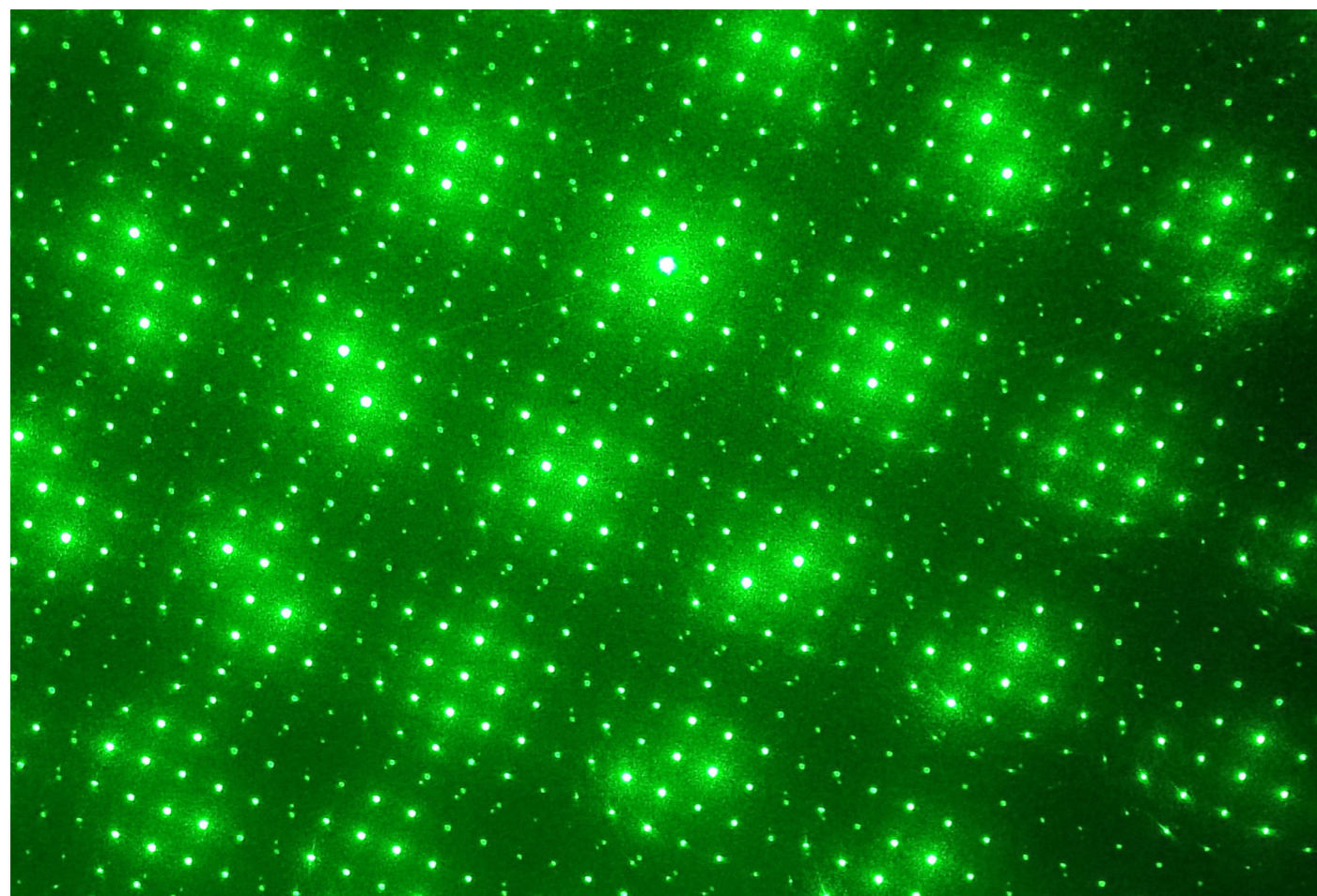
La luz y las tecnologías basadas en ella están presentes en aspectos tan cotidianos como el entretenimiento, la iluminación artificial y la seguridad. Un ejemplo de ello es nuestro teléfono celular, que utiliza tecnologías basadas en la luz en sus

cámaras y pantalla, así como en la manufactura de precisión de muchos de sus componentes.

Estos son solo algunos ejemplos. La lista de aplicaciones continúa creciendo año tras año.

¿La luz importa? Por supuesto que sí. Desde la investigación fundamental —cuyas aplicaciones no siempre son evidentes de inmediato, como ocurrió con el láser— hasta las tecnologías que utilizamos todos los días, la luz transforma nuestra manera de vivir, comunicarnos y explorar el universo.

Y esto es apenas el comienzo. ■



Aurora controlada / Concurso de fotografía científica del CIO, 2022.



Entre sombras y luz, el baile celestial del eclipse / Concurso de fotografía científica del CIO, 2022.

SERGIO CALIXTO CARRERA

LOS LÁSERES EN LOS CONFLICTOS ARMADOS

Dragonfire (Gran Bretaña).



La fuente de luz láser es utilizada en numerosas actividades del ser humano. Entre estas actividades están los conflictos armados. En las últimas décadas algunos países, como Gran Bretaña, Estados Unidos, China, Rusia, Israel, Turquía y algunos países europeos han estado desarrollando láseres de alta potencia para usarse como armas. Las ventajas que tienen los láseres usados como arma es su bajo costo y un número ilimitado de “disparos” (al no estar sujetos a disponibilidad de municiones y de la calidad de estos), un número reducido de personal para su manejo, eliminación de necesidades relacionadas con el transporte del arma y sus municiones, nula instalación y mantenimiento de las municiones, entre otras ventajas. Los haces láser no emiten ruido al generarse y transmitirse. Sin embargo todavía subsisten algunos problemas por resolver para que estos sistemas láser puedan ser utilizados correctamente tal como: la distorsión del haz de luz por las condiciones ambientales. El haz láser es transmitido a la perfección cuando hay buenas condiciones atmosféricas, pero la niebla, la lluvia, la nieve y otras inclemencias meteorológicas pueden interferir con el paso del haz láser. Otras desventajas del sistema

de luz láser es la gran generación de potencia eléctrica necesaria para el funcionamiento del láser, y además que el haz láser puede ser contrarrestado al poner capas altamente reflectoras en los objetivos a destruir. Aquí mencionamos brevemente algunas características de los sistemas láser usados actualmente en los conflictos armados que usan esta fuente de luz.

Dragonfire (Gran Bretaña)¹

El láser Dragonfire es desarrollado en conjunto con el Ministerio de Defensa Británico y la industria privada (MBDA, QinetiQ y otros) de Gran Bretaña. Los contratos con estas compañías tuvieron un monto de 100 millones de libras. Este instrumento se presentó en una conferencia en el año de 2017. Las primeras pruebas se realizaron en Escocia en el año de 2022. La precisión encontrada es equivalente a “iluminar una moneda a 1 km de distancia”. La potencia del láser es de 50 kW la cual es proporcionada por fibras ópticas, y sus objetivos pueden ser terrestres y marítimos. El Dragonfire, y otros láseres de alta potencia, se usarán en buques de guerra, vehículos blindados y aviones de combate.



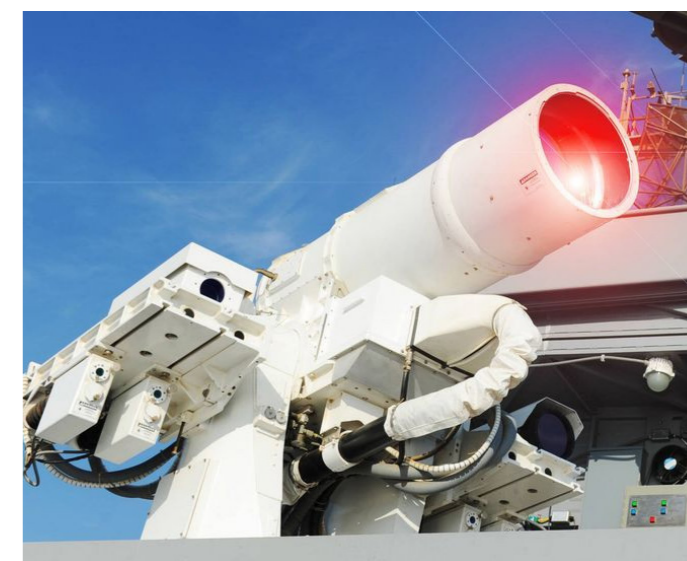
Iron Beam ("Rayo de hierro", Israel).



HELIOS (Estados Unidos).



LY-1 (China).



Perseveret (Rusia).

Iron Beam ("Rayo de hierro", Israel)²

En los años 90 's Israel comenzó a desarrollar armas con láser en el proyecto Nautilus. Este sistema de defensa antiaérea se comenzó a fabricar en el año 2008 por las compañías Israelíes Rafael Advanced Systems y Elbit Systems. Funciona en base a láseres de estado sólido. Puede destruir misiles, proyectiles de artillería y de mortero hasta una altura máxima de 7 km. Se presentó en el año de 2014. Sin embargo se consideró que no tenía las capacidades necesarias y comenzó otro proyecto que dio lugar al "Rayo de Hierro".

El instrumento Iron beam usa láseres de estado sólido. La velocidad de generación de los haces de luz en el Iron beam es inmediata. Puede

ser útil hasta a 7 km de altura. El costo por cada disparo del Iron beam es de 2000 dólares que es mínimo comparado con los misiles convencionales que tienen un precio de unos \$100 000 dólares.

HELIOS (Estados Unidos)³

Este instrumento fue diseñado por la compañía Lockheed Martin (Estados Unidos) en 2018 y tiene láseres de fibras ópticas con potencias de 60 kW – 120 kW. Muestra una precisión alta y su alcance máximo es de 9.6 km. Necesita tener refrigeración. Este sistema puede conectarse con el sistema de combate convencional Aegis por lo que es más rápida su integración en los buques, portaaviones, buques de asalto anfibio y otros ya existentes.

LY-1 (China)⁴

Este láser fue presentado recientemente en el Desfile del 80 Aniversario de la victoria contra Japón en Octubre pasado (2025). Al desarrollar esta arma, China demuestra que está adentrándose en la era moderna de combate. No hay todavía información sobre las características técnicas del láser.

El láser LY-1 está destinado a destruir drones, misiles crucero, municiones guiadas con precisión, y satélites que viajan en una órbita baja. También puede causar daños a proyectiles hipersónicos, cegar sensores avanzados, o asimismo, puede neutralizar plataformas de reconocimiento, desarticular sistemas electrónicos y sistemas manejados por IA, y neutralizar potenciales peligros antes de que lle-

guen a territorio chino. Parece que el láser LY-1 está enfocado a producirse en masa, y puede trasladarse en diferentes plataformas, en tierra, mar y aire.

Perseveret (Rusia)⁵

Este láser se comenzó a desarrollar en 2017, sin embargo, fue presentado hasta 2018 por el presidente de Rusia. Comenzó a ser usado por las Fuerzas de Misiles Estratégicos en 2019. El láser de combate Perseveret puede utilizarse contra vehículos aéreos no tripulados (VANT). En el futuro, podrán proteger bases militares. Durante la invasión de Rusia a Ucrania se afirmó que una versión más adelantada del Perseveret, llamada "Zadira", se esta desarrollando. Puede dañar objetivos que

están a 5 kilómetros de distancia y presenta otras cualidades. Estas aseveraciones son tomadas con cautela por el Pentágono de los Estados Unidos.

Alka (Turquía)⁶

El Sistema ALKA consiste en un arma turca que trabaja en base al electromagnetismo y con luz láser desarrollado por la empresa Roketsan en la segunda década del siglo 21. Puede ser colocado o transportado en algún vehículo terrestre. Presenta una potencia de 20 kW. Puede desarmar drones a una distancia de 4 km y destruir el blanco con luz láser

a 500 m. Los objetivos que se desean dañar pueden viajar con una velocidad máxima de 150 km/h y puede localizar objetivos con una precisión de 8 mm a 1 km de distancia. Opera de día o de noche y puede ser instalado en bases estacionarias o móviles.

Armas de energía europeas usando láser (laser-directed energy weapons (LDEWs))^{7, 8, 9, 10, 11}

Los países europeos, en conjunto, tratan de desarrollar armas basadas en láseres. Un ejemplo es mostrado a continuación, y se espera que para 2030 este desarrollado.



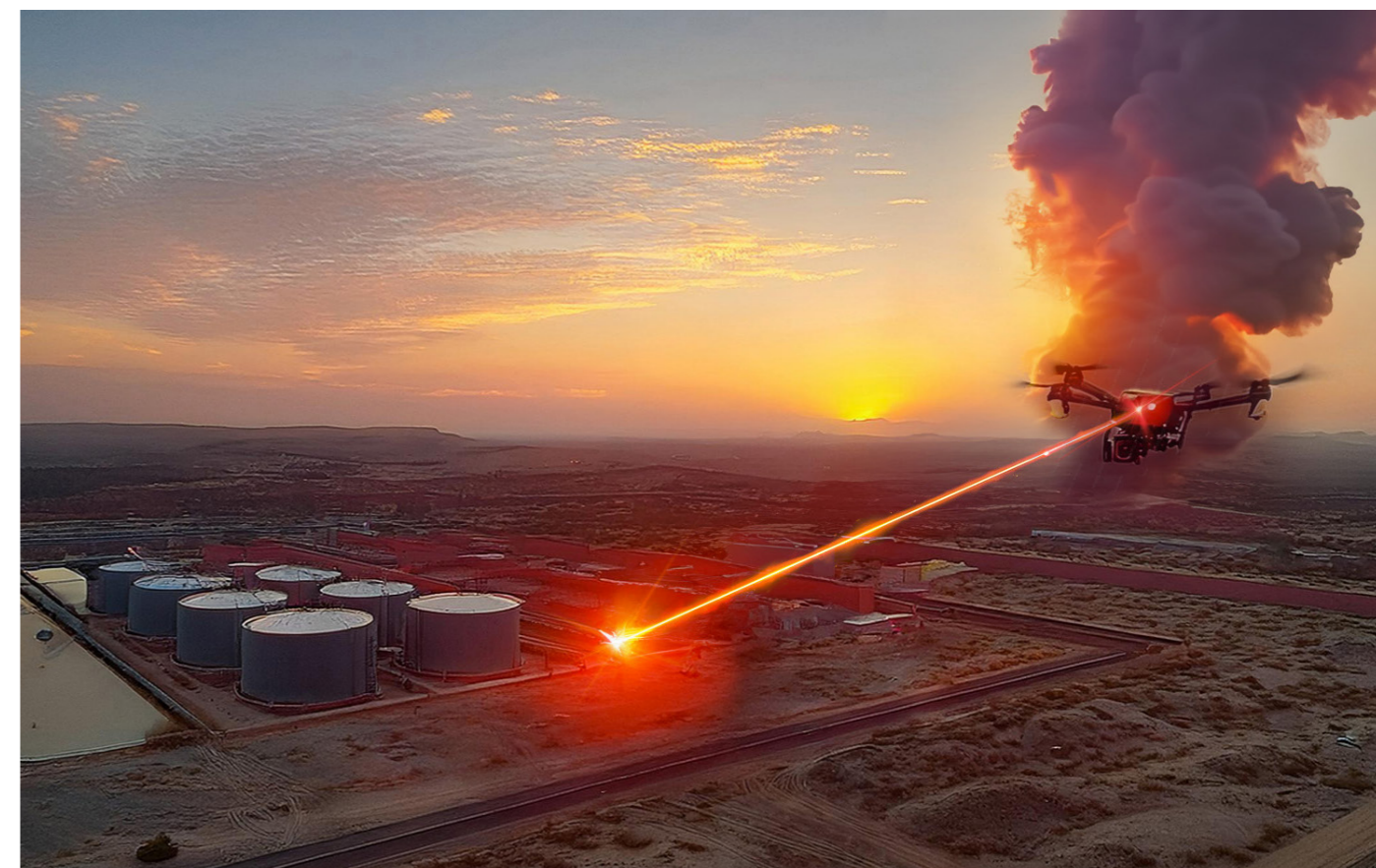
Alka (Turquía).

TALOS-TWO (Tactical Advanced Laser Optical Systems-TWO) Europa

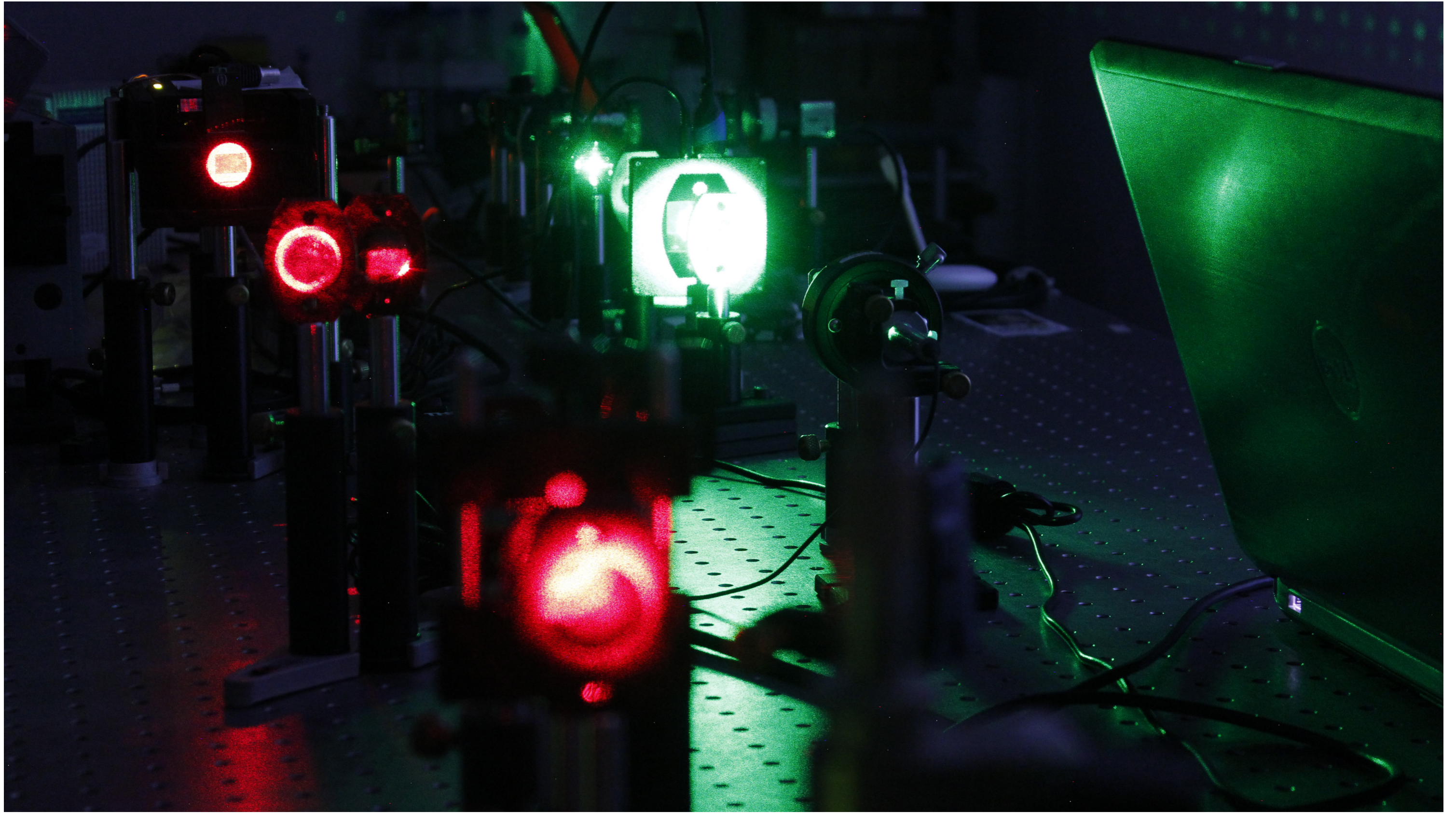
Este proyecto está respaldado por el Fondo para la Defensa Europeo (EDF). El apoyo es de 25 millones de euros y hay 21 colaboradores de 8 países entre ellos Francia (CILAS), Italia (Leonardo), Alemania (Rheinmetall) y el instituto Fraunhofer. El láser tendrá una potencia de 100 W y podrá ser usado en vehículos de tierra, mar y aire. Emitirá luz con longitudes de onda de 1 μm y 2 μm . El Instituto Fraunhofer desarrolla la óptica. ■

Referencias

- 1 [https://es.wikipedia.org/wiki/Dragonfire_\(arma\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Dragonfire_(arma))
- 2 https://es.wikipedia.org/wiki/Rayo_de_Hierro
- 3 https://en.wikipedia.org/wiki/High_Energy_Laser_with_Integrated_Optical-dazzler_and_Surveillance
- 4 <https://defencesecurityasia.com/en/china-ly1-laser-weapon-modern-warfare-indo-pacific/>
- 5 [https://en.wikipedia.org/wiki/Peresvet_\(laser_weapon\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Peresvet_(laser_weapon))
- 6 [https://en.wikipedia.org/wiki/ALKA_\(weapon\)](https://en.wikipedia.org/wiki/ALKA_(weapon))
- 7 <https://norskluftvern.com/2025/03/12/european-developments-in-laser-directed-energy-weapons-projects-prototypes-and-strategic-roadmap/>
- 8 https://ec.europa.eu/defence-industry-space/talos-two-laser-weapons_en
- 9 European Commission. (2023). TALOS-TWO: Tactical Advanced Laser Optical Systems. European Defence Fund.
- 10 Fraunhofer Institute for Laser Technology. (2023). Beam Control Systems for Directed Energy Weapons.
- 11 <https://www.fraunhofer.de/en/research/beam-control.html>



TALOS-TWO (Tactical Advanced Laser Optical Systems-TWO) Europa.



Haces estructurados, Laboratorio de Polarización / CIO.

RESEÑAS CIENTÍFICAS

JORGE MAURICIO FLORES MORENO ■



1. AUTORES

Ivan Hernández-Gutiérrez (Estudiante CIO), Noé Alcalá Ochoa (CIO), Juan Antonio Rayas (CIO), Amalia Martínez-García (CIO).

TÍTULO

"Red blood cells phase retrieval with a Mirau interferometer and a single shot."

"Recuperación de fase de glóbulos rojos con un interferómetro Mirau y captura única."

REVISTA

Optics Communications

EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

El estudio de tejidos y células para comprender procesos biológicos fundamentales bajo la condición de alguna enfermedad o la eficiencia en la absorción de fármacos, es un campo de estudio histórico y que a finales del siglo anterior, comenzó a involucrar activamente un sinnúmero de técnicas basadas en técnicas interferométricas. La interferencia es una propiedad física de la luz en su concepción de onda viajando a través de un medio en particular. En este estudio, los autores proponen un método eficiente de microscopía interferométrica en una configuración conocida como Mirau, en la cual se utiliza una iluminación a partir de LEDs (Diodos Emisores de Luz, como la iluminación emitida por los focos modernos) de tres diferentes colores: rojo, verde y azul. A partir de esta configuración, se perfila la reconstrucción de fase en eritrocitos mediante una sola toma con un solo color, sin requerir técnicas temporales de cambios de fase controlados. Esta técnica de disparo único elimina errores por movimiento, superando limitaciones temporales de los métodos tradicionales a partir de cambios en la fase óptica debido a la interacción de la luz con el objeto que se quiere caracterizar. Los resultados muestran un alto contraste en la reconstrucción de la fase utilizando solo dos canales de color. Los autores también aclaran que la precisión de esta propuesta depende del algoritmo utilizado para gestionar el empalme cromático espectral.

PARA UNA CONSULTA DETALLADA

<https://doi.org/10.1016/j.optcom.2026.133154>

2. AUTORES

D. A. Medina-Sánchez (Estudiante CIO), F. Ambriz-Vargas (CIO), R. Garza-Hernández (CIO), J. S. Martínez-Flores (CIO), J. F. Trujillo-Martínez (Estudiante CIO), L. S. Valle-García (Estudiante CIO), F. Morales-Morales (CIO), L. E. Arvizu-Rodríguez, Z. Malacara-Hernández (CIO), J. A. Rayas-Álvarez (CIO), R. Duarte-Quiroga (CIO), A. Benitez-Lara.

TÍTULO

"Photon-assisted charging in thin-film lithium-ion batteries using LiMn_2O_4 cathodes."

"Carga asistida por fotones en baterías de película delgada de ion-litio usando cátodos de LiMn_2O_4 "

REVISTA

Materials Science in Semiconductor Processing

EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

La búsqueda por obtener dispositivos almacenadores de energía, como lo son las baterías, más eficientes en su tiempo de carga y más eficaces en entregar su energía almacenada, es un tema de investigación muy relevante en la búsqueda de energías limpias. En la fabricación de este tipo de baterías, están involucrados elementos básicos para el almacenamiento de carga: ánodo, cátodo, electrolito y separador. En particular, el ánodo y el cátodo representan los electrodos (terminales) de la batería, el negativo y positivo respectivamente. El ánodo libera electrones durante la descarga y el cátodo los recibe. En este trabajo, los autores investigan procedimientos para mejorar el cátodo de una batería de iones de litio a base de cátodos nanoestructurados de LiMn_2O_4 (óxido de litio y manganeso o manganato de litio) de película delgada. Este estudio evalúa una celda CR2032 modificada con un cátodo de LiMn_2O_4 , demostrando que con una fotoexcitación a una longitud de onda de 532 nm con una potencia de 37 mW, mejora la respuesta electroquímica de la batería, incrementando el voltaje de circuito abierto, reduciendo la resistencia de transferencia de carga y triplicando el coeficiente de difusión del litio. Los autores muestran que la luz, en esta longitud de onda, actúa como una sonda eficaz para estudiar la dinámica de portadores y transporte interfacial de la batería. Es un trabajo donde colaboraron multidisciplinariamente varios investigadores y estudiantes del CIO.

PARA UNA CONSULTA DETALLADA

<https://doi.org/10.1016/j.mssp.2025.110219>

3. AUTORES

Fernando Martell-Chávez (CIO Ags), Juan Manuel López-Tejeda (CIO Ags), Daniel Alberto May-Arriola (CIO-Ags), Ricardo Valenzuela-González (CIO Ags) y Martín Ortiz-Morales (CIO Ags).

TÍTULO

"Innovation and technology management strategies for industry 4.0 adoption in small and medium-sized enterprises in developing countries."

"Estrategias para la innovación y la gestión de tecnología para la adopción de la industria 4.0 en pequeñas y medianas empresas de países en desarrollo."

REVISTA

Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity

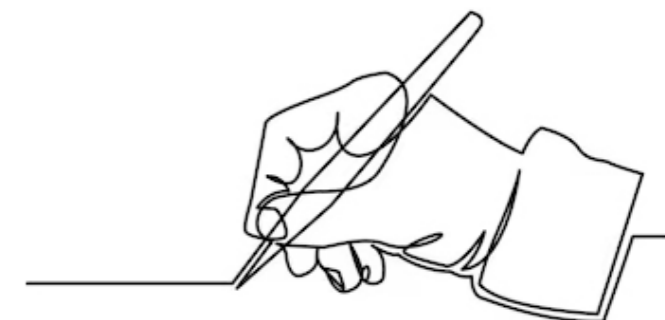
EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

En la presente publicación, los autores identifican las brechas y hojas de ruta para que las pequeñas y medianas empresas (conocidas en México como PyMES) manufactureras, adopten estrategias para su transformación digital, la cual es fundamental en la industria 4.0 (o cuarta revolución industrial) que implica la adopción de tecnologías inteligentes basadas en IA (Inteligencia Artificial), IoT (Internet de las cosas), Big Data, automatización y robótica para automatizar y conectar sistemas y procesos, lo que conlleva a la toma de decisiones en tiempo real, un aumento en la productividad y personalización de los productos. En consorcios empresariales de producción a gran escala, implica conceptos de fabricación inteligente y la operación de fábricas inteligentes. La industria 4.0 es definida como la integración de tecnologías digitales inteligentes en los procesos de manufactura industriales, en las cuales las pequeñas y medianas empresas no pueden estar al margen. En este contexto, los autores presentan una metodología para mitigar la brecha tecnológica de las PyMES de países en desarrollo, basada en la investigación y acción para diagnosticar necesidades recurrentes y proponer soluciones a los retos que significa la adaptación de la industria 4.0. Los autores parten de la premisa de que la transformación digital no es un evento puramente tecnológico sino un proceso de cambio organizacional, lo que implica amplificar e implementar capacidades internas de producción adaptadas a sus necesidades. En este sentido, los autores proponen dos estrategias concurrentes: una dimensión educativa,

enfocada en el capital humano que resulta esencial en este proceso de evolución y una dimensión operativa, para acompañar técnicamente la implementación física y lógica de proyectos de automatización. Con estas propuestas, los autores esperan que los tomadores de decisión en las PyMES puedan solventar los retos implícitos en la adopción de la industria 4.0 en México.

PARA UNA CONSULTA DETALLADA

<https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2026.100769>





Principio de **Imparcialidad**

¿Qué implica en mi trabajo diario?

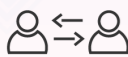
Dar el mismo trato a todas las personas, sin conceder privilegios por razones de jerarquías, intereses o influencias



Lo que sí debo hacer



Me excuso de intervenir cuando advierto un conflicto de interés



Proporciono las mismas oportunidades a las personas en trámites y servicios



Realizo procesos de selección de personal con base en el mérito



Separo mis intereses particulares cuando comprometen mis responsabilidades



Lo que no debo hacer

Favorezco intereses particulares



Intervengo en procesos de selección de personas con quienes tengo intereses personales



Me reúno con proveedores fuera de los actos o lugares institucionales



Realizo pactos o promesas privadas que comprometan al interés público



Servir con imparcialidad es proteger el bienestar de todas y todos

Código de Ética e Integridad para un Buen Gobierno en la Administración Pública Federal

Escanea el código QR y consulta el: **Código de Ética e Integridad para un Buen Gobierno en la Administración Pública Federal**

#ConoceTuCódigo



TODAS *podemos* SER *lo* QUE QUERAMOS

Es tiempo de nombrar a las mujeres

8M * 2026



Gobierno de México

Científica

con A





2026 CALENDARIO DE CURSOS

Modalidad online, presencial, mixta, in situ



ENERO

- 01 CALIBRACIÓN E INCERTIDUMBRE DE ESPECTROCOLORÍMETROS
21-22 Y 23 DE ENERO
24h
- 02 BÁSICO DE ILUMINACIÓN
29 DE ENERO
8h
- 03 SISTEMAS LÁSER EN LA INDUSTRIA
30 DE ENERO
8h

FEBRERO

- 01 DIRECCIÓN DE PROYECTOS
17 AL 20 DE FEBRERO
32h

MARZO

- 01 MÁQUINAS HERRAMIENTAS CONVENCIONALES
4-5 Y 6 DE MARZO
24h
- 02 MÁQUINAS HERRAMIENTAS CNC (CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO)
10 A 13 DE MARZO
32h
- 03 PLCS EN LA INDUSTRIA
24 A 27 DE MARZO
32h

ABRIL

- 01 *PROGRAMACIÓN EN PYTHON
8 Y 9 DE ABRIL
16h
- 02 INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL
14 AL 17 DE ABRIL
32h
- 03 DISEÑO MECÁNICO MEDIANTE SOLIDWORKS
21 AL 24 DE ABRIL
32h
- 04 AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS MEDIANTE LABVIEW
19 AL 25 DE ABRIL
45h
- 05 VISIÓN ARTIFICIAL PRÁCTICA
28-29 Y 30 DE ABRIL
24h

MAYO

- 01 BÁSICO DE COLORIMETRÍA
13 Y 14 DE MAYO
16h
- 02 FORMULACIÓN DE COLOR EN TEXTILES A NIVEL LABORATORIO
21 Y 22 DE MAYO
16h
- 03 FOTOMETRÍA Y COLOR
28 Y 29 DE MAYO
16h

JUNIO

- 01 ANÁLISIS Y USO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
4 Y 5 DE JUNIO
16h
- 02 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS
11 Y 12 DE JUNIO
16h
- 03 CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LA INDUSTRIA
17 Y 18 DE JUNIO
16h
- 04 EC0586.01 INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN RESIDENCIA, COMERCIO E INDUSTRIA
25 Y 26 DE JUNIO
16h

JULIO

- 01 PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES
6 AL 10 DE JULIO
25h
- 02 DEPÓSITO DE PELÍCULAS DELGADAS: CURSO AVANZADO
8, 9 Y 10 DE JULIO
24h

AGOSTO

- 01 MICROSCOPIA ÓPTICA PRÁCTICA
19-20 Y 21 DE AGOSTO
24h
- 02 MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (SEM)
25 Y 26 DE AGOSTO
16h
- 03 APLICACIONES DE LÁSERES EN LA SALUD
27 Y 28 DE AGOSTO
16h

SEPTIEMBRE

- 01 BÁSICO DE METROLOGÍA
2 DE SEPTIEMBRE
8h
- 02 *TALLER DE CALIBRACIÓN EN METROLOGIA DIMENSIONAL
2, 3 Y 4 DE SEPTIEMBRE
24h
- 03 REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD: MSA 4A.EDICIÓN
23 Y 24 DE SEPTIEMBRE
16h
- 04 REQUISITOS COMPETENCIA LABORATORIOS
29 Y 30 DE SEPTIEMBRE
16h

OCTUBRE

- 01 DISEÑO DE LABORATORIOS DE METROLOGÍA
5 AL 9 DE OCTUBRE
40h
- 02 ADMINISTRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN
6 Y 7 DE OCTUBRE
16h
- 03 ADMINISTRACIÓN DE LABORATORIOS BAJO LA NORMA 17025
13-14 Y 15 DE OCTUBRE
24h
- 04 TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS Y DIMENSIONALES
20-21 Y 22 DE OCTUBRE
24h
- 05 TALLER DE MÁQUINA DE MEDICIÓN POR COORDENADAS
26 AL 30 DE OCTUBRE
40h

NOVIEMBRE

- 01 INTELIGENCIA ARTIFICIAL
5 Y 6 DE NOVIEMBRE
16h
- 02 INDUSTRIA 4.0
9, 10 Y 11 DE NOVIEMBRE
24h
- 03 DISEÑO Y APLICACIONES DE DRONES
24, 25 Y 26 DE NOVIEMBRE
24h
- 04 TALLER DE FIBRAS ÓPTICAS Y SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ
26 Y 27 DE NOVIEMBRE
16h

DICIEMBRE

- 01 ÓPTICA BÁSICA PRÁCTICA
1 Y 2 DE DICIEMBRE
16h
- 02 TIPOS DE BATERÍAS Y SUS APLICACIONES
8, 9 Y 10 DE DICIEMBRE
24h
- 03 BATERÍAS DE LITIO: FABRICACIÓN Y EQUIPOS DE PROCESAMIENTO
15, 16 Y 17 DE DICIEMBRE
24h

CONTACTO
capacitacion@cio.mx / direccion.tecnologica@cio.mx





Ciencia y Tecnología |

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación



CENTRO DE INVESTIGACIONES
EN OPTICA, A.C.

≡ *Participa en*
**PROYECTOS
TECNOLÓGICOS**
C O M U N I D A D C I O

¿Tu línea de **investigación/desarrollo**
tiene potencial de aplicación tecnológica?
En la DTI conectamos tu **conocimiento**
con desafíos reales del **entorno productivo**.
Conversemos.



gestion.tecnologica@cio.mx
direccion.tecnologica@cio.mx

El Código de Ética te guía para actuar con integridad

Es un instrumento que fortalece el servicio público



¿Cómo te ayuda en tu trabajo diario?



Te orienta para actuar conforme a los principios y valores del servicio público



Te permite identificar riesgos éticos antes de que se conviertan en faltas administrativas



Te brinda criterios claros para resolver conflictos y dilemas éticos

Servir al interés público es actuar con integridad

Escanea el código QR y consulta el:
Código de Ética e Integridad para un Buen Gobierno en la Administración Pública Federal

#ConoceTuCódigo



Gobierno de México

Buen Gobierno

Secretaría Anticorrupción y Buen Gobierno