



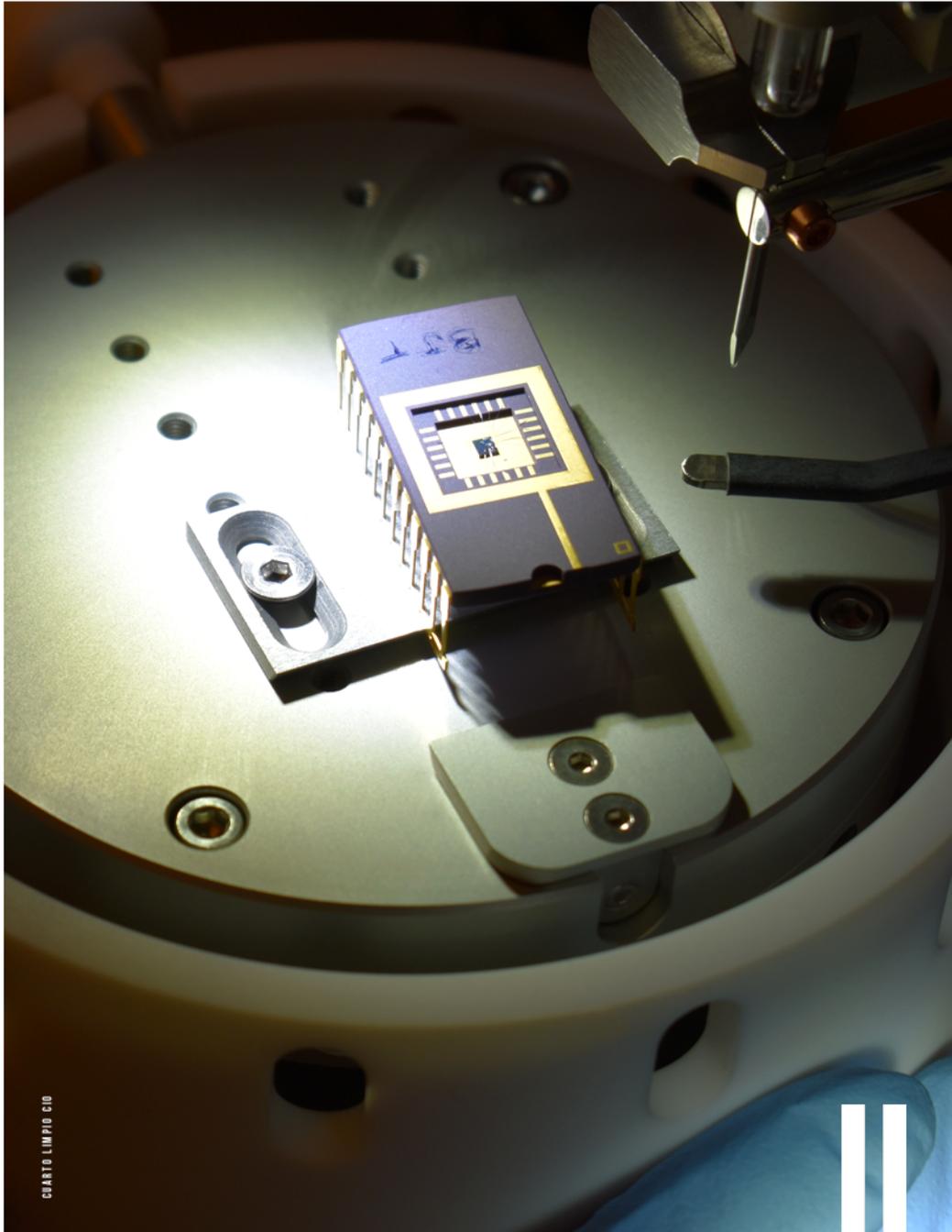
# [NC]

## NOTICIO

### XXIX



PROPIEDAD INTELECTUAL DEL CIO



CUARTO LIMPIO CIO

EDICIÓN / OCTUBRE - DICIEMBRE DE 2021

**PRIMERA PATENTE DEL CIO**  
EN EL TEMA DE LÁSERES DE FIBRA ÓPTICA

**MEDIO DE MONTAJE**  
PARA MICROSCOPIA ÓPTICA DE ALTA RESOLUCIÓN

**MÉTODO NOVEDOSO Y SIMPLE**  
PARA DETERMINAR LA DISTANCIA FOCAL EN LENTES

**LUZ POLARIZADA**  
UNA HERRAMIENTA MULTIFUNCIONAL DE TRABAJO



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

# DIRECTO RIO

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

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

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

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

**EDITORA EJECUTIVA**  
ELEONOR LEÓN TORRES

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

**DISEÑO EDITORIAL**  
LUCERO ALVARADO RAMÍREZ

**COLABORACIONES**  
MAXIMINO RAMÍREZ, VLADIMIR MINKOVICH, MILVIA ALATA, VALERIA PIAZZA, NOÉ ALCALÁ, SERGIO ÁLVAREZ,  
EDÉN MORALES, DANIEL MALACARA DOBLADO, RAFAEL ESPINOSA LUNA, YURY BARMENKOV, CRISTINA SOLANO,  
ALMA CAMACHO, CARLOS MARES, BERNARDINO BARRIENTOS, ABUNDIO DÁVILA

**IMÁGENES**  
ARCHIVO FOTOGRAFICO DEL CIO, IMAGE BANK

# EDITORIAL

## ***Apreciadas y apreciados lectores del NOTICIO:***

La Administración que me honro en dirigir se propuso como meta crear nuevas y pertinentes áreas de investigación, así como consolidar las ya existentes. A la par, se planteó como meta el apoyo y el fortalecimiento de las actividades de la Dirección de Tecnología e Innovación (DTI), con el objetivo de incrementar los activos institucionales en materia de registro de propiedad industrial e intelectual (a cargo de la Unidad de Propiedad Intelectual, UPI), la creación de nuevos laboratorios de metrología de calibración, el incremento de servicios, desarrollos tecnológicos y cursos de capacitación para brindar una oferta más amplia, oportuna y pertinente en beneficio de nuestra sociedad y de sus sectores productivos. A cerca de tres años de haber iniciado sus labores la Administración actual del CIO, con gran orgullo, rinde cuentas a su querida comunidad y a la sociedad, haciéndoles saber que ha logrado el 40% y el 60% del total histórico institucional de solicitudes y de títulos concedidos por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), respectivamente (iniciado internamente a partir del año 1999).

Como se explica con mucha claridad en la primera contribución del presente número, la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial (LFPPI) ofrece varias opciones jurídicas de protección clasificadas de manera genérica en Propiedad Industrial y Propiedad Intelectual, por lo que muy respetuosamente invitamos a su lectura, a manera de adentrarse muy rápidamente a tan relevante tema.

Conscientes de que los términos en que algunas de las opciones de protección citadas deben formularse en términos estrictamente técnicos y de que dicho lenguaje no necesariamente les resulta familiar a nuestras y nuestros lectores, nos hemos propuesto describirles algunas de nuestras patentes y diseños industriales de manera accesible, teniendo el reto de que les resulten claras, agradables y que pudieran resultarles de potencial interés para generar su licenciamiento o su otorgamiento.

El desarrollo de nuestras actividades sustantivas requiere un constante e incremental financiamiento anual, pues los equipos e insumos utilizados son altamente especializados y su mantenimiento, actualización o sustitución así lo demandan. De allí la importancia de contar con recursos autogenerados, pues nos permiten completar nuestro presupuesto para poder cumplir con la operatividad del Centro, el pago de obligaciones laborales y hasta el financiamiento de proyectos y prototipos internos que a la vez nos brindan la opción de aspirar a concursar exitosamente en varias de las convocatorias estatales, nacionales o internacionales y así

aspirar a seguir creciendo e impactando favorablemente a nuestra sociedad y a sus contribuyentes que son quienes financian nuestras actividades.

No deseo cerrar esta oportunidad de comunicación con ustedes, sin antes compartirles cuál ha sido la clave de nuestro notorio crecimiento, logrando cifras históricas en varios rubros de nuestras tareas esenciales. En nuestro Centro contamos con personal que su tarea principal es realizar algunas de las siguientes actividades en mayor o menor grado: docencia, investigación, desarrollo tecnológico e innovación, así como divulgación de nuestras tareas. A sabiendas de ello, formamos un equipo cuya función principal ha sido el conocer con certeza las posibilidades que ofrece la LFPPI, trabajando en paralelo en el análisis de todo producto generado institucionalmente (resúmenes de congresos, trabajos en extenso, artículos de investigación y trabajos de tesis a nivel maestría y doctorado). De las anteriores modalidades, nos llegamos a percatar que muchos productos eran susceptibles a ser registrados ante el IMPI, previo consentimiento de sus autoras o autores, pero considerando que el trabajo final o titularidad pertenece a los activos de nuestra institución y por ende a nuestro país, si bien se reconoce y otorga crédito a sus inventoras o inventores. Nos percatamos de la necesidad de continuar fortaleciendo el desarrollo de trabajos de tesis, donde es común registrar los procedimientos experimentales o numéricos como instrumentos que llevan a resultados finales y no solo enfocarnos a éstos últimos, si bien derivan en publicaciones científicas internacionales. Todo ello porque muchos de tales procedimientos dan origen a innovaciones tecnológicas o a registros de propiedad intelectual que los formatos estándar de las publicaciones científicas usualmente no los consideraban (ahora ha surgido dicho interés por las grandes empresas editoriales, pues en los materiales suplementarios existe una verdadera mina de ideas susceptibles a registrarse como innovaciones o invenciones diversas). Esta es una de las razones por las que en el CIO seguimos conceptualizando como ejercicios complementarios y formativos la realización de trabajos de tesis y la escritura de resultados científicos a partir de los trabajos de investigación realizados en ellas. Una conceptualización de una tesis como un simple compendio de trabajos de investigación significaría una formación incompleta y un desperdicio de ideas y talento, quedando solo las experiencias obtenidas, de éxito o fracaso durante su desarrollo, entre el o la estudiante y su asesora o asesor. Invitamos muy cordial y respetuosamente a nuestras y nuestros estudiantes a aprovechar al máximo su breve paso por el CIO y que aprovechen al máximo su tiempo y las muchísimas facilidades y apoyos que se les ofrece, para que adquieran una formación sólida que les permita competir por los mejores puestos profesionales que les ofrece nuestra sociedad mexicana.

Deseamos para todas y todos ustedes una temporada decembrina y un Año Nuevo 2022 plenos de salud, paz, armonía, bienestar y felicidad, con la convicción de que *EL TRABAJO TODO LO VENCE*.

## NOTICIO

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



CIOmx

Centro de Investigaciones  
en Óptica A.C.

@CIOmx

# INDICE

**4**  
EDITORIAL

**10**  
PROPIEDAD INTELECTUAL Y EL CIO

**14**  
FABRICACIÓN, INVESTIGACIÓN Y APLICACIÓN DE FIBRAS ÓPTICAS ESPECIALES DESARROLLADAS EN EL CIO

**19**  
MEDIO DE MONTAJE PARA MICROSCOPIA ÓPTICA DE ALTA RESOLUCIÓN

**23**  
DISPOSITIVO ÓPTICO PARA MEDIR ÁNGULOS

**28**  
UN DISPOSITIVO DE PAPEL CONECTADO CON UN TELÉFONO INTELIGENTE PARA MEDIR FLUORESCENCIA CON FINES DE DIAGNÓSTICO

**32**  
MICROELECTRODOS PARA LA ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA DE LA CórNEA HUMANA

**36**  
SISTEMA DE CÁMARA DE FONDO DE OJO

**43**  
LUZ POLARIZADA, UNA HERRAMIENTA MULTIFUNCIONAL DE TRABAJO

**48**  
PRIMERA PATENTE DEL CIO EN EL TEMA DE LÁSERES

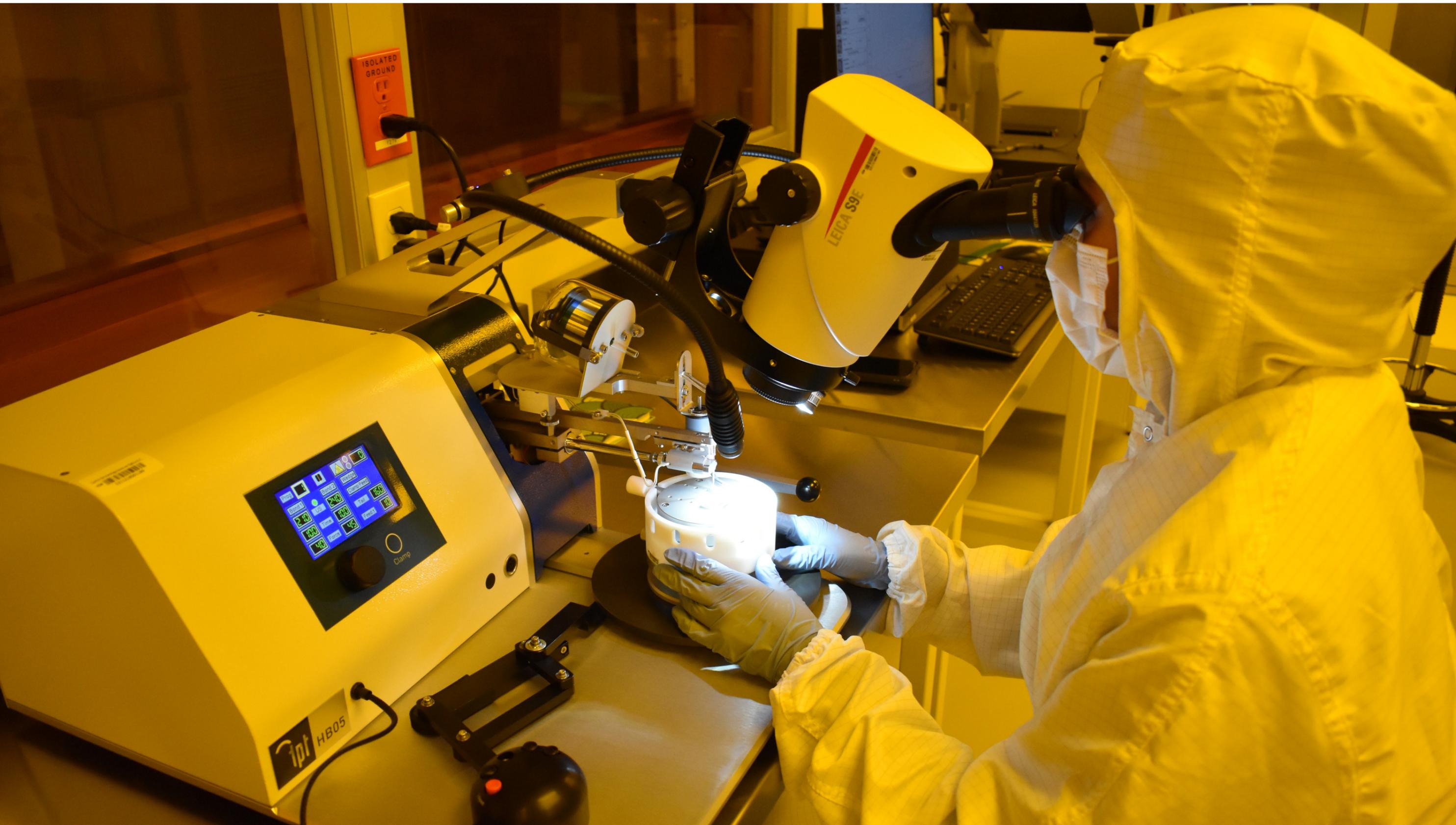
**53**  
MÉTODO NOVEDOSO Y SIMPLE PARA DETERMINAR LA DISTANCIA FOCAL EN LENTES

**56**  
XPERIMENTA: HACER CIENCIA ES TRASCENDENCIA

**66**  
MEDICIÓN DE DESPLAZAMIENTO DEL SUELO

**73**  
ANÁLISIS & DETECCIÓN DE OBJETOS TRANSPARENTES

**81**  
PUBLICACIONES ARBITRADAS



# LA PROPIEDAD INTELECTUAL & EL CIO

MAXIMINO RAMÍREZ

## Camino Institucional

Durante los últimos años en México, la Propiedad Intelectual (PI) ha cobrado una gran importancia, particularmente con los tratados internacionales en los que nuestro país forma parte, tales como el T-MEC y el APEC, en donde la PI fue un factor importante para la firma de dichos tratados. Por esta razón, y debido a los nuevos retos tecnológicos, a partir del 2020 la Ley de la Propiedad Industrial (LPI) ha sido modificada y renombrada como Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial (LFPPPI).

En este sentido, es importante indicar la definición de Propiedad Intelectual de acuerdo con

la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI): *“La propiedad intelectual se relaciona con las creaciones de la mente: invenciones, obras literarias y artísticas, así como símbolos, nombres e imágenes utilizados en el comercio.”*

De acuerdo con lo anterior, la nueva LFPPPI protege la PI, por ejemplo, mediante las patentes, registros y marcas, lo cual permite obtener reconocimiento o ganancias por las invenciones o creaciones. Al equilibrar el interés de los innovadores y el interés público, el sistema de PI en México procura fomentar un entorno propicio para que prosperen la creatividad y la innovación.



En este tenor, para Instituciones como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y el CIO la PI también ha cobrado una gran relevancia, pues los registros de PI en nuestros días, significan activos con un alto valor económico y social, por esta razón, actualmente los centros de investigación, universidades, y centros tecnológicos, tanto públicos como privados, buscan además de proteger sus tecnologías, comercializarlas o, en su caso, licenciarlas o transferirlas para obtener recursos económicos y así seguir desarrollando sus investigaciones.

En el CIO, en los últimos tres años a la PI se le ha otorgado una importancia e impulso mu-

cho mayor, lo cual ha redundado en un incremento considerable en el número de patentes y registros otorgados, así como en el número de presentación de solicitudes de invenciones en sus diferentes figuras jurídicas.

Para brindar una idea más amplia sobre todo lo que se puede proteger dentro del CIO, es importante indicar a lo que se refiere la propiedad intelectual.

Aunque todas las figuras jurídicas de protección corresponden a registros de propiedad intelectual, en la práctica, dichas figuras se clasifican en dos: Propiedad industrial y propiedad intelectual.

## PROPIEDAD INDUSTRIAL

### Signos Distintivos, los cuales comprenden:

- Marcas, nombres o avisos comerciales;
- Marcas holográficas, olfativas, sonoras e imagen comercial (Trade Dress);
- Denominación de origen;
- Indicación geográfica nacional.

La vigencia de los signos distintivos es de 10 años, los cuales pueden ser renovados de manera indefinida.

### Inventiones, las cuales comprenden:

- Patentes, cuya vigencia es de 20 años improrrogables.
- Diseños Industriales, cuya vigencia es de cinco años renovables hasta veinticinco años, en donde estos se clasifican en:

- Modelos Industriales (Diseños en 3D).
- Dibujos Industriales (Diseños en 2D).
- Modelos de Utilidad, cuya vigencia es de 15 años improrrogables.
- Esquema de Trazado de Circuitos Integrados, cuya vigencia es de 10 años improrrogables.
- Variedades Vegetales, cuya vigencia es de 15 a 18 años improrrogables dependiendo de la especie.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

### Derechos de Autor, los cuales comprenden:

- Obras artísticas
- Literarias
- Arquitectónicas
- Cinematográfica
- Programas de radio y televisión
- Programas de cómputo
- Base de datos
- Derechos conexos

La vigencia de los derechos de autor es durante la vida del autor y 100 años después de su muerte.

A la luz de lo anterior, es importante mencionar que el CIO ha hecho grandes avances en cuanto al número de patentes y registros otorgados, en donde hasta al mes de noviembre del presente año, se han obtenido un total de 14 patentes, 15 registros de diseño industrial y un esquema de trazado de circuitos integrados.

De igual forma, en lo que va del año se han presentado cuatro solicitudes de patente, tres de diseño industrial, y una de esquema de trazado de circuitos integrados cumpliendo de este modo, a diferencia de otros años, el Indicador en el tercer trimestre del año.

Asimismo, se tienen dos patentes en colaboración con universidades en el extranjero:

- La primera es una colaboración con la Universidad de Valencia (España), cuya Memoria Técnica fue redactada por la Unidad de Propiedad Intelectual (UPI) del CIO, y la cual se ha presentado como una solicitud internacional PCT, de la cual en breve se presentará la solicitud mexicana y su respectiva contraparte en España y/o Europa.

· La segunda es una colaboración con la Universidad de San Diego (USA), la cual está siendo preparada por dicha universidad y se presentará ante la Oficina de Patentes en los Estados Unidos en breve.

· Finalmente, es importante mencionar que en la Dirección de Tecnología e Innovación (DTI), así como en la UPI del CIO, no solo se han preocupado por incrementar el número de otorgamientos y solicitudes presentadas, sino también en buscar activamente la manera de licenciar y transferir los activos de PI del Centro, para lo cual se ha logrado un acuerdo de colaboración con el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIA-TEC), para tener consultoría y capacitación en esta materia por la Oficina de Transferencia de Tecnología de dicha institución.

En este mismo tenor, se están programando para el 2022, eventos similares a la “Pasarela de Patentes” realizada por primera vez en el 2020, con el fin de invitar al sector empresarial y ofertar las tecnologías protegidas del CIO para su posible licenciamiento o transferencia y generar más recursos propios.

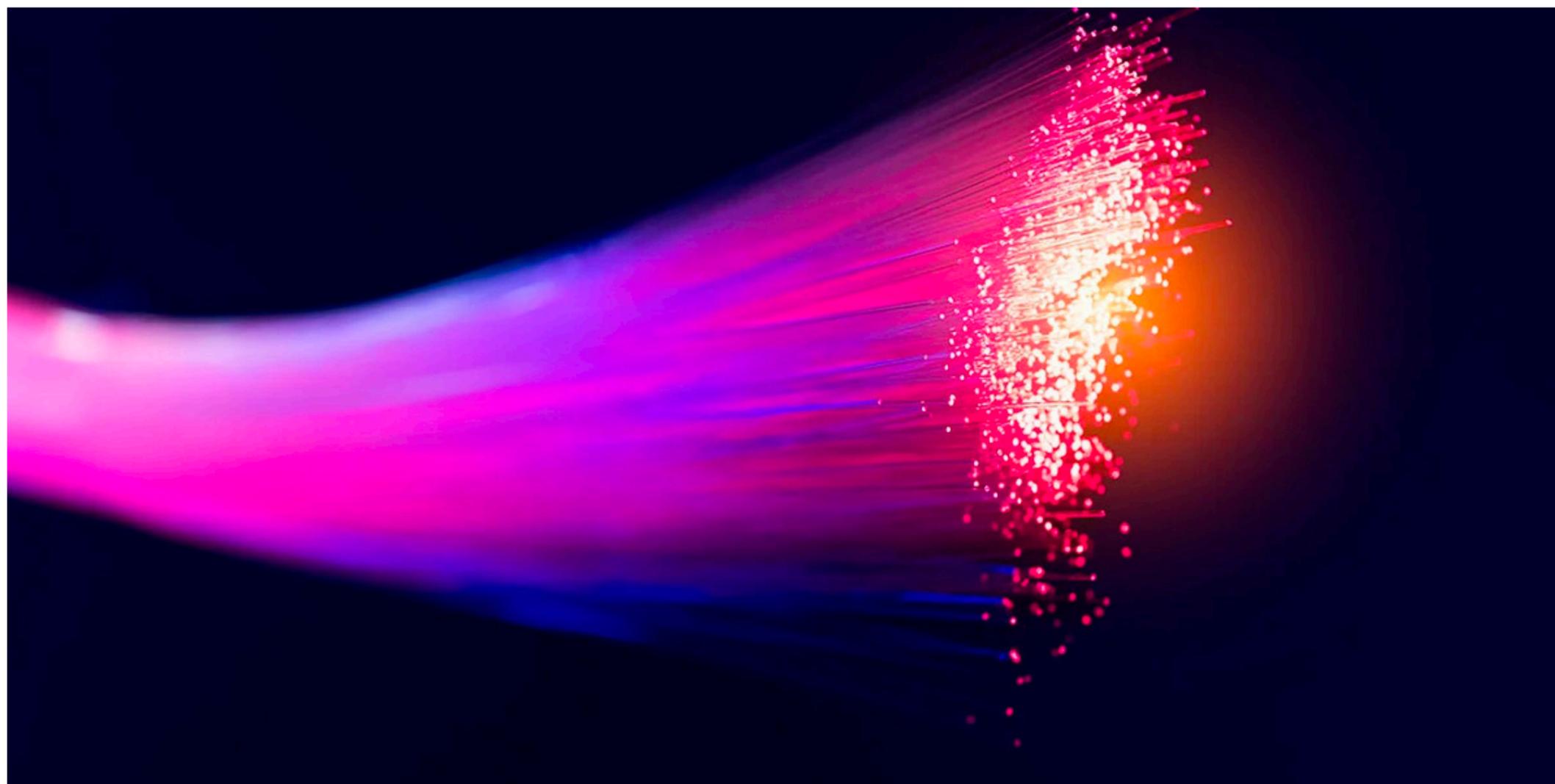
Por otro lado, también se tienen programadas pláticas y conferencias a la comunidad del CIO con el fin de incentivar y promover la PI para de este modo incrementar la presentación de solicitudes de invenciones y demás figuras jurídicas de protección.

Por lo tanto, aunque se han logrado grandes avances en materia de PI dentro del CIO, aún se tiene un largo camino por recorrer. ▀



# FABRICACIÓN INVESTIGACIÓN Y APLICACIÓN

DE FIBRAS ÓPTICAS ESPECIALES DESARROLLADAS EN EL CIO



VLADIMIR MINKOVICH

Las fibras ópticas micro estructuradas o de cristal fotónico (FOCF) fueron desarrolladas y experimentalmente fabricadas en primer lugar en Inglaterra en el año 1996. La región de la guía de onda de fibras de cristal fotónico con núcleo sólido está formada por un arreglo de canales de aire que viajan a lo largo de la fibra de vidrio, alrededor de un núcleo.

En el CIO, se desarrolló la FOCF especial con núcleo de gran área con bajas pérdidas de transmisión y flexión. En la *Figura 1* están presentadas tres imágenes de las fibras de cristal fotónico fabricadas en el CIO (*a, b, c*). En comparación con las fibras fabricadas en el CIO, está presentada también una imagen de LMA-10 fibra (*d*), que está disponible en el mercado internacional.



Las fibras de cristal fotónico desarrolladas en el CIO son una mejor alternativa en lugar de las fibras ópticas convencionales para aplicaciones en láseres de alta potencia, óptica no-lineal, óptica cuántica y para los sensores de fibra óptica. Con base a la FOCF patentada, se han desarrollado fibras estrechadas especiales que fueron usadas en sensores de gran resolución para medir índices de refracción en líquidos, sensores de altas temperaturas, sensores químicos, bioquímicos y de gas, así como sensores de tensión independientes de la temperatura. Solicitudes de patentes para México y Europa fueron presentadas para este tipo de sensores. El Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) ha aceptado la solicitud de patente de México GT/a/2005/000015 con número de folio de 11955, de 2010.

Con base en la FOCF patentada, también ha patentado en 27 países europeos el sensor de tensión independiente de la temperatura, patente de Europa No. EP 1 962 120 B1, 2013. Adicionalmente al trabajo de desarrollo tecnológico, se ha publicado un libro y un capítulo de libro, un gran número de artículos científicos sobre diferentes aplicaciones de las fibras especiales fabricadas en el CIO, así mismo se han presentado nuestros resultados en numerosos congresos nacionales e internacionales. Un importante resultado reciente fue el desarrollo de las fibras-capilares para construir los interferómetros de Fabry-Perot para los sensores diferentes. 

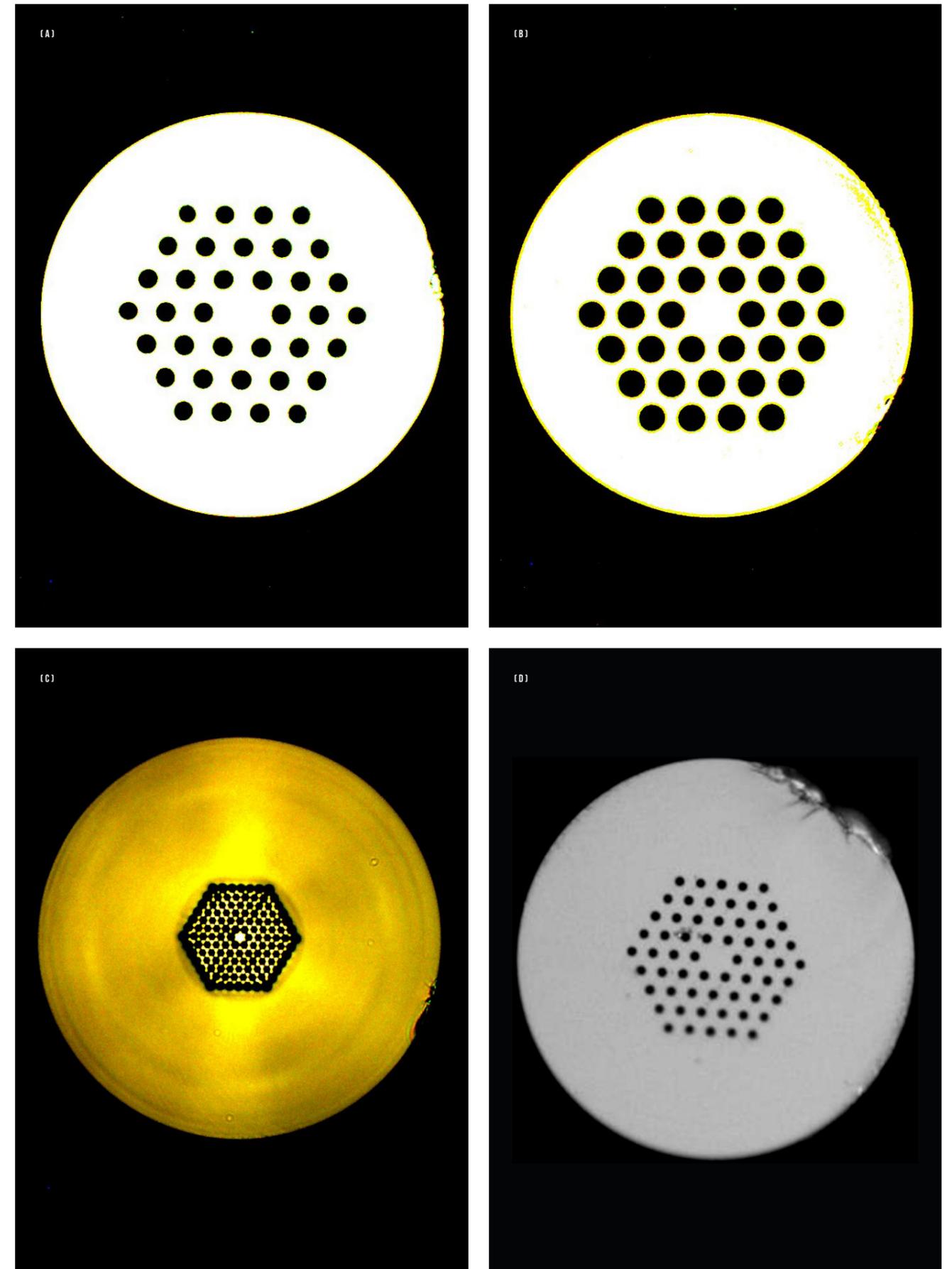


FIGURA 1. IMÁGENES DE LAS TERMINACIONES DE LAS FIBRAS DE CRISTAL FOTÓNICO CON EL DIÁMETRO EXTERIOR DE 0.125 MM, DONDE EL VIDRIO DE SILICIO ES EL COLOR CLARO Y LOS CANALES DE AIRE – EN EL COLOR OSCURO. (A) LA FIBRA MONOMODO CON EL NÚCLEO DE GRAN ÁREA CONFORME A LA PATENTE MEXICANA NO. 310520, (B) LA FIBRA MULTIMODAL, (C) LA FIBRA ALTAMENTE NO-LINEAL, (D) LA FIBRA LMA-10.



# MEDIO DE MONTAJE PARA MICROSCOPIA ÓPTICA

DE ALTA RESOLUCIÓN

MILVIA ALATA & VALERIA PIAZZA

Los avances en la microscopía óptica han logrado que sea posible ver detalles cada vez más pequeños, incluso superando el límite de la resolución. Lo cual impone el reto de optimizar todos los procesos involucrados en obtener la mejor calidad posible de una imagen. Dentro de estos procesos se encuentra la preparación de la muestra que deseamos analizar y más específicamente es necesario mejorar las propiedades del líquido en el cual se encuentra inmersa la muestra.

Cuando la luz pasa de un medio a otro, por ejemplo del aire al agua, cambia su velocidad de propagación y por lo tanto cambia su dirección, se dobla. Es por eso que un lápiz parcialmente sumergido en agua parece verse partido, esto ocurre

cuando el índice de refracción de los medios es diferente. En microscopía aprovechamos esa propiedad de la luz para magnificar una imagen, sin embargo, hay un material que usualmente queda fuera del control del diseño óptico y es la muestra biológica. Los sistemas ópticos están diseñados de manera estándar para ser usados con una gran variedad de muestras independientemente de su índice de refracción, sin embargo, si queremos llevar el sistema a su máxima capacidad debemos buscar que el índice de refracción de la muestra coincida con el del vidrio en el que está soportada.

Tradicionalmente las muestras biológicas se deben colocar entre dos vidrios (un portaobjetos y un cubreobjetos) y para asegurar su pre-

servación no podemos dejarlas secar sino que debemos colocarlas en un líquido, ese líquido es el medio de montaje. Las características ópticas del medio de montaje pueden limitar la resolución de la imagen y por lo tanto deben ser mejoradas para obtener la mejor imagen posible.

La microscopía de fluorescencia posibilita la obtención de imágenes de estructuras celulares de manera altamente selectiva, por ejemplo: tiñendo con un marcador fluorescente el núcleo y con otro marcador fluorescente de otro color los filamentos de actina de las células. De esa manera, podemos usar luz láser de un color para hacer fluorescer el núcleo y otro color de láser para hacer fluorescer la actina, por separado. Este tipo de imágenes son muy útiles para poder comprender las estructuras al interior de las células.

En el CIO hemos optimizado un medio de montaje para microscopía de fluorescencia, cuyo índice de refracción, al ser muy cercano al del vidrio, posibilita la adquisición de imágenes con mayor resolución. Nuestro medio de montaje es transparente, incoloro, no tóxico y funciona muy bien como medio de montaje para microscopía de alta resolución ya que su uso con células y fluoróforos comunes no tiene inconvenientes.

Nuestra propuesta de medio de montaje es conocido como TDP (3,3'-tiodipropanol) y tiene la gran ventaja por sobre su más cercano competidor TDE (3,3'-tiodietanol) en que sí se puede usar con el sistema basado en faloidina (reactivo) para marcar filamentos de actina.

La actina es una proteína presente en todas las células eucariotas, esta proteína forma los filamentos de actina cuyas funciones principales son: mantener o cambiar la forma de las células, la contracción muscular, el movimiento celular

y también la división celular. El reactivo más popular para marcar la actina es la toxina faloidina. El marcaje de actina con fluoróforos conjugados a faloidina es muy relevante ya que no sólo es el método más popular para marcar filamentos de actina, sino que produce un marcaje de alta calidad siguiendo un protocolo simple.

Existen algunas preparaciones a partir de varios químicos que se usan para obtener medios de montaje, con índices de refracción adecuados para la imagenología de alta resolución, pero su uso es mucho más complicado y son generalmente más costosos o su compatibilidad no ha sido comprobada con tinciones basadas en faloidinas ni tampoco con una amplia variedad de fluoróforos, lo cual es un plus de nuestra propuesta de uso del TDP. Otra desventaja de algunos medios de montaje que pueden tener índices de refracción parecidos al del TDP es que al momento del montaje son líquidos y aumentan su índice de refracción con el tiempo al "endurecer", esto podría implicar cambios morfológicos en las muestras a analizar.

Por otra parte, existen medios de montaje basados en resinas que tienen índices de refracción altos, pero la preparación de las muestras para ser montadas en estos medios involucra procesos de deshidratación, que no siempre son deseados, o que son más trabajosos. Además, las resinas en muchos casos tienen autofluorescencia, lo cual no las hace ideales para microscopía de fluorescencia.

Las posibles aplicaciones de este desarrollo se dan en dos áreas, la de la investigación básica y en la industria farmacéutica. Contar con un medio de montaje que posibilita acceder a la visualización de los filamentos de actina con alta resolución, implica una mejora en la reconstrucción en tres dimensiones del citoesqueleto de actina, por lo que el

estudiar en detalle la morfología también significa poder analizar estructuras en tres dimensiones.

La microscopía de fluorescencia beneficia el estudio básico de los procesos patológicos de toda enfermedad, incluyendo diabetes, obesidad, cáncer y hasta enfermedades infecciosas como SIDA, Dengue y COVID; ya se usa en sistemas de diagnóstico clínico de algunas enfermedades, como algunos tipos de cáncer, o enfermedades del sistema inmunológico. El área comercial que más uso hace de aplicaciones de microscopía es la industria del fármaco que comúnmente analiza los efectos de las drogas en células y tejidos en paralelo (high throughput).

TDP es mucho más económico que los medios de montaje comercializados para fluorescencia, sin embargo no es tan económico como TDE. Es por eso que las mezclas de TDE y TDP también son

una buena opción cuando se trata de tomar imágenes de alta resolución del citoesqueleto de actina, por una parte TDE hace más económico aún al medio de montaje y por otra parte TDP lo hace compatible con el marcaje de faloidina. Explorar más en el uso de estas mezclas es una de las opciones de montaje que pueden investigarse más a futuro.

Otra aplicación que se podría beneficiar del uso de TDP es la microscopía óptica de súper resolución. Todavía no nos ha sido posible incursionar en esta área, sin embargo, es una de las aplicaciones que más podrían aprovechar este medio de montaje para el estudio de detalles nanométricos de células y tejidos.

*Este proyecto fue financiado por Convenio SICES 094/2016CIO  
La patente del medio de montaje se encuentra en la etapa de examen de forma.*

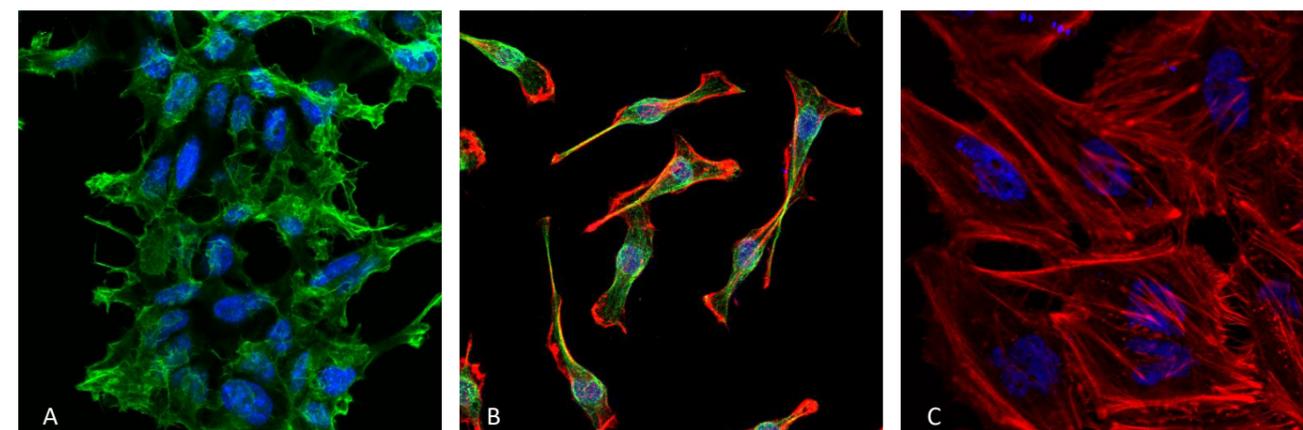


FIGURA. TDP PERMITE TOMAR IMÁGENES DE ESTRUCTURAS CELULARES CON ALTA RESOLUCIÓN. A. CÉLULAS HEK-293, CITOESQUELETO DE ACTINA MARCADO EN VERDE CON FALOIDINA. B. CÉLULAS SHY-5Y, CITOESQUELETO DE ACTINA MARCADO EN ROJO CON FALOIDINA Y CITOESQUELETO DE TUBULINA INMUNOMARCADO EN VERDE. C. CÉLULAS HELA, CITOESQUELETO DE ACTINA MARCADO EN ROJO CON FALOIDINA, EN A, B Y C LOS NÚCLEOS SON TEÑIDOS CON DAPI, EN AZUL.

### Antecedentes

Uno de los múltiples problemas que se tienen en las industrias es la medición de ángulos con alta exactitud y precisión. De manera particular, en las industrias metalmecánica, electromecánica, automotriz, etc. Se pone de manifiesto la importancia de medir las posiciones angulares de flechas de motores ya que inciden en dispositivos como brazos robóticos, bandas transportadoras, platos posicionadores, entre otros. A lo largo del tiempo, para medir estos ángulos, se han desarrollado dispositivos llamados encoders. Hay diferentes tipos de encoders, siendo los más comunes los de tipo óptico incremental, los de tipo óptico absoluto, los resolvers y los potenciómetros. Sin embargo, de manera general, cada uno de estos dispositivos presenta diversos problemas de diseño. Por ejemplo, las desventajas principales de los potenciómetros se centran en un rápido desgaste mecánico por fricción, así como en bajos niveles de exactitud y resolución. Hay desde luego codificadores ópticos, como los incrementales y los absolutos que utilizan discos ranurados a través de los cuales se hace pasar luz, y la cantidad de sombras generadas por las ranuras sirven para obtener

la medida del desplazamiento angular. Las desventajas e inconvenientes de estos encoders son que requiere de proceso de litografía o estampado para su fabricación y los efectos ópticos debidos a las reducidas dimensiones de las ranuras se traducen en fuentes de error también, además de que sus procesos de fabricación son relativamente costosos.

### Descripción de la invención

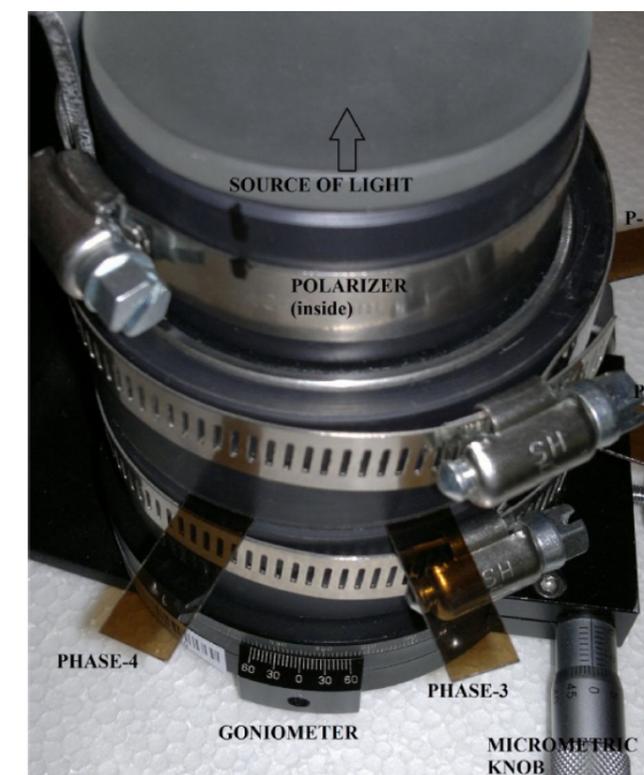
Esta invención [1] es un encoder óptico (SCOP) y sus principales ventajas respecto a los encoders tradicionales, son: (a) que está diseñado para trabajar con componentes de bajo costo y (b) que se puede alcanzar mayor precisión y exactitud. La descripción del principio de funcionamiento está descrito con detalle en [1,2] y se refiere a que un haz de luz pasa a través de un sistema de polarizadores colocados sobre una montura rotatoria y las lecturas de intensidad de la luz transmitida por cada polarizador son obtenidas con fotoresistencias de bajo costo. Las intensidades de la luz individuales son analizadas y procesadas usando algoritmos diseñados para ello, proporcionando así las mediciones angulares deseadas.

# DISPOSITIVO ÓPTICO

PARA MEDIR ÁNGULOS

NOÉ ALCALÁ & SERGIO ÁLVAREZ

FIG. 1: PROTOTIPO EXPERIMENTAL DEL ENCODER ÓPTICO.



### Estado en el que se encuentra la invención

Patente concedida [1]. Actualmente se encuentra a nivel de prototipo experimental como se observa en la Fig. 1, donde se pueden apreciar los siguientes componentes: una fuente de luz en la parte superior; polarizadores; y finalmente un goniómetro para comparar la lectura que arroja el algoritmo con respecto a la posición angular real.

### ¿Qué sigue? O ¿Cuál es la proyección?

1) Diseño de las normas, estándares, especificaciones, y requisitos generales de calidad y presentación que debe cumplir el SCOP, tomando en cuenta las características de los bienes de capital necesarios para su producción.

2) Diseño del sistema industrial para la fabricación del SCOP desde el punto de vista comercial.

3) Selección de la electrónica óptima para sistema embebido, de acuerdo a las características que pro-

porcionan los diferentes fabricantes, y a sus costos. Incluye pruebas de rendimiento.

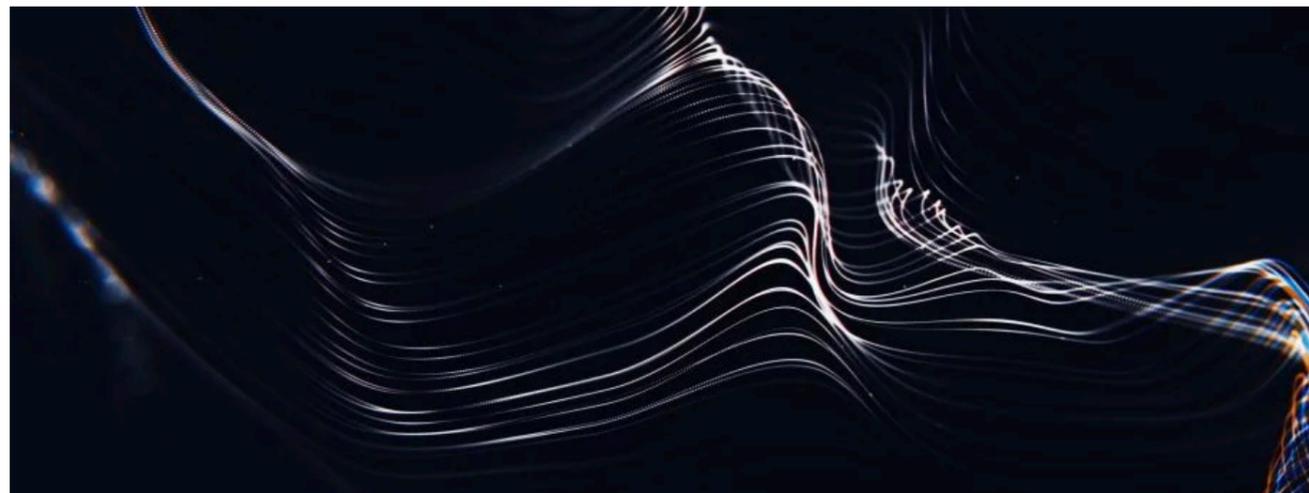
4) Desarrollo del software para el funcionamiento de la tarjeta electrónica del SCOP comercial (on-line)

5) Desarrollo del software para la caracterización de fases del SCOP comercial (offline)

6) Diseño y fabricación de la parte mecánica del SCOP comercial, en conjunto con la selección de los componentes opto-electrónicos que proporcionen alta confiabilidad y durabilidad, al menor costo posible. Incluye pruebas de rendimiento.

[1] Sergio Alvarez-Rodríguez y Noé Alcalá Ochoa, "Sistema de codificación óptica polifásica para medir el posicionamiento angular de elementos rotatorios (SCOP)," Patente MX 381803 B

[2] Sergio Alvarez-Rodríguez and Noé Alcalá Ochoa, "Low-cost encoder using a phase shifting algorithm utilizing polarization properties of light," Appl. Opt. 55, 9450-9458 (2016) <https://doi.org/10.1364/AO.55.009450>



# POLÍTICAS Y BUENAS PRÁCTICAS DE CIBERSEGURIDAD DEL

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ÓPTICA, A.C. (CIO)

## 01



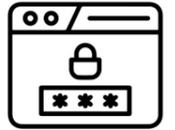
Cuida, respeta y haz uso adecuado de los recursos de cómputo, red y zona de trabajo que te han sido asignados.

## 02



Realiza respaldos de tu información y correos electrónicos de acuerdo a su importancia en la nube, Google Drive o en un disco externo; recuerda nombrar a los archivos sin exceder los 256 caracteres.

## 03



Renueva tus contraseñas, al menos una vez al año. Usa contraseñas robustas y con doble factor de autenticación.

## 04



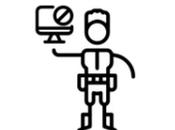
Evita redes públicas y solo descarga de sitios oficiales o seguros con https.

## 05



Cada vez que requieras conectar un equipo de cómputo por vez primera, deberás solicitar apoyo al departamento de Servicios Generales, para su correcta instalación.

## 06



No le debes dar acceso a ningún equipo de cómputo a personas externas o visitantes.

## 07



En caso de siniestro de cualquier equipo de cómputo, deberás realizar el proceso marcado en el Manual Administrativo de Aplicación General en Materia de Servicios Generales.

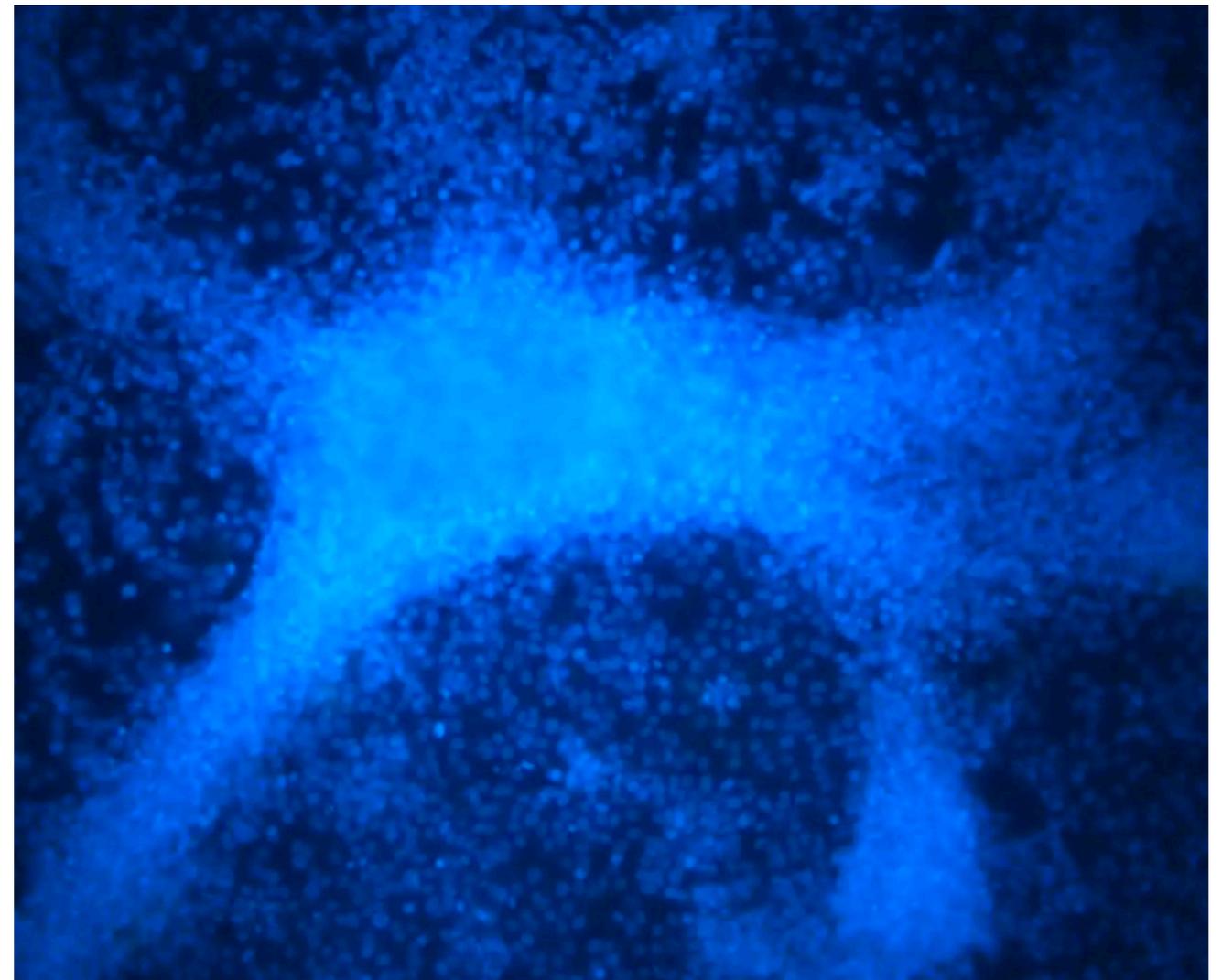


# UN DISPOSITIVO DE PAPEL CONECTADO CON UN TELÉFONO INTELIGENTE

PARA MEDIR FLUORESCENCIA CON FINES DE DIAGNÓSTICO

El contexto pandémico actual ha revelado la necesidad de contar con herramientas de diagnóstico que puedan funcionar fácilmente y prácticamente en cualquier lugar. Los test de flujo lateral, concepto bajo el cual funcionan las pruebas de embarazo que encontramos en las farmacias, son un excelente ejemplo de dichas herramientas. Los dispositivos de flujo lateral convencionales, aquellos que dibujan una o dos líneas rojas dependiendo del resultado, pueden detectar fácilmente biomoléculas que son muy abundantes porque se sobre expresan en el diagnóstico buscado (gonadotropina humana en el caso del test de embarazo). Sin embargo, cuando se trata de biomoléculas cuya concentración es muy baja en la respectiva muestra, los dispositivos de flujo lateral convencionales carecen de alta sensibilidad y por lo tanto no son capaces de reportar el diagnóstico buscado de manera fidedigna. Es por eso que la comunidad científica y tecnológica busca activamente nuevos medios para hacer más sensibles los dispositivos de flujo lateral.

EDÉN MORALES



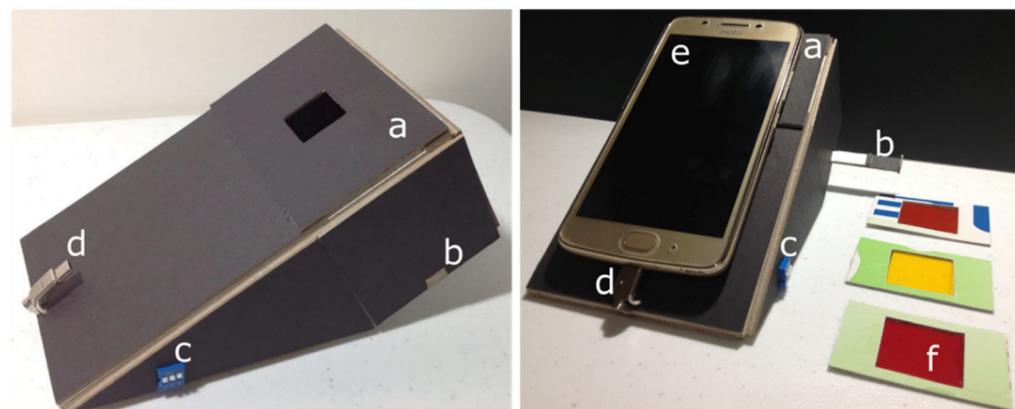


FIGURA 1. LECTOR DE FLUORESCENCIA BASADO EN PAPEL Y UN TELÉFONO INTELIGENTE.

Una alternativa para hacer más sensibles los dispositivos de flujo lateral, es mediante el uso de etiquetas fluorescentes que reporten confiablemente la presencia de una biomolécula buscada incluso a muy bajas concentraciones, pero esto requiere de equipo especializado para medir dicha fluorescencia. En este contexto, el Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO) ha presentado una solicitud de patente de un dispositivo portátil, capaz de leer fluorescencia en dispositivos de flujo lateral de manera muy sencilla (ver Figura 1). Con un costo del prototipo menor a los \$100 (MXN), en los componentes de este lector de fluorescencia, las personas que inventaron el dispositivo han empleado materiales de celulosa tales como: papel ilustración, para configurar su carcasa y ensamblar sus elementos opto/electrónicos (resistencias y diodos LEDs), así como

papel celofán como filtro óptico para eliminar ruido en las imágenes obtenidas (ver Figura 2). Además, se demostró que el desempeño de esta invención es comparable con otros lectores de portátiles de fluorescencia cuyo costo ronda los \$170,000 (MXN).

Ya que el lector propuesto está conectado a un teléfono inteligente y hoy en día millones de personas poseen un teléfono inteligente, el dispositivo facilita un lector de fluorescencia que puede ser utilizado de manera masiva con fines de diagnóstico o para monitorear la calidad de alimentos o del medio ambiente. Por otra parte, el teléfono inteligente empleado puede transmitir la información obtenida, la cual puede ser sumamente relevante por ejemplo para proveedores de salud localizados remotamente y que a su vez pueden emitir una recomendación al usuario en tiempo real. ■

#### Referencia

Ireta-Muñoz, L.A.; Morales-Narváez, E. Smartphone and Paper-Based Fluorescence Reader: A Do It Yourself Approach. *Biosensors* 2020, 10, 60.

<https://doi.org/10.3390/bios10060060>

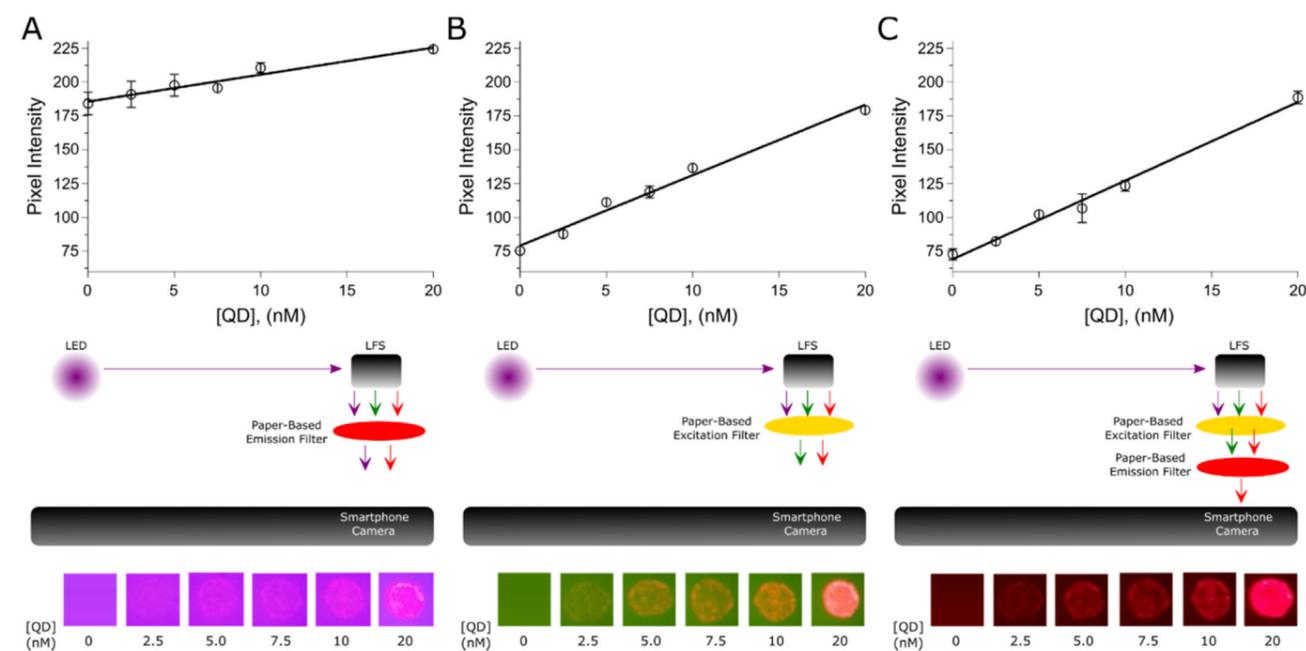


FIGURA 2. DESEMPEÑO DEL LECTOR DE FLUORESCENCIA CON DIFERENTES FILTROS DE PAPEL CELOFÁN (ROJO, AMARILLO, ROJO + AMARILLO).

# MICROELECTRODOS

PARA LA ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA DE LA CórNEA HUMANA

NATIELY HERNÁNDEZ



La aplicación de pequeñas señales eléctricas al tejido nervioso no es exactamente una idea reciente. Luigi Galvani estaba haciendo que las ancas de rana se contrajeran con electricidad en 1792, y en 1873, Henri Dor promocionó la estimulación eléctrica como un remedio para todo tipo de trastornos, incluidas enfermedades oculares como: retinitis pigmentosa (RP), glaucoma, ambliopía y atrofia óptica. No duró mucho, la estimulación eléctrica terapéutica pronto se olvidó a medida que avanzaban los campos de la medicina más convencionales.

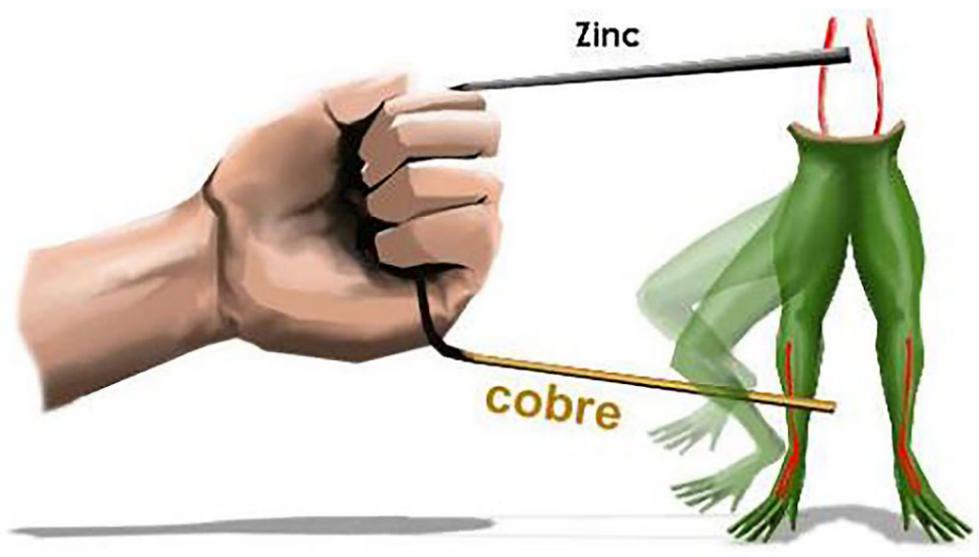


FIGURA 1. MIENTRAS DISECABA UNA PATA DE RANA, SU BISTURÍ TOCÓ ACCIDENTALMENTE UN GANCHO DE BRONCE DEL QUE COLGABA LA PATA. SE PRODUJO UNA PEQUEÑA DESCARGA, Y LA PATA SE CONTRAJÓ ESPONTÁNEAMENTE.

La estimulación eléctrica transcorneal (TES) volvió a ser un foco de atención a finales del siglo XX, pero su uso se limitó a la investigación neurológica del sistema visual realizada en modelos animales. Su uso potencial terapéutico inició en el año 2015 en pacientes que habían recibido implantes de retina. En ese momento, nuestro grupo de investigación en colaboración con el Hospital Luis Sánchez Bulnes exploramos la posibilidad de fabricación de prototipos de estimulación eléctrica transcorneal selectiva al evaluar sus efectos en pacientes con RP. En estos estudios, descubrimos que las pequeñas señales eléctricas aplicadas a la córnea evocaban percepciones visuales no relacionadas con la luz, conocidas como fosfenos, mejorando la función visual de los pacientes.

¿Qué estaba causando esta mejora? Múltiples estudios demostraron que la función visual mejo-

rada inducida por la estimulación eléctrica estaba siendo impulsada por la expresión en el ojo de una mezcla de neurotrófinas, incluyendo: incremento en la secreción de glutamina, activación dependiente de los canales de calcio, incremento de células Müller y el decremento del factor de necrosis tumoral, logrando así efectos terapéuticos en los pacientes.

En el año 2015, nuestro grupo de investigación finalizó el desarrollo del primer prototipo de estimulación eléctrica selectiva para la córnea humana. El prototipo compuesto por 18 pads de alimentación, dos anillos de referencia y un arreglo de 16 electrodos independientes para la estimulación selectiva y variada de la córnea, es el único dispositivo en su tipo en integrar un arreglo de microelectrodos independientes definidos a partir de técnicas de microelectrónica y electrónica flexi-

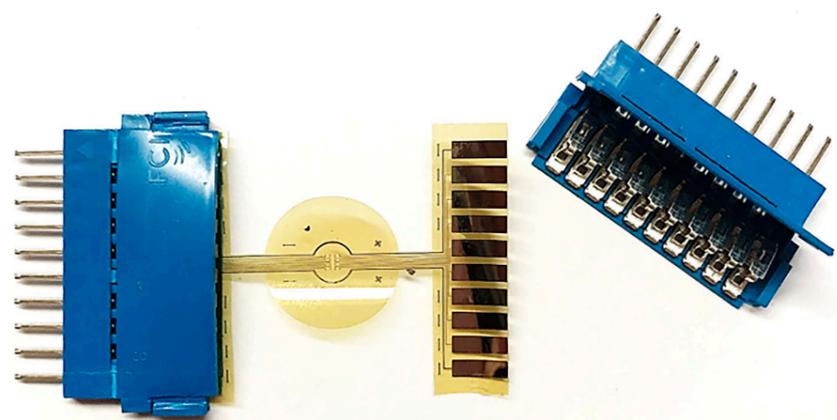


FIGURA 2. PRIMER PROTOTIPO DE ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA TRANSCORNEAL DESARROLLADO POR LA DRA. NATIELY HERNÁNDEZ SEBASTIÁN Y COLABORADORES.

ble. En general, el dispositivo funcionó bien, sin embargo, la integridad del mismo se veía afectada tras su manipulación.

Reconociendo el potencial que tiene este prototipo como herramienta de terapia para la regeneración visual, propusimos una segunda etapa de desarrollo, en la cual, se mejoró el diseño del dispositivo en términos de robustez y acoplamiento físico. Fue justamente este diseño el que se registró como *esquema de trazado de circuito integrado* ante el IMPI y actualmente, ya contamos con la licencia otorgada.

El nuevo diseño, incluye solo una entrada de alimentación para evitar que el dispositivo se fracture durante su manipulación y, además, se incluyeron tres pétalos en la región central para facilitar su acoplamiento a una lente de contacto y a la curvatura de la córnea. Actualmente, el dispositivo

se encuentra en proceso de fabricación en el Cuarto Limpio del CIO, una vez fabricado se realizarán pruebas de TES a pacientes diagnosticados con RP en el hospital del ISSTE en León, Guanajuato.

En conclusión, el prototipo propuesto para la TES se ha utilizado de forma segura y eficaz en pacientes con RP y los estudios en curso determinarán mejor si la estimulación eléctrica del ojo puede revertir la degeneración retiniana. El dispositivo también debe evaluarse en pacientes con otras enfermedades oculares que implican daño retiniano, como: degeneración macular relacionada con la edad, glaucoma y enfermedad de Stargardt. Si el dispositivo completa con éxito sus ensayos clínicos y llega a la clínica, su impacto podría ser sustancial; ofrecería esperanza a los pacientes con enfermedades actualmente intratables. ■

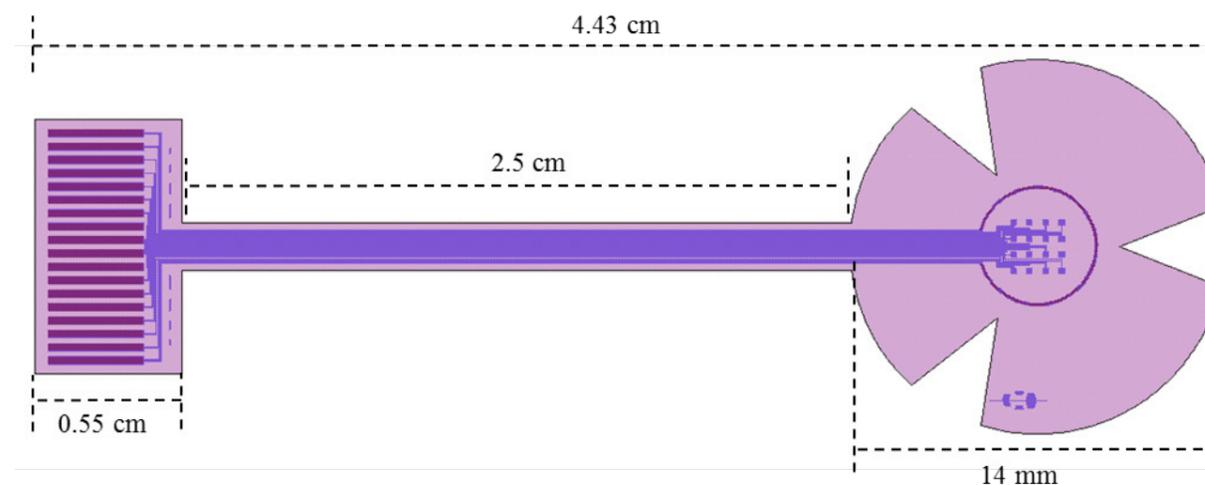


FIGURA 3. ARREGLO DE MICROELECTRODOS PARA LA ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA DE LA CÓRNEA. DISEÑO REGISTRADO COMO ESQUEMA DE CIRCUITO DE TRAZADO.

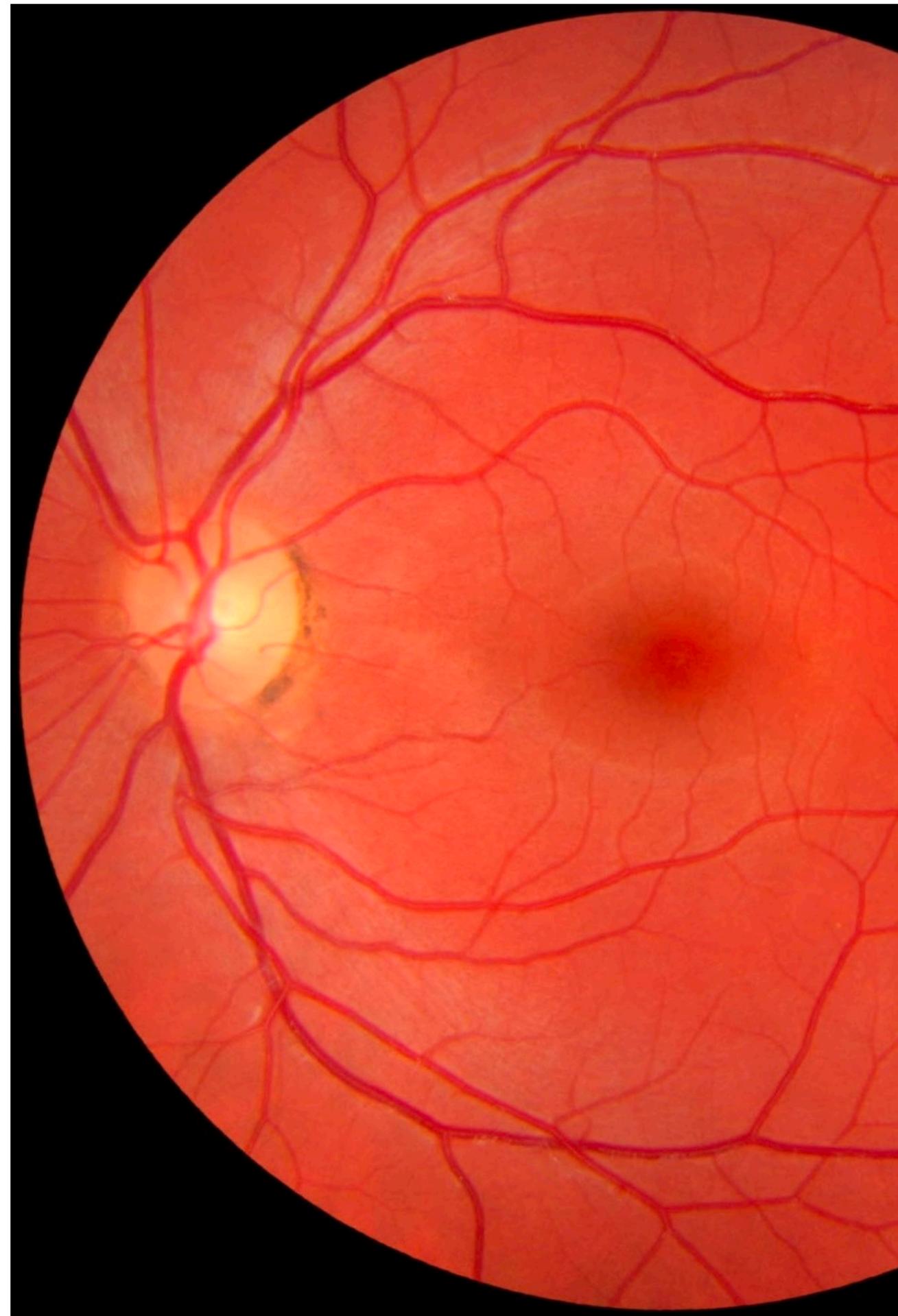
# SISTEMA DE CÁMARA DE FONDO DE OJO

DANIEL MALACARA DOBLADO

La cámara de fondo de ojo no es cosa nueva, tiene sus principios en 1851 cuando el alemán Hermann von Helmholtz introdujo el oftalmoscopio. Pero no fue hasta 1861 cuando Frederick Scott Archer descubrió el proceso de tomar una fotografía del fondo de ojo. El problema que más tenían para fotografiar el fondo de ojo era el encontrar una fuente de luz lo suficientemente potente y además adecuada para iluminar la retina del ojo del paciente sin que le llegue luz a la retina del ojo del médico observador.

El observar la retina del ojo humano en un ser humano vivo es una herramienta maravillosa para detectar una gran cantidad de enfermedades, que con el tiempo pueden ser muy graves e incluso ocasionar la muerte, pero que cuando comien-

zan no presentan un síntoma molesto que permita detectarlas. Un ejemplo de este tipo de enfermedades es la diabetes, la cual desgraciadamente es sumamente común en México y ocasiona muchas muertes cada año. Cuando apenas comienza produce unos pequeños derrames en algunas venas que cubren la retina del ojo. La persona que lo sufre se da cuenta de ello hasta varios años después de que comienzan, cuando ya han causado un gran daño que generalmente desemboca en la ceguera. Con un oftalmoscopio o cámara de fondo de ojo se pueden ver estas anomalías en la retina, evitando la ceguera y hasta la muerte del paciente. Una imagen de la retina sana y con retinopatía diabética es la mostrada en la *figura 1*.



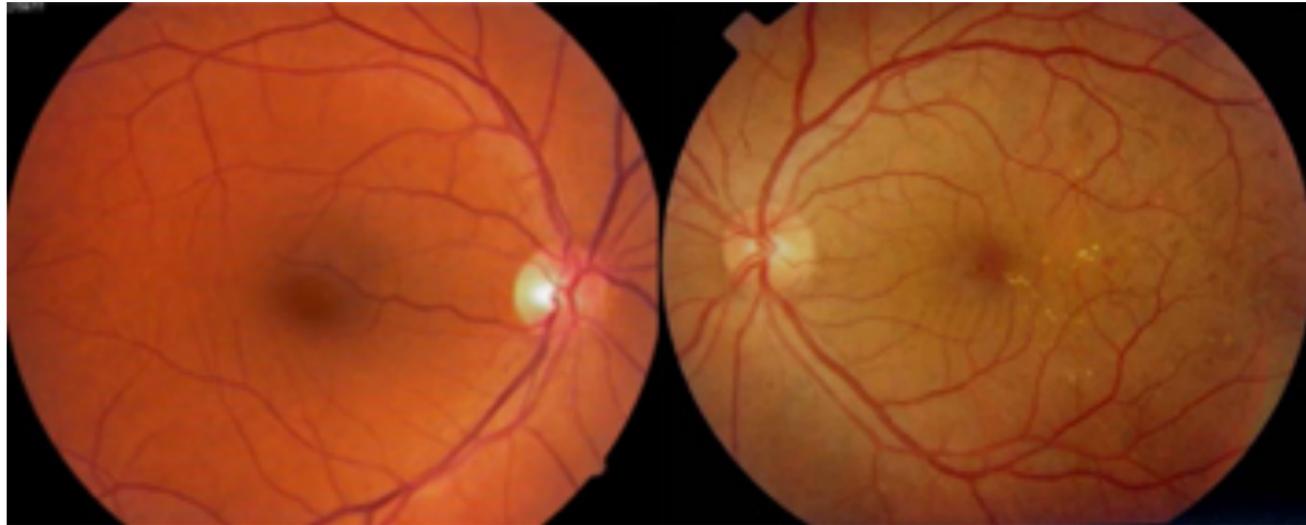


FIGURA 1. FOTOGRAFÍA DE UNA RETINA DE UN PACIENTE NO DIABÉTICO (IZQUIERDA) Y DE UNA RETINA DE UN PACIENTE DIABÉTICO (DERECHA).

Se han hecho en el mundo infinidad de mejoras a las cámaras de fondo del ojo, entre las más importantes son las descritas a continuación:

1. *Visión directa tipo Helmholtz. Este es el más simple de todos y por consiguiente el relativamente más barato. Su desventaja es que proporciona un campo muy pequeño e inestable, además de que la observación requiere un buen entrenamiento previo por parte del médico observador.*

2. *El de visión indirecta tiene asociado un sistema óptico telescópico afocal para iluminar de manera más adecuada y estable, haciendo el instrumento mucho más poderoso, estable y sobre todo de campo más ancho, que permite la fotografía. Quizá este es el más popular de los oftalmoscopios.*

3. *El confocal de barrido es una modificación del de visión indirecta, en el que se examina la retina con un punto luminoso que la recorre moviéndose rápidamente sobre ella. El sistema óptico es muy similar al que se usa en los microscopios confocales, dando así, más resolución y más contraste a la imagen obtenida de la retina. Estos oftalmoscopios son más elaborados en su diseño óptico-mecánico y construcción, por lo que su precio es también mucho más alto que el de visión indirecta.*

La cámara de fondo de ojo se ha modificado, preservando el sistema confocal y de barrido para incluir la óptica adaptativa usada por los astrónomos, para corregir el efecto de las vibraciones, y de los movimientos indeseados en las superficies de los elementos del ojo. Esto se logra mediante un

espejo flexible que se deforma de manera adecuada para compensar el efecto de las aberraciones (deformaciones de la imagen) y de las vibraciones. Las imágenes obtenidas son de tal calidad y resolución que se pueden observar los conos de la retina en una persona viva.

El Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO), no ha sido la excepción en las investigaciones y estudio sobre las cámaras de fondo de ojo. En 1999 Gabriela Violante Gavira bajo la dirección de Daniel Malacara Doblado realizó la tesis de maestría “Diseño y Construcción de un Oftalmoscopio de Visión Indirecta”. La característica de este oftalmoscopio es que era de visión estereoscópica. En este oftalmoscopio se diseñó la lente asférica, la cual se hizo el intento de fabricarla en el CIO. Al no tener la tecnología en ese momento para fabricar lentes asféricas, se decidió por comprarla. El problema de este oftalmoscopio era que había que dilatar la pupila del paciente, es decir, era un sistema midriático.

Más adelante se siguió trabajando en las mejoras para la cámara de fondo de ojo. Uno de ellos fue el trabajo doctoral realizado por Armando Gómez Vieyra en el 2010 bajo la tesis “Meto-

dologías para el Diseño Óptico de Instrumentos de Imaginología Retiniana con Óptica Adaptativa”.

En el año de 2017 se empezó a construir un prototipo de una cámara de fondo de ojo. Esta cámara de fondo de ojo ya se encuentra en proceso de patente. La innovación de esta cámara es que va a permitir la obtención de imágenes del fondo del ojo de manera no invasiva, mediante el uso de un sistema de iluminación LED. Además el sistema óptico está optimizado para iluminar y observar al mismo tiempo el fondo del ojo. El dispositivo es controlado mediante una computadora donde el oftalmólogo o especialista puede utilizar las imágenes para registro, diagnóstico y seguimiento.

En esta cámara, el sistema óptico está simplificado utilizando iluminación sobre el mismo eje. Su diseño cumple con los estándares internacionales. El prototipo de cámara de fondo de ojo actual es seguro, integral, con capacidad para adquirir, editar, reportar y compartir por internet imágenes del fondo del ojo. Gracias a su diseño compacto, el costo de esta cámara será de apenas el 10% de los equipos comerciales actuales. El diseño de esta cámara es el mostrado en la figura 2. En la figura 3 se muestra una fotografía de la retina tomada con esta cámara.



FIGURA 2. DISEÑO ACTUAL DE LA CÁMARA DE FONDO DE OJO DISEÑADA EN EL CIO.

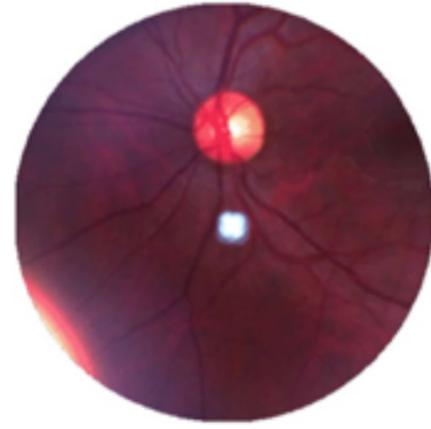
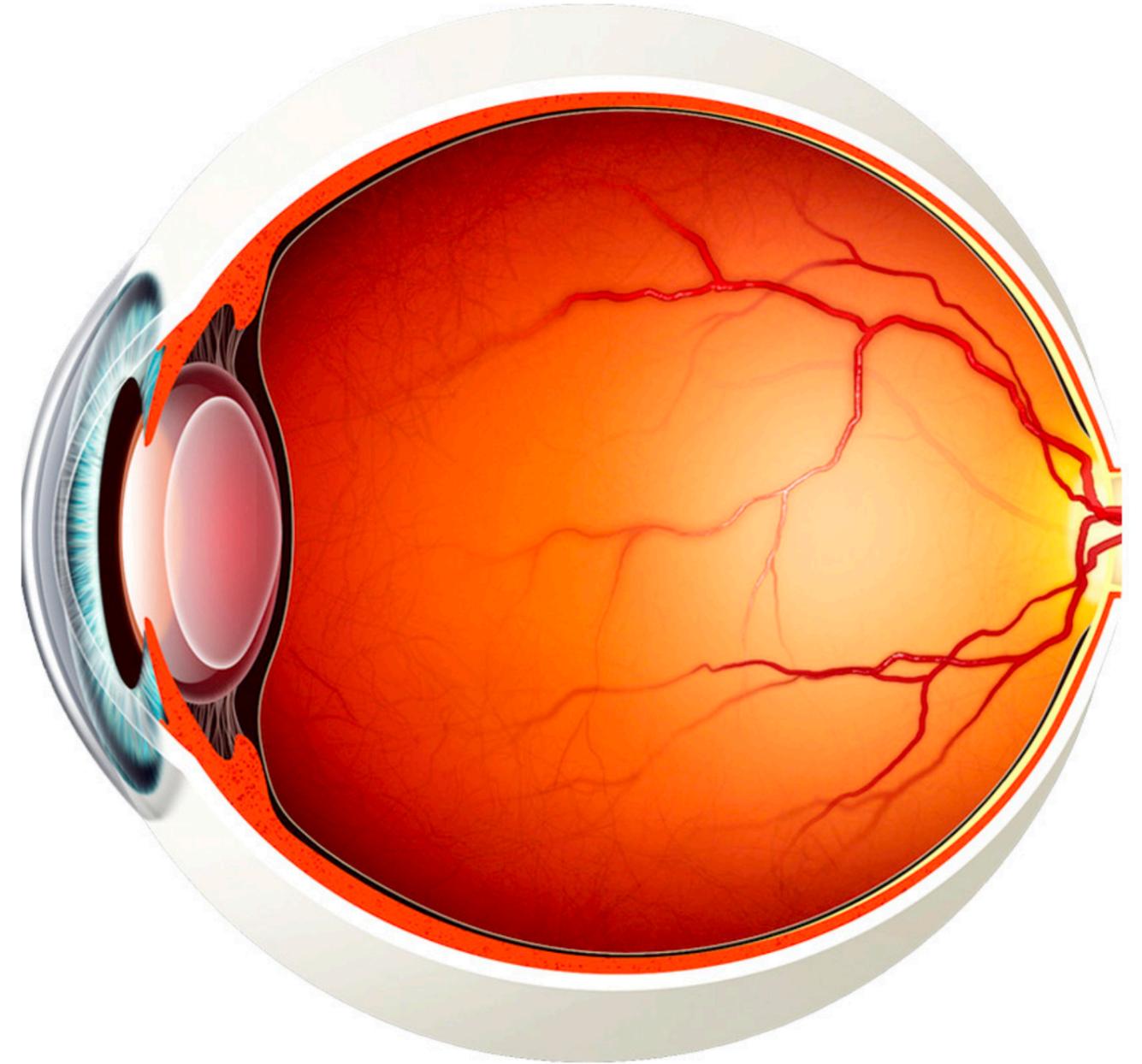
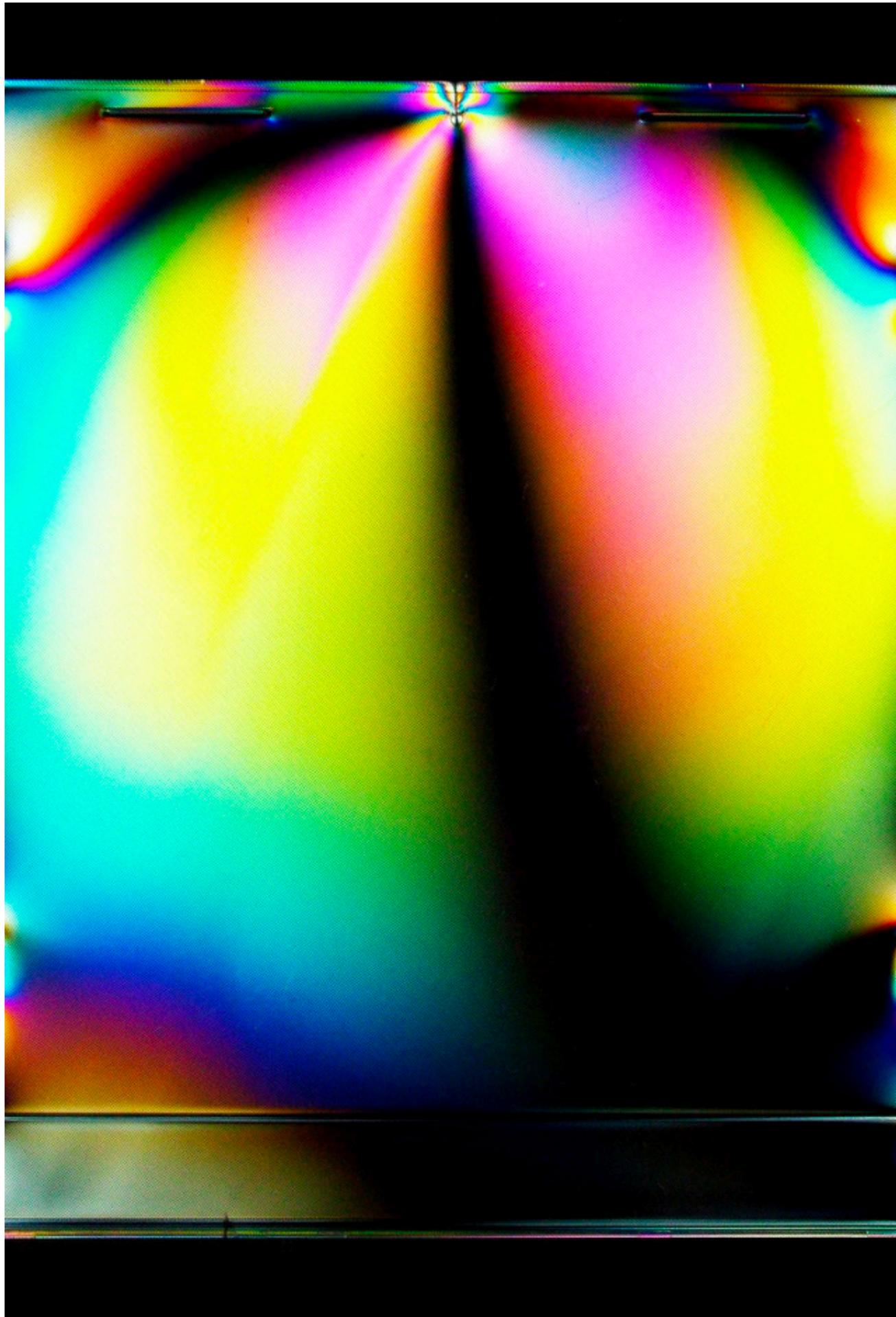


FIGURA 3. FOTOGRAFÍA DEL FONDO DE OJO TOMADA CON LA CÁMARA DISEÑADA EN EL CIO.



Años más tarde se siguió trabajando con mejoras a esta cámara. Esto llevó a que en 2019 Arturo Navarro Saucedo bajo la dirección de Daniel Malacara Hernández realizará la tesis “Desarrollo de un prototipo de cámara de fondo de ojo no midriática”.

Los trabajos continúan en el CIO con respecto a este interesante y muy útil equipo oftalmológico. Hay muchas investigaciones por hacer y se espera que en un futuro se obtengan más patentes. 



# LUZ POLARIZADA

UNA HERRAMIENTA MULTIFUNCIONAL DE TRABAJO

---

RAFAEL ESPINOSA LUNA

Si te preguntaran qué herramientas utilizarías para: a) manipular un tornillo plano, bien sea para fijarlo o para extraerlo, b) para realizar un corte circular para colocar una chapa en una puerta, c) para manipular una partícula microscópica, d) para suministrar una vacuna y e) un corte de cualquier forma, por compleja que sea, en cualquier material, por ejemplo. Es muy probable que tus respuestas sean: a) un destornillador de punta plana, b) una sierra corta círculos, c) una micro pinza mecánica, d) una jeringa con aguja y, e) un taller completo de herramientas de una variedad de herramientas metalmecánicas.

Pues bien, existen otras opciones, basadas totalmente en la luz y su manipulación adecuada; en concreto, dependen de la orientación y magnitud de los campos eléctricos y magnéticos que la componen, recordemos que el campo *electromagnético*, es el espacio en donde un material experimenta cambios en su distribución de carga eléctrica, debido a su presencia. A este novedoso campo de investigación y aplicación, dentro del área de la física y de la disciplina de la óptica en particular, se le conoce como ingeniería de luz estructurada o de la polarización no convencional.

Aún cuando el campo eléctrico y el magnético al propagarse en un haz de luz en el aire transportan la misma cantidad de energía, su efecto en los medios materiales depende de la manera en que responden los elementos de la tabla periódica que los componen y de su orientación cristalina. **Nota:** los elementos de la tabla periódica constan de átomos que al agruparse entre sí o, al combinarse con otros, forman moléculas; las cuales se agrupan ordenadamente formando *cristales*, de manera *semiordenada* para formar *policristales* o de manera no ordenada para formar materiales amorfos.

Un vidrio es un material amorfo, en ocasiones denominado erróneamente como “cristal”; en cambio, un grano de sal (NaCl) es un cristal, por el orden en que están distribuidas sus moléculas de Sodio y Cloro. Todo ello se encuentra de manera natural o mejor aún, puede controlarse en el laboratorio, lo que permite diseñar y obtener materiales que no existen

en la naturaleza, destacando por su importancia los materiales *polifuncionales o inteligentes*.

Conociendo las características físicas del material con el que se desea trabajar (si es o no cristalino, si experimenta un mayor efecto ante el campo eléctrico o ante el magnético, etc.), se puede manipular el campo correspondiente de un haz de luz proveniente de una fuente de luz láser, para darle la forma deseada (en cuanto a intensidad y orientación de uno de sus campos, eléctrico o magnético), de tal manera que se logre un corte óptimo, ahorrando energía y tiempo.

Para fines industriales, todo ello representa grandes ventajas; tal como ha sido reportado, utilizando polarización convencional; es decir, donde la amplitud y fase del campo eléctrico es uniforme en su frente de onda, como ocurre con luz polarizada lineal, circular o elíptica (Fig. 1). O con polarización no convencional: esto es, la polarización radial o la

polarización acimutal (Fig. 2); en la primera de ellas el campo eléctrico se mantiene con una simetría radial, como si fuesen los rayos de un rin de bicicleta, mientras que la segunda se puede visualizar como campos eléctricos tangenciales a la rueda de una bicicleta y, por ende, perpendiculares a los primeros, por lo que la orientación de la amplitud y fase de su campo eléctrico no son homogéneos.

Se han reportado cortes en diversos metales como cobre, aluminio, bronce y acero inoxidable, habiendo logrado eficiencias de entre 1.5 y hasta 4 veces más altas al utilizar luz láser con polarización radial que con otro tipo de polarizaciones, como la convencional (*el método menos eficiente es el que utiliza luz no polarizada, como es el caso generalizado*). Existen dos métodos genéricos para producir polarización radial:

**Activos: desde el diseño del propio láser.**

**Pasivos: externos al láser, mediante convertidores de polarización.**

Los primeros son varias veces más costosos que los segundos, siendo éstos aún relativamente costosos, de acuerdo con el mercado actual; además, éstos últimos operan óptimamente a cierta longitud de onda de la emisión láser (color) y están limitados por la propia potencia del láser.

Existe una solución sencilla, ingeniosa, económica, práctica y que opera para cualquier longitud de onda (policromática) y es la que se ofrece mediante la patente denominada Método y Dispositivo para Generar Luz con Polarización Radial (IMPI, Título de Patente No. 384499, otorgada al inventor y autor de esta nota, teniendo como Titular al Centro de Investigaciones en Óptica, A. C.), ver Fig. 3. <https://vidoc.impi.gob.mx/visor?d=MX/2021/70316>.

**Referencias :** Influence of beam polarization on laser cutting efficiency, V. G. Niziev and A. V. Nesterov, <https://iopscience.iop.org/journal/0022-3727>, Material processing with pulsed radially and azimuthally polarized laser radiation, M. Meier, V. Romano, and T. Feurer, Applied Physics A, Vol. 86, pp 329-334 (2007). 

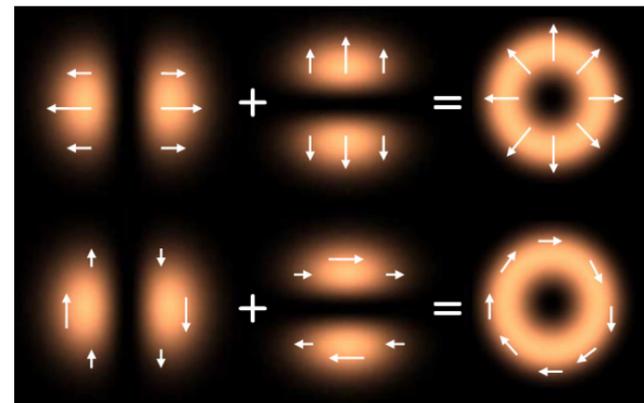
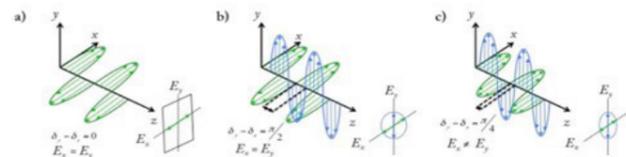


FIGURA 1. POLARIZACIÓN CONVENCIONAL. REPRESENTACIÓN CONCEPTUAL DE LA PROPAGACIÓN DE A) UN CAMPO ELÉCTRICO LINEALMENTE POLARIZADO HORIZONTALMENTE, B) REPRESENTACIÓN DE POLARIZACIÓN CIRCULAR CON GIRO EN SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ (SENTIDO DERECHO, OBSERVANDO HACIA LA FUENTE), C) REPRESENTACIÓN DE POLARIZACIÓN ELÍPTICA CON GIRO EN SENTIDO DERECHO.

FIGURA 2. POLARIZACIÓN NO CONVENCIONAL. LA PARTE SUPERIOR MUESTRA UN MECANISMO PARA GENERAR POLARIZACIÓN RADIAL, MIENTRAS QUE LA POLARIZACIÓN ACIMUTAL SE MUESTRA EN LA PARTE COMPLEMENTARIA. IMAGEN TOMADA DE: QIWEN ZHAN, "CYLINDRICAL VECTOR BEAMS: FROM MATHEMATICAL CONCEPTS TO APPLICATIONS," ADV. OPT. PHOTON. 1, 1-57 (2009); [HTTPS://WWW.OSAPUBLISHING.ORG/AOP/ABSTRACT.CFM?URI=AOP-1-1-1](https://www.osapublishing.org/AOP/ABSTRACT.CFM?URI=AOP-1-1-1)

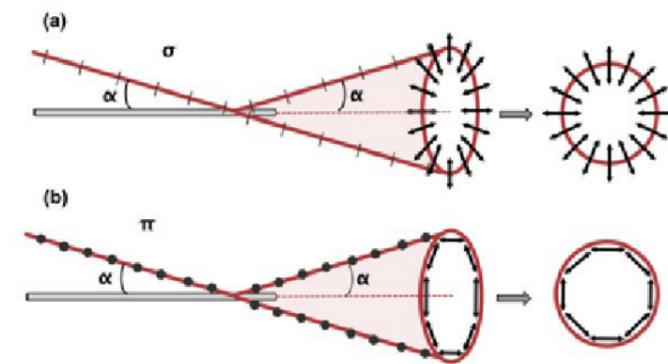
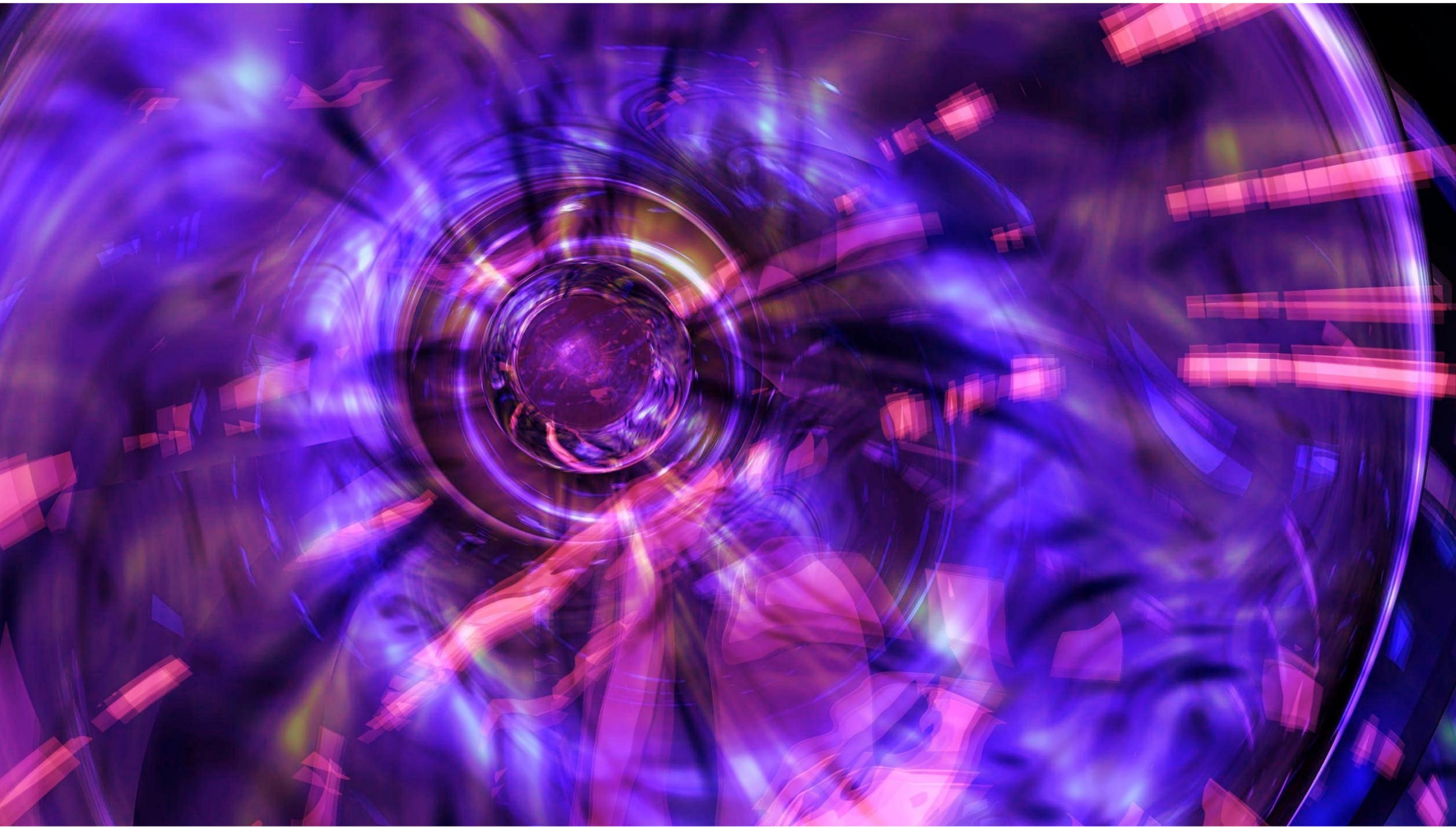


FIGURA 3. MÉTODO PARA GENERAR LUZ POLARIZADA A) RADIAL (TÍTULO DE PATENTE 384499, IMPI) Y B) ACIMUTAL (APLICACIÓN MX/A/2016/005216). EN LA PATENTE CITADA, SE EXPLICA CÓMO PUEDE GENERARSE Y CONDUCIRSE DE MANERA CONTROLADA LA LUZ RADIALMENTE POLARIZADA (DIÁMETRO Y ESPESOR DEL ANILLO DE LUZ, COLIMACIÓN, ETC.).



# PRIMERA PATENTE DEL CIO EN EL TEMA DE LÁSERES

DE FIBRA ÓPTICA

La propiedad intelectual se divide en derechos de autor (obras literarias, musicales, artísticas y fotográficas, entre otras) y propiedad industrial (invenciones, marcas, y registros). La propiedad intelectual es un motor económico en EE. UU., Canadá, Europa, China, Japón, Corea del Sur, etcétera, y cada vez más, en todo el mundo. Por ejemplo, las industrias de propiedad intelectual representan el 38,2% del PIB total de EE. UU. y la cuarta parte de las exportaciones estadounidenses.

Las patentes están contenidas dentro de la propiedad industrial. En gran medida su importancia radica en la gestión de la transferencia de tecnología e innovación. En México, un actor importante en la generación de patentes es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), a través de los centros de investigación, incluyendo al CIO; estos forman una parte importante en la articulación del sistema de vanguardia de conocimientos científicos y tecnologías que refleja los resultados de su actividad, no solo en generación de investigación como lo son artículos científicos,



YURY BARMENKOV

libros, charlas en conferencias, divulgación, etcétera, sino también en patentes registradas que eventualmente pueden generar recursos.

Este año el CIO presentó una patente elaborada por los investigadores del Área de Fibras Ópticas y Láseres en colaboración con el Laboratorio de Fibras Ópticas de la Universidad de Valencia (UV), España, en el tema de láseres de fibra óptica (el número de solicitud de patente es PCT/ES2021/070687). Esta patente es la primera enviada en dicho tema en toda la historia del CIO desde cuando el Área de Fibras Ópticas y Láseres (el Departamento de Fibras Ópticas en su tiempo) fue formado, corriendo el año de 1992.

Esta patente está dedicada a un láser de fibra dopada con iterbio de longitud de onda muy

larga (1.135 micras) para este dopante. Lo que quiere decir que, dicho láser está desarrollado para usarlo como un bombeo óptico muy eficiente para otro láser de fibra óptica, esto es, de fibra dopada con holmio, que opera a 2.07 micras aproximadamente, en el régimen de onda continua. Los láseres que operan a esta longitud de onda<sup>1</sup> son muy importantes para muchas aplicaciones tales como en medicina (por ejemplo, dentro de una cirugía) o en el campo de la industria de procesamiento de plásticos transparentes en visible, entre otras tantas. Además, la longitud de onda de operación del láser de fibra dopada con holmio<sup>2</sup> (de 2.0 a 2.2 micras) está por el límite de transmisión de fibra óptica convencional por su gran absorción de luz infrarroja en vidrio de sílice superior a 2.2 micras, y, por lo tanto,

este tipo de láser es el único que opera a longitudes de onda más largas posibles para las fibras convencionales, que se utilizan en el 99% de los casos.

El mayor impacto del desarrollo presentado en la patente es que el esquema del láser a 2.05 micras es bastante simple, pero a su vez, lo suficientemente robusto pues está basado en una cascada de dos láseres de fibra bien desarrollados (ver Figura (B)), el primero de estos es sujeto de patente. Es importante anotar que, en el presente, en lugar del esquema propuesto para láseres de fibra óptica a 2.05 micras se utilizan una cascada de tres láseres de fibra (ver Figura (A)), lo que es más complicado, más caro y menos eficiente.

Actualmente la colaboración entre los investigadores de CIO y la UV está enfocada en la

búsqueda del fabricante y del usuario final del láser, para así poder vender la patente en un futuro cercano. En este caso, la patente extendería su cobertura a Europa y Estados Unidos, para así proteger los derechos del CIO (55%) y la UV (45%). Adicionalmente, se siguen desarrollando investigaciones de otros regímenes de operación de láseres de fibra de holmio como de pulsos cortos y ultracortos para catapultar el rango de aplicaciones del láser en proceso de obtención de patente.

<sup>1</sup> Longitud de onda. - Distancia física entre dos puntos a partir de los cuales determinada onda se repite.

<sup>2</sup> Holmio. - Elemento químico cuyo símbolo es Ho y su número atómico es 67. Es un elemento metálico que pertenece al grupo de tierras raras y se usa como medio activo para láseres o para la fabricación de imanes muy fuertes.

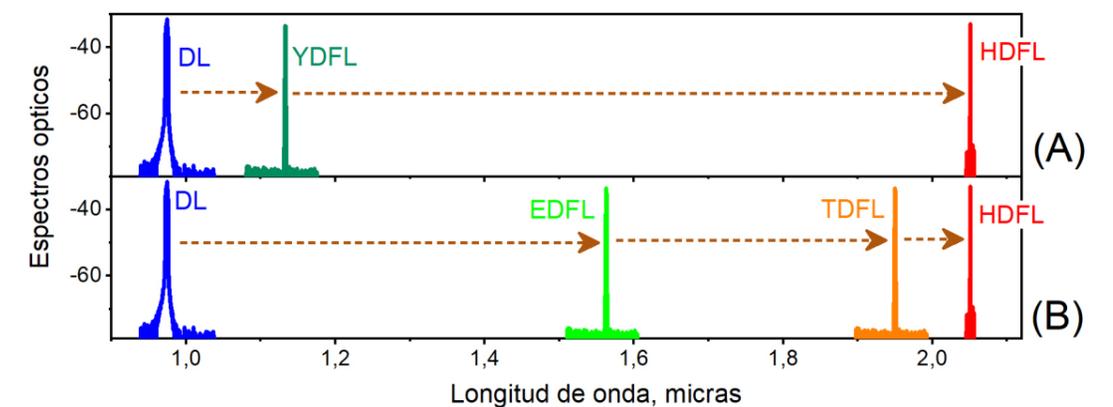


FIGURA: TRANSICIONES ENERGÉTICAS ENTRE LÁSERES EN CASCA DA. (A): ESQUEMA LÁSER PROPUESTO, (B): ESQUEMA LÁSER COMÚN. LOS PICOS ESPECTRALES INDICAN LONGITUDES DE ONDA DE LÁSERES CORRESPONDIENTES. DL ES DIODO LÁSER, EDFL ES LÁSER DE FIBRA DOPADA CON ERBIO, TDFL ES LÁSER DE FIBRA DOPADA CON TULIO, HDFL ES LÁSER DE FIBRA DOPADA CON HOLMIO, YDFL ES LÁSER DE FIBRA DOPADA CON ITERBIO. LAS FLECHAS CON LÍNEAS PUNTEADAS MUESTRAN TRANSICIONES ENERGÉTICAS ENTRE LOS LÁSERES. EL ESQUEMA LÁSER AVANZADO TIENE UNA TRANSICIÓN MENOS QUE LA CONVENCIONAL.

# MÉTODO NOVEDOSO Y SIMPLE

PARA DETERMINAR LA DISTANCIA FOCAL EN LENTES

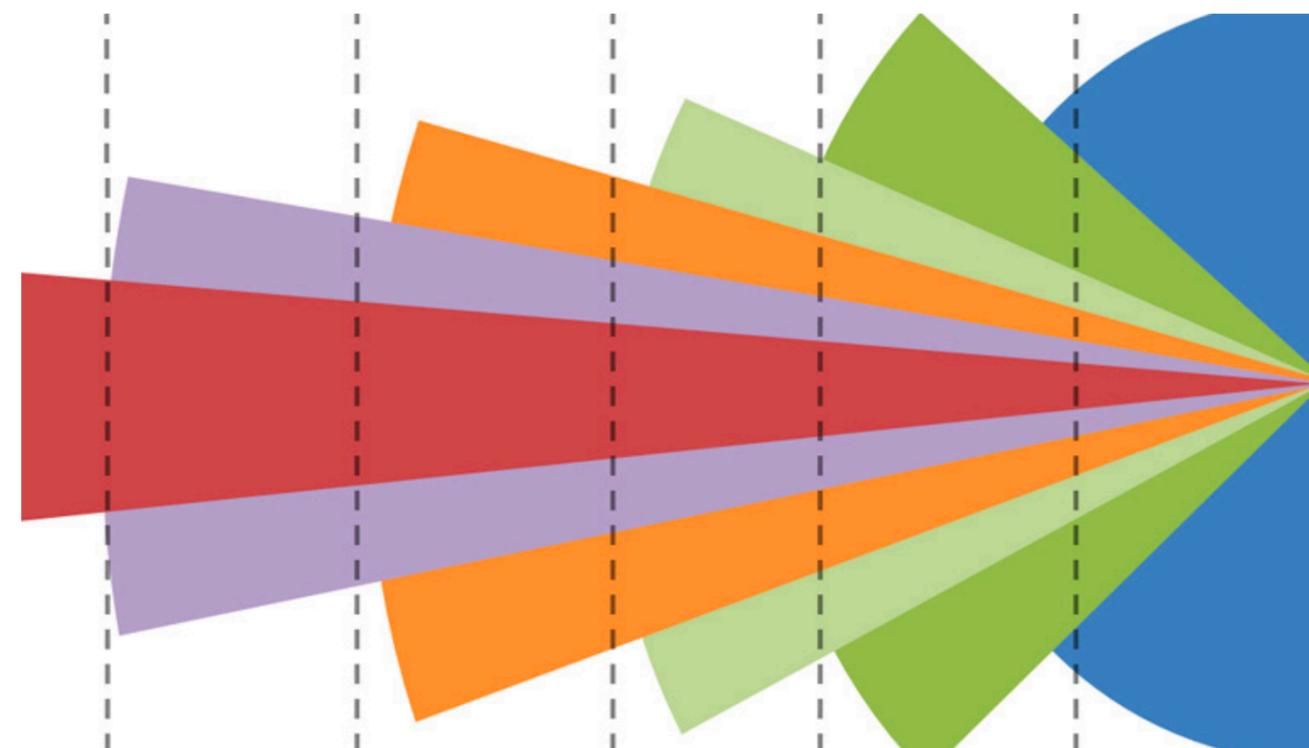
CRISTINA SOLANO & ALMA CAMACHO

El telescopio, el microscopio, la lupa, la cámara fotográfica y el teléfono inteligente están constituidos por lentes de diferentes tamaños. Las lentes se clasifican según su curvatura: en positivas o convergentes y negativas o divergentes.

Para las lentes convergentes, más gruesas en su centro que en su periferia, puede concentrar los rayos de una fuente luminosa en un punto, llamado foco  $F$ . La distancia entre  $F$  y la última superficie de la lente se conoce como distancia focal y es un parámetro importante en las pruebas de control de calidad de los sistemas ópticos. Por lo que se han desarrollado una gran cantidad de métodos para medir la distancia focal, como los que utilizan el banco nodal o los interferográficos, (Sirohi, 2022).

El método que presentamos (A. Camacho et al., 2010) se destaca por ser novedoso y simple. Sus ventajas son: 1) no es necesario que la lente esté centrada con respecto al eje óptico, 2) el arreglo óptico está compuesto de un número reducido de componentes y 3) se puede aplicar en la medición de la distancia focal de lentes de cualquier tamaño sean macroscópicas o microscópicas.

La *figura 1*, muestra el arreglo experimental necesario, con un láser como fuente de iluminación y un sistema óptico para reducir el diámetro del



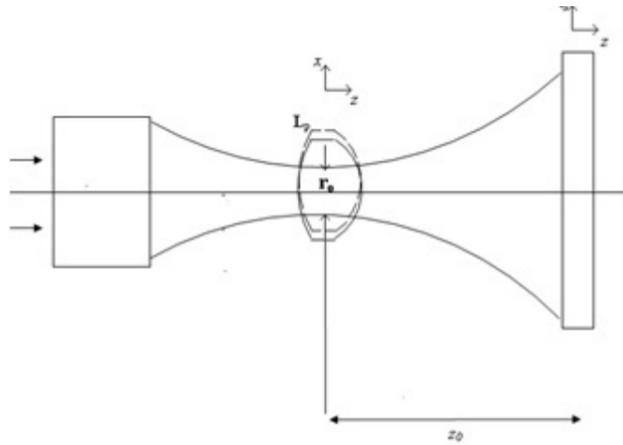


FIG. 1 SISTEMA ÓPTICO PROPUESTO PARA REALIZAR EL MÉTODO

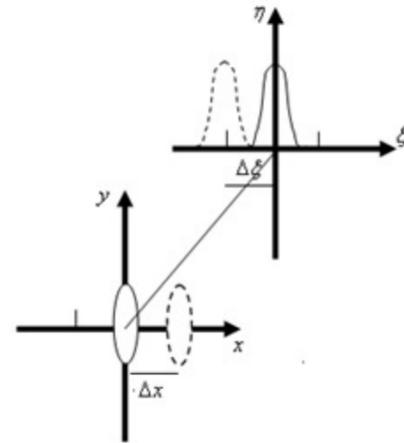


FIG. 2 PARÁMETROS DE MEDICIÓN NECESARIOS PARA REALIZAR LA MEDICIÓN

haz, lo que permite la medición de la distancia focal de una lente, punto por punto lo que permite la medición de lentes micrométricas o el análisis de la calidad de lentes de mayor tamaño. La lente bajo prueba se coloca en un sistema de desplazamiento lateral de precisión en el punto de diámetro mínimo. Se coloca a una distancia ( $z_0$ ) un sistema de adquisición de imágenes que permita encontrar el centro de la mancha de luz inicial. Como segundo paso, se desplaza transversalmente la lente a una distancia ( $\Delta x$ ) muy pequeña. Este desplazamiento de la lente causará que en el detector la mancha se desplace una distancia ( $\Delta \xi$ ) en dirección opuesta a  $\Delta x$ , figura 2. De acuerdo con el desarrollo teórico realizado se encontró que la distancia focal  $f$  de la lente estará por [Camacho, 2002].

$$f = \frac{z_0 \Delta x}{\Delta \xi}$$

Lo que quiere decir que la distancia focal se determina con los datos de los dos desplazamientos y la distancia entre el detector y la lente, por lo que es fácil realizar estas mediciones de manera automática y muy rápida, facilitando su aplicación.

Con esta propuesta podemos demostrar nuestra capacidad de desarrollar métodos de medición sencillos y económicos, que puedan ayudar a la evaluación de sistemas ópticos para fines industriales.

#### Referencias

1. Alma A. Camacho P. Cristina Solano, Geminiano Martínez-Ponce, Rosario Baltazar, "Método Simple Para Medir La Distancia Focal De Lentes", Secretaría de Economía, Registro # GT/a/2003/000023 2010.
2. Rajpal S Sirohi, "On the methods to determine the focal length of an imaging system: A tutorial approach"; Asian Journal of Physics, 31, No 1, pp.1-16, 2022.  
<http://demo050307.hostgator.co.in/content2/vol-31-2022/vol-31-no-1>
3. Alma A. Camacho P., Cristina Solano, G. Martinez-Ponce, Rosario Baltazar, "Simple method to measure the focal length of lenses," Optical Engineering, 41, 2899-2902 (2002). 





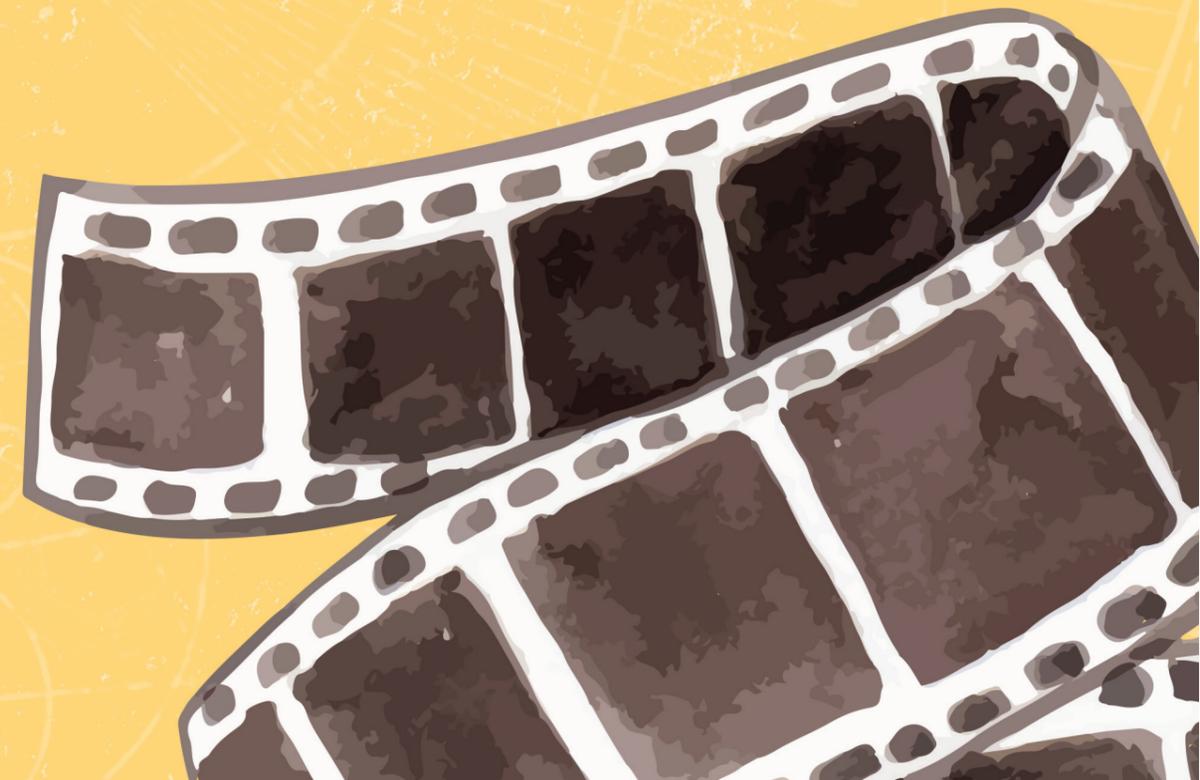
Biblioteca Central  
Estatal Wigberto  
Jiménez Moreno



Concurso de videos

# Xperimenta

Hacer ciencia es trascendencia



# XPERIMENTA

HACER CIENCIA ES TRASCENDENCIA

CHARVEL LÓPEZ

Es indudable el papel que juegan las plataformas de comunicación a través de internet, especialmente aquellas relacionadas con el entretenimiento e información, las cuales son de naturaleza breve y concisa como las que distribuyen videos de muy corta duración (Tiktok, Kwai, YouTube), donde se procura la información de manera comprimida y sustancial para mantener la completa atención del espectador.

Debido a esto, el Centro de Investigaciones en Óptica, a.c., enfocado en reforzar la cultura científica de la sociedad, por segunda ocasión organizó el concurso de video corto: Xperimenta dirigido a chicas y chicos de 12 a 20 años de edad que residan en México, brindando la libertad de utilizar su creatividad e ingenio para plasmar en 60 segundos la vida y obra de mujeres científicas.

En esta ocasión se creó una alianza con la Biblioteca Central Estatal Wigberto Jiménez y la División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Guanajuato para lograr un mayor impacto en la comunidad de niños y jóvenes interesados en acercarse a la cultura científica y tecnológica del estado. Se recibieron diversos trabajos con diferentes enfoques destacando la labor histórica de las científicas así mismo, mostrando investigaciones contemporáneas.



En **1er lugar** tenemos a Giovanna Romero Contreras, la cual nos invita a reflexionar en su video respecto a la historia de la ciencia y por qué se debe reescribir, debido a que los nombres más sonados en el mundo científicos, como Albert Einstein o Nikola Tesla, deberían ser acompañados por científicas tan notables como Katherine Johnson, Caroline Herschel, Helia Bravo; entre otras. Las cuales son poco reconocidas o minimizadas, porque Giovanna nos recuerda pensar dos veces antes de afirmar los nombres recurrentes en la historia de la ciencia. <https://fb.watch/9yAGRXL3k4/>

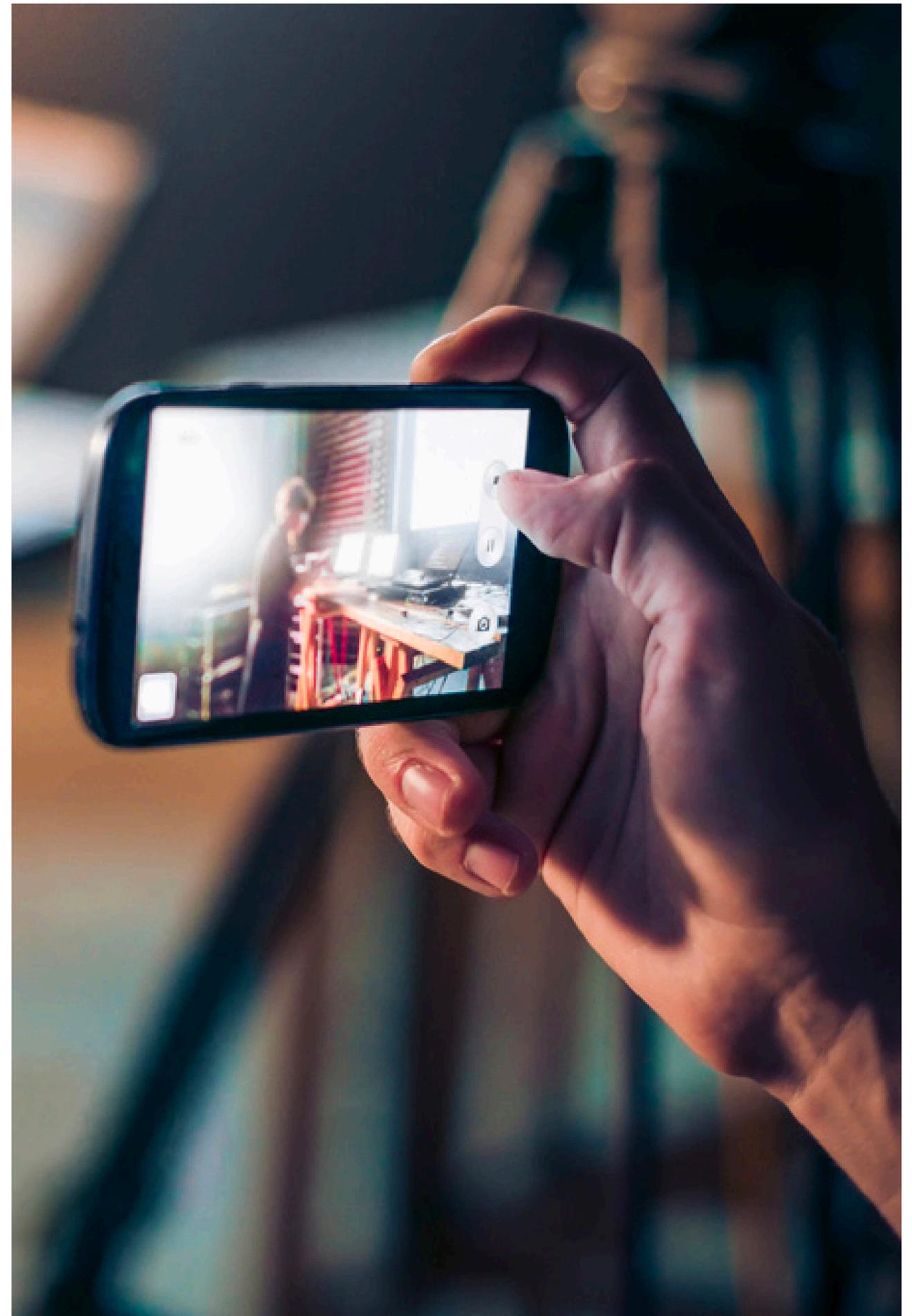


El **2º lugar** es merecido para Brenda Abril Rocha González donde nos muestra en su video una sinopsis dinámica y puntual de la vida de la científica Rosalind Franklin haciendo énfasis en sus logros cronológicamente hasta mencionar su famosa "fotografía 51" del ADN, importante para las investigaciones relacionadas con la genética. <https://fb.watch/9yB0v7Xycq/>



En **3er lugar** apreciamos el trabajo realizado por Andrea Michelle Muñoz evidenciando los importantes logros de la polaca Marie Curie; desde sus estudios en una universidad clandestina para evitar el veto de acceso a las mujeres a los estudios universitarios, a su vez, mencionando el descubrimiento de dos elementos químicos: Radio y Polonio. Además de ser la primera mujer en recibir un premio Nobel, fue la primera persona en recibir dos premios del mismo certamen. : <https://fb.watch/9yBmwM8eBP/>

Muchas felicidades a las chicas ganadoras que han demostrado la capacidad de sintetizar creativamente historias del mundo científico en tan sólo 60 segundos; una clara muestra que **la ciencia es trascendencia.** 📌





# APRENDE A UTILIZAR TU TELESCOPIO



La época invernal se aproxima y la belleza del cielo nocturno se torna parte cotidiana de nuestros días y forma parte del escenario en pequeñas y grandes localidades, aun cuando la contaminación lumínica afecta su óptima apreciación, por lo que al gran público le resulta apetecible acercarse a apreciarlo de manera más dedicada con la intención de descubrir sus hipnóticos misterios nocturnos.

Debido a esto, surge una tendencia natural a adquirir en alguna tienda de conveniencia un telescopio suficiente, o inclusive, a reutilizar alguno que ya se tenga guardado en casa dispuesto a poner en operación, es conocido que suelen surgir dudas e inquietudes sobre su funcionamiento y composición para encontrar la mejor forma de apreciar el cielo nocturno.

Si cuentas con alguna de estas inquietudes la jefatura de Divulgación presenta un video inicial correspondiente a una serie de videos donde encontrarás orientación respecto al uso de telescopios, en este caso, el Dr. Alfredo Campos nos orienta respecto al uso y montaje de un telescopio de tipo reflector, siendo uno de los más comunes que existen en los hogares por su accesibilidad económica. <https://youtu.be/rMFzFQ40NqQ>

Si tienes dudas e interés por adentrarte en el fascinante mundo de la astronomía o conoces a alguien con las mismas inquietudes, este video puede apoyarte a comenzar tu travesía en el cielo nocturno. Así mismo, te podemos apoyar en el correo electrónico: [divulgacion@cio.mx](mailto:divulgacion@cio.mx) 



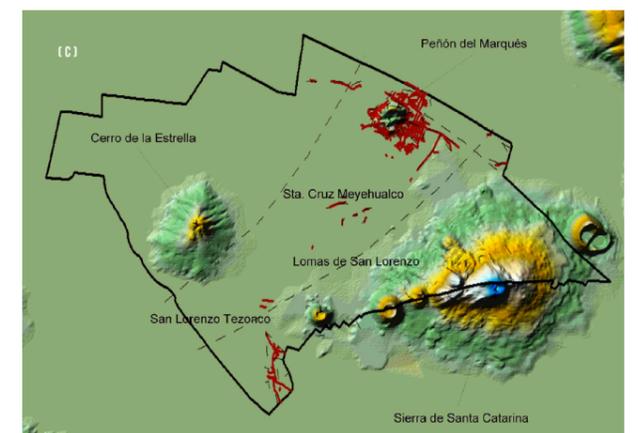
# MEDICIÓN

DE DESPLAZAMIENTO DEL SUELO

CARLOS MARES & BERNARDINO BARRIENTOS

Existen zonas de terreno que pueden presentar altos niveles de hundimiento. Esto ocurre en varias partes del país; por ejemplo, la Ciudad de México, Querétaro y aquí mismo en el Estado de Guanajuato. Los hundimientos pueden llegar a ser de hasta unos 12 cm por año, como en el caso de algunas zonas de la Ciudad de México. Si estos desplazamientos ocurren en tiempos relativamente lentos, en el transcurso de dos o tres meses, no resultan ser tan peligrosos, pero pueden llegar a ocasionar daños irreparables a viviendas.

Sin embargo, cuando tales desplazamientos se producen en unos cuantos segundos, estos pueden poner en riesgo la vida de los habitantes, tal es el caso de la ocurrencia de los socavones.



A) CALLE CON HUNDIMIENTO DEL SUELO.

B) SISTEMA DE GRIETAS DEL SUELO EN LA COLONIA SANTA MARTHA ACATITLA DELEGACIÓN IZTAPALAPA, CIUDAD DE MÉXICO.

C) MAPA DEL TERRENO DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA.

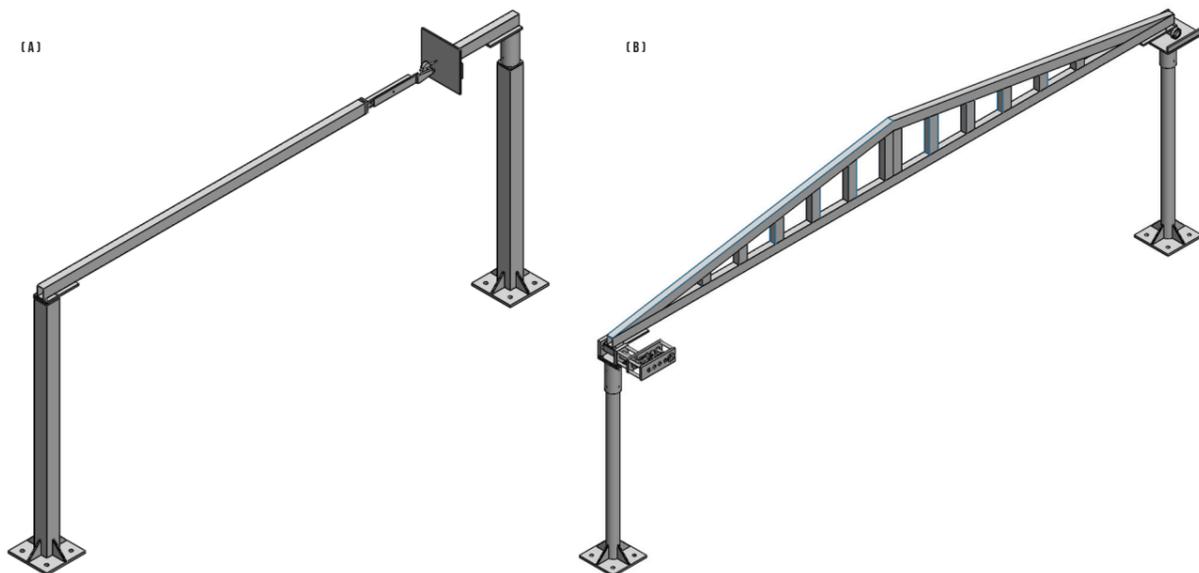
Monitorear el desplazamiento del suelo es entonces de gran importancia. En el Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO) se desarrollaron dos diferentes equipos de medición mecánicos que permiten el monitoreo continuo de las condiciones de movimiento del suelo en puntos estratégicos. Los equipos se basan en el uso de un micrómetro y monturas mecánicas y alcanzan precisiones del orden de micrómetros; los desplazamientos detectados son del tipo relativos, ya que tanto el punto de referencia como el de medición se posicionan de tal forma que detecten la evolución de una posible falla geológica.

Uno de los mecanismos tiene la capacidad para medir desplazamientos tridimensionales (Dispositivo 3D) y el otro para medir desplazamientos angulares y desplazamiento unidimensional (Dispositivo Angular). Adicionalmente, los dispositivos cuentan con un sistema de visión que permite el registro y envío de datos, en forma remota, hasta un servidor.

Las características esenciales de los sistemas son: robustez, bajo costo y fácil construcción; esto último facilita su mantenimiento y operación.

Estos tipos de desarrollo se prestan para el establecimiento de una red de estaciones de monitoreo que permitan el registro de datos de desplazamiento del suelo de manera continua, a lo largo del tiempo, aspecto fundamental para el diseño y establecimiento de medidas preventivas y de mitigación de riesgos. La información obtenida del sistema de medidores puede usarse para el diseño de modelos de fracturamiento del suelo, lo cual pudiera ayudar a establecer ciertas relaciones existentes entre los movimientos del suelo y factores tan diversos como volumen de precipitaciones, nivel de temperaturas extremas y volumen de bombeo de agua del subsuelo.

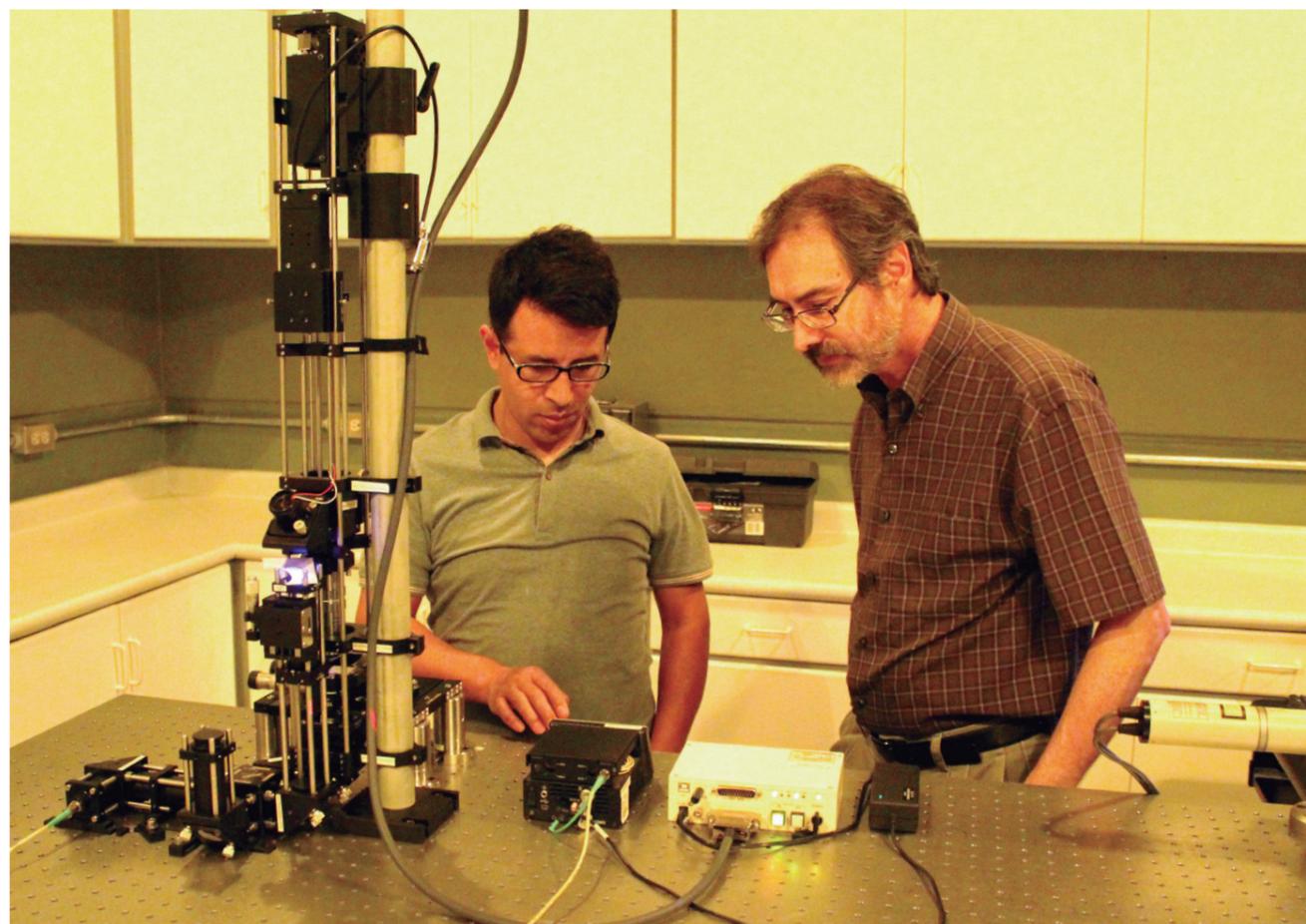
Los sistemas mecánicos fueron instalados y probados en la Delegación Iztapalapa, la cual tiene varias zonas con constantes movimientos del suelo.



(A) DISEÑO DEL DISPOSITIVO 3D. (B) DISEÑO DEL DISPOSITIVO ANGULAR. (C) PREPARACIÓN PARA LA INSTALACIÓN DEL DISPOSITIVO ANGULAR, COL. LAS JACARANDAS, IZTAPALAPA. (D) DISPOSITIVO 3D INSTALADO, COL. SAN LORENZO, IZTAPALAPA. (E) DISPOSITIVO ANGULAR INSTALADO (ENTRE LOS DOS POSTES, SE OBSERVA UNA FRACTURA DEL TERRENO QUE CORRE TRANSVERSALMENTE).



# ANÁLISIS & DETECCIÓN DE OBJETOS TRANSPARENTES



Cuando vemos un objeto es porque la luz se refleja sobre su superficie y llega hasta nuestros ojos, pero ¿cómo se puede lograr ver algo que es transparente a la luz y no puede reflejar la luz? En la ciencia de la óptica, se ha logrado conocer y manipular el fenómeno de interferencia para lograr ver lo que no es visible. En particular, el interferómetro -que es un dispositivo óptico fundamentado en el fenómeno de interferencia- produce usualmente patrones de franjas a partir de la interferencia que indican la trayectoria óptica por la que la luz ha viajado. El interferómetro más popular para analizar y detectar materiales transparentes es el de contraste de fase inventado por Zernike, quien obtuvo el premio Nobel de física en 1953. Sin embargo, en esa fecha los láseres aún no eran populares y su utilización en interferometría para medir la trayectoria óptica de la luz ó el contraste de fase se comenzó a desarrollar paulatinamente.

Desde entonces se han desarrollado varios tipos de interferómetros para medir el contraste de fase. En las últimas décadas ha surgido el inte-

---

ABUNDIO DÁVILA

rés por la tecnología de vórtices ópticos y su incorporación a la interferometría para mediciones de contraste de fase. Esto podría ser una alternativa interesante para investigar en el CIO.

Hay dos tipos de fase que normalmente se distinguen en interferometría, las fases débiles que son mucho menor a  $2\pi$  y fases que superan este valor y que por su naturaleza resultan envueltas por la periodicidad de las funciones seno o coseno.

El contraste de fase de Zernike resulta útil cuando se analizan objetos transparentes que contienen fases débiles, y los filtros ópticos diseñados por Zernike convierten la fase débil directamente a valores de intensidad (sin necesidad de computadoras o cálculos con desplazamiento de fases). De la misma forma, cuando se utiliza luz láser se puede también medir la fase débil, pero se requiere de la utilización de computadoras, cámaras e interferómetros que permitan introducir desplazamientos de fase.

En este último caso, se tienen también otras posibilidades: se puede detectar fases débiles si el objeto bajo análisis es delgado y por lo tanto el cambio de fase es débil (desenvuelta), o debido a

la longitud de coherencia de la luz láser se pueden también detectar fases envueltas.

Por otra parte, entre los interferómetros más utilizados, hay algunos que no tienen caminos ópticos comunes como el Michelson ó el Mach—Zehnder que son afectados fácilmente por las turbulencias atmosféricas y requieren mesas antivibratorias para su implementación.

En contraste, los interferómetros de camino común permiten liberarse hasta cierto punto de los problemas de turbulencia y mesas especiales. Uno de los interferómetros de camino común más exitoso es el interferómetro de difracción de un punto (PDI), por sus siglas del inglés “point diffraction interferometer” y se ha utilizado para mediciones de fase. Tomando como base este interferómetro, en el CIO se le ha incorporado un vórtice óptico que puede ser discreto o continuo y también se ha creado un interferómetro novedoso que no había sido reportado anteriormente. Este resultó en una patente CIO 343055 por el autor y el doctor José Alberto Aguilar Mora.

La Fig. 1 muestra la configuración propuesta en la patente:

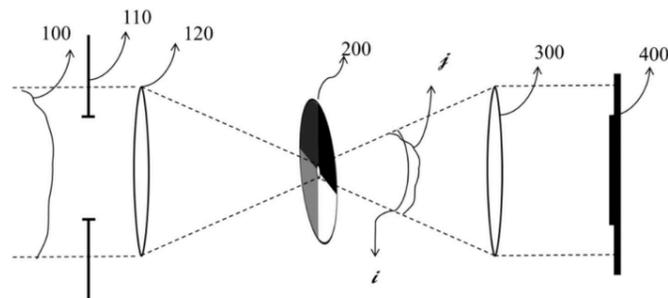
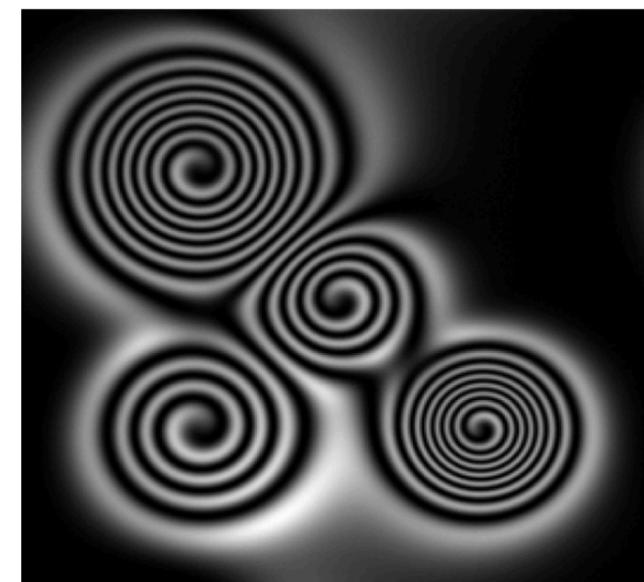


FIGURA 1: INTERFERÓMETRO PDI CON UN VÓRTICE DISCRETO: (100) FRENTE DE ONDA INCIDENTE; (110) ABERTURA DE ENTRADA; (120 Y 300) LENTES; (220) VÓRTICE DE FASE Y AMPLITUD DISCRETO; (1) FRENTE DE ONDA DIFRACTADO POR UNA ABERTURA PUNTUAL; (2) FRENTE DE ONDA TRANSMITIDO Y ATENUADO POR EL VÓRTICE DE FASE; (400) PLANO DETECTOR DE INTENSIDAD (CÁMARA).

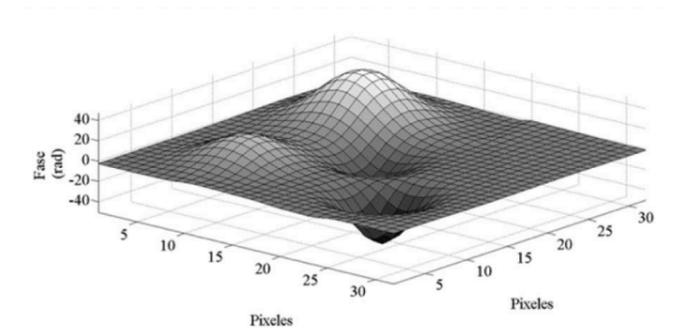
El aparato propuesto resuelve de manera novedosa el análisis y detección de objetos transparentes y proporciona la cuantificación de la diferencia en la trayectoria óptica a través de un objeto transparente e invisible a simple vista pero que produce cambios en la trayectoria de la luz mostrados esquemáticamente en la Fig. 1 (100). Utilizando el procesamiento de los interferogramas obtenidos por el aparato en el plano detector [Fig. 1(400)] es posible analizar y detectar objetos transparentes, así como también utilizarlo en otras aplicaciones de la óptica para la detección de la forma de elementos ópticos tales como espejos, lentes etc. A diferencia de otros interferómetros, este aparato posee un filtro mixto [Fig. 1 (200)], en donde el fil-

tro es de tipo vórtice y su amplitud es la correspondiente al interferómetro de difracción de un punto. El filtro mixto realiza por lo tanto un proceso de filtrado óptico en el que se genera un haz de referencia [Fig. 1 (i)] con el que se obtiene uno o varios interferogramas que al ser procesados permiten analizar la trayectoria óptica a través de un objeto iluminado con luz coherente.

Los interferogramas del interferómetro propuesto difieren de los convencionales al producir franjas espirales como se muestra en la Fig. 2(a) en donde a diferencia de los interferogramas convencionales la dirección de la espiral indica si la fase es positiva o negativa, que se puede apreciar en la Fig. 2(b).



(A)



(B)

FIGURA 2: (A) INTERFEROGRAMAS TÍPICOS DE FRANJAS ESPIRALES QUE CAMBIAN DE DIRECCIÓN CON EL SIGNO DE LA FASE Y (B) FASE DEL PATRÓN DE FRANJAS ESPIRALES.

Los métodos de extracción de fase se aplican de la misma forma en la cuantificación de este tipo de franjas espirales, con la variante que se puede efectuar el desplazamiento de fase solo rotando el filtro de vórtice. La Fig. 3(a) muestra el interferograma de un objeto transparente y binario para una de las cuatro rotaciones del filtro, y la Fig. 3(b) muestra su forma calculada después de extraer la fase.

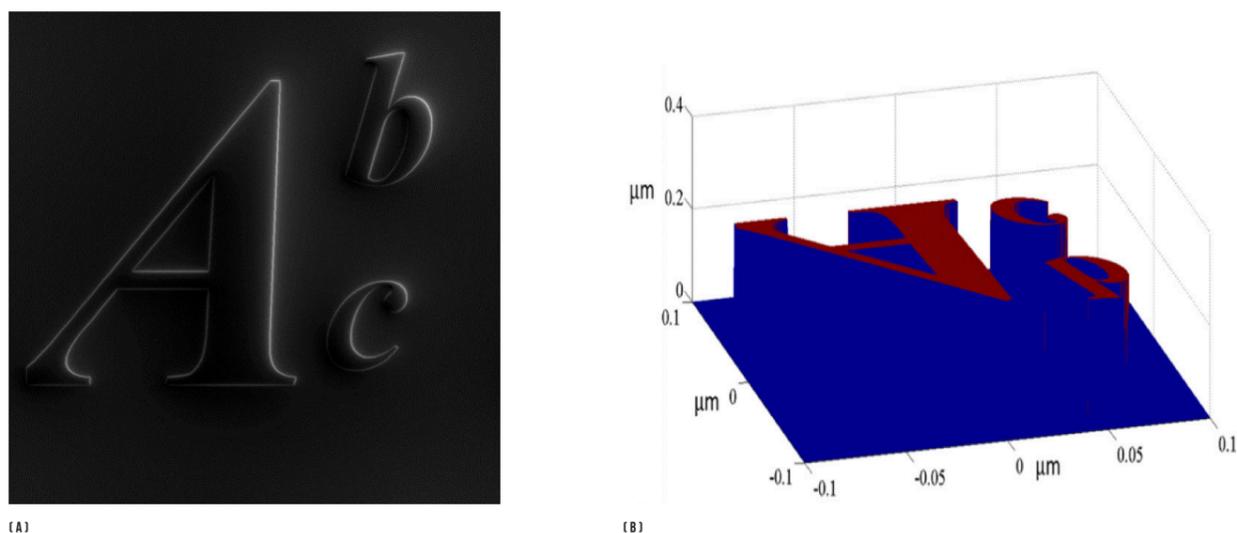


FIGURA 3: (A) INTERFEROGRAMA DE UN OBJETO BINARIO DE FASE CON LAS LETRAS A,B,C, UTILIZANDO UN VÓRTICE DE FASE A CERO GRADOS, Y (B) FORMA DEL OBJETO TRANSPARENTE A PARTIR DE 4 INTERFEROGRAMAS.

La utilidad de esta tecnología ha sido demostrada por la cantidad de usuarios que actualmente poseen microscopios para analizar y detectar muestras biológicas transparentes (sin recurrir al teñido de las muestras). El interferómetro propuesto resuelve la detección y análisis de materiales transparentes aun cuando los objetos a analizar tengan un espesor mucho mayor que el detectado en el microscopio de Zernike. Aunque la implementación física del interferómetro no se ha logrado efectuar hasta la fecha, la patente obtenida asegura la tecnología implementada para su aplicación por parte del CIO en la medición de objetos de fase y resultaría en la protección legal de cualquier empresa que inicie la comercialización de este nuevo tipo de tecnología. ■



# CON LA PARTICIPACIÓN DE TODAS Y TODOS LOGRAMOS CUMPLIR CON LOS PROPÓSITOS DEL COMITÉ DE ÉTICA



CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ÓPTICA, A.C. (CIO)

# PUBLICACIONES ARBITRADAS

TRIMESTRE OCTUBRE - DICIEMBRE 2021

## 1. AUTORES

*Bo Zhao, Valeria Rodríguez-Fajardo, Xiao-Bo Hu, Raul I. Hernandez-Aranda, Benjamin Perez-Garcia and Carmelo Rosales-Guzmán\**

### TÍTULO

*Parabolic-accelerating vector waves*

### REVISTA

Nanophotonics 2021

### EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

Los haces vectoriales se han convertido rápidamente en un tema de actualidad y gran relevancia, en parte debido a sus muchas y variadas propiedades, pero también debido a la gran variedad de aplicaciones que se han derivado de ellos. Dichos haces se caracterizan por tener un perfil transversal de polarización no homogéneo que resulta del fuerte acoplamiento entre la polarización y el modo espacial (asociado al perfil de intensidad). Crucialmente, desde los primeros reportes sobre haces vectoriales se ha puesto de manifiesto que en su propagación por el espacio libre siguen trayectorias rectilíneas, como se ilustra en la Fig. 1 (a). Este paradigma fue refutado en una reciente publicación titulada "Parabolic-accelerating vector waves", que forma parte de la colección especial de artículos invitados "Photonic Angular Momentum" de la Revista Nanophotonics (<https://doi.org/10.1515/nanoph-2021-0255>, Impact Factor 8.449), en donde se demostró una nueva clase de haces vectoriales que se propagan en el espacio libre "acelerándose" a lo largo trayectorias parabólicas, como se ilustra en la Fig. 1 (b). Cabe resaltar que estos haces, en los que se pueden controlar propiedades tales como su trayectoria, aceleración o distribución de polarización, son invariantes a la propagación. Es decir, su perfil de intensidad y distribución de polarización se mantienen casi sin cambios durante su propagación. Este descubrimiento abre la posibilidad, no solo a seguir explorando nuevas propiedades en dichos haces, sino también al desarrollo de nuevas aplicaciones basadas en estas propiedades.

## 2. AUTORES

*Josué D. Mota-Morales, Eden Morales-Narváez*

### TÍTULO

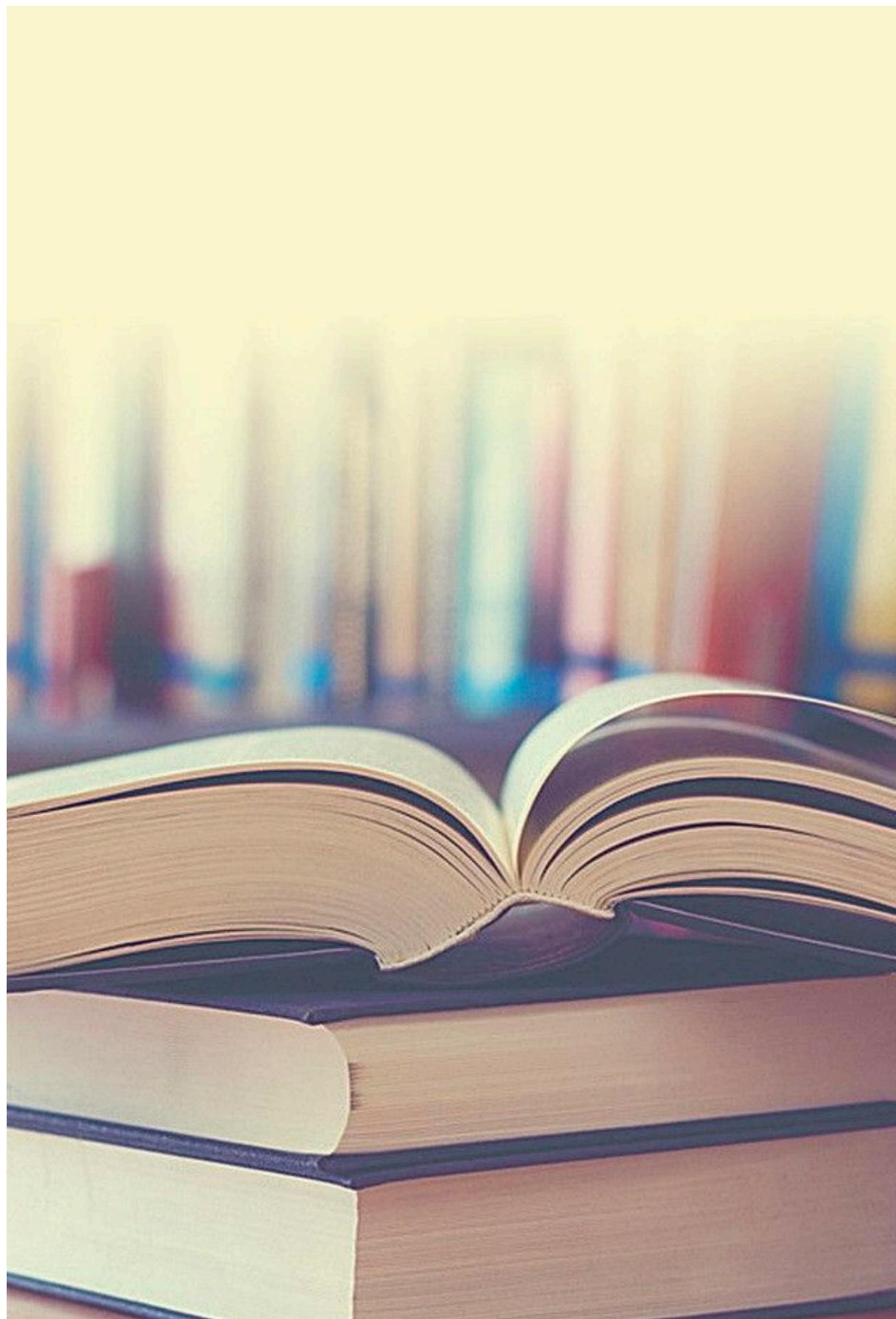
*Transforming nature into the next generation of bio-based flexible devices: New avenues using deep eutectic systems*

### REVISTA

Matter

### EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

Es muy conocido que hoy en día la humanidad tiene el reto de generar nuevas tecnologías que sean amigables con el medio ambiente. En este artículo se destaca la importancia y los retos de ciertas tecnologías "verdes" en la creación de dispositivos basados en innovadores materiales bioderivados con una infinidad de aplicaciones, por ejemplo, en el cuidado de la salud, entre otras aplicaciones. Dichos materiales están pensados para ser deformables, biodegradables, biocompatibles y sensibles a diferentes estímulos (mecánicos, ópticos, eléctricos, etc.) dependiendo de la aplicación final. Esto requiere de un esfuerzo multidisciplinario en términos de ciencia de materiales, química, biología, electrónica, fotónica, medicina, mecánica e ingeniería, por ejemplo. En general, en esta Perspectiva, los autores ofrecen un concepto visionario sobre este interesante tópico.



## 3. AUTORES

*Giacomo Romolini, Julian A. Steele, Johan Hofkens, Maarten B.J. Roeffaers, Eduardo Coutino-Gonzalez (CIO)*

## TÍTULO

*Tunable luminescence from stable silver nanoclusters confined in microporous zeolites*

## REVISTA

Advanced Optical Materials

## EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

El estudio de los nanoclústeres de plata luminiscentes confinados dentro de materiales zeolíticos ha cobrado relevancia en la investigación fundamental y aplicada de nanomateriales debido a las fascinantes propiedades que exhiben una vez estabilizados en estructuras sub-nanométricas. En particular, estos sistemas muestran una emisión sintonizable (que abarca casi todo el rango visible) y altos rendimientos cuánticos de fotoluminiscencia, características que son sensibles a los estímulos externos y a los cambios en el entorno local de los clústeres. En conjunto, esta combinación de atributos físicos ha motivado la investigación basada en la introducción intencional de especies atómicas y moleculares externas en el interior de las zeolitas. En este artículo se examinan los descubrimientos recientes que han ayudado a dilucidar las propiedades optoelectrónicas de los nanoclústeres de plata confinados en zeolitas. Haciendo énfasis en diversos protocolos que han permitido la regulación flexible de las propiedades de fotoluminiscencia de los nanoclústeres de plata confinados. Además, se proporciona una breve revisión actualizada de sus potenciales aplicaciones en dispositivos de iluminación de última generación y en plataformas de (bio)sensado.

Para una consulta detallada:

<https://doi.org/10.1002/adom.202100526>

## 4. AUTORES

*Nan Jiang, Sam Davies, Yimeng Jiao, Jeff Blyth, Haider Butt, Yuen Montelongo (CIO), Ali K Yetisen*

## TÍTULO

*Doubly Photopolymerized Holographic Sensors*

## REVISTA

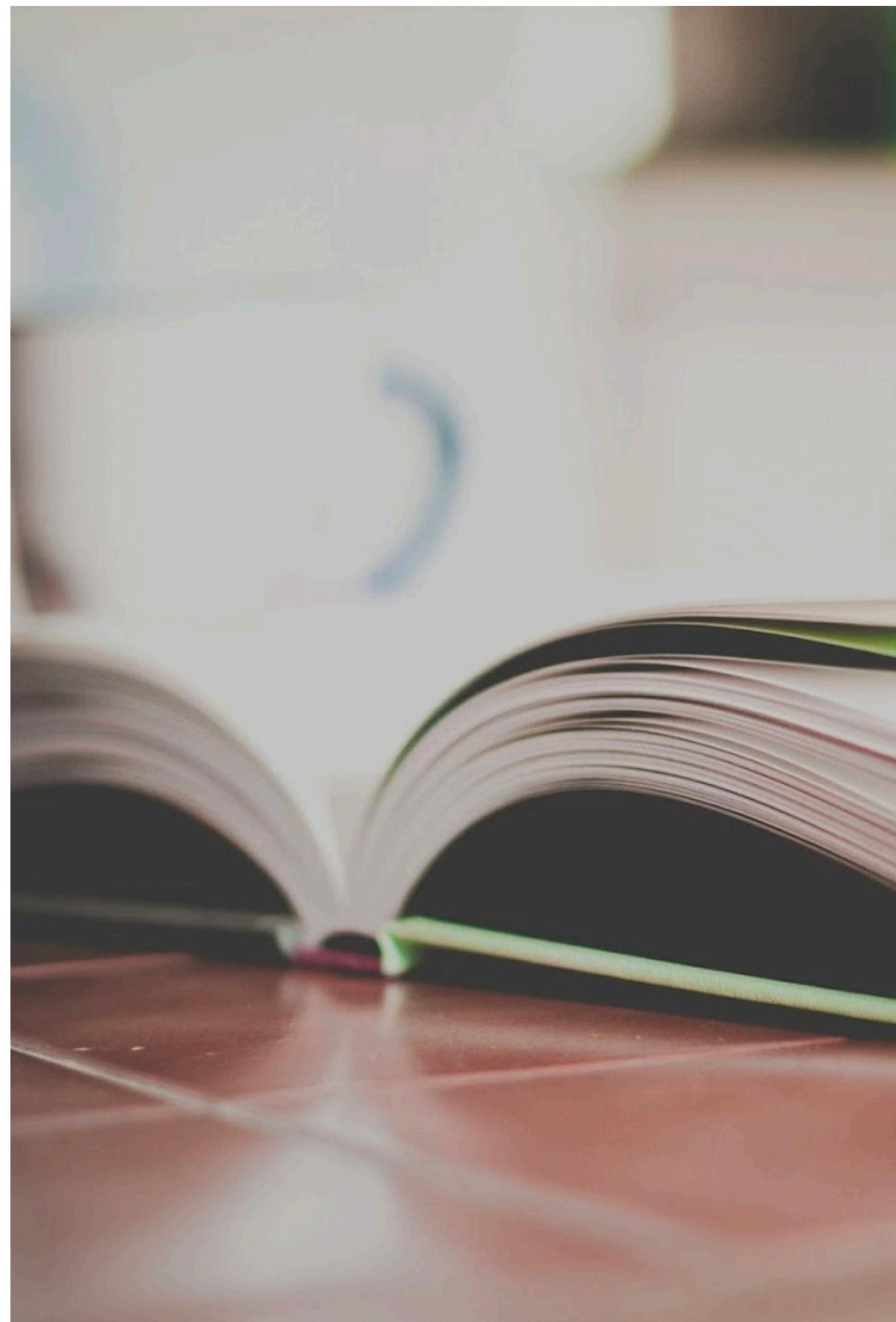
ACS Sensors

## EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

En este trabajo se reporta un novedoso método de fabricación de sensores holográficos a través de un proceso de polimerización doble. Estos sensores tienen la capacidad expandirse y contraerse reversiblemente con sustancias químicas dando lugar a cambios de colores. El proceso de fabricación en este nuevo método se lleva a cabo en dos pasos. En el primer paso se crea un hidrogel poroso base a través de la reticulación de monómeros con luz UV. En el segundo paso, se utiliza una mezcla de monómeros que son absorbidos en el material poroso base. En el caso del segundo material, el reticulado se logra a través de la interferencia de rayos láser UV. Este proceso genera una rejilla de Bragg con un color distintivo. Mas interesante aun es el cambio de color que presentan en presencia de sustancias químicas. Este es un trabajo colaborativo entre distintas instituciones internacionales. El Centro de Investigaciones en Óptica ha apoyado con la elaboración de simulaciones y trabajos teóricos que se han utilizado como apoyo para el diseño y optimización en los procesos de fabricación.

Para una consulta detallada:

<https://doi.org/10.1021/acssensors.0c02109>



# LAS PERSONAS SERVIDORAS PÚBLICAS TIENEN PROHIBIDO RECIBIR REGALOS

Las personas servidoras públicas, sin distinción de cargo, deben abstenerse de recibir obsequios, regalos o similares, con motivo del ejercicio de sus funciones en cualquier fecha del año.



“En caso de que las personas servidoras públicas, con motivo de sus funciones, reciban un obsequio, regalo o similar, deberán informarlo inmediatamente al OIC y procederán a ponerlo a disposición del Servicio de Administración y Enajenación de Bienes, conforme a las disposiciones que para tal efecto se emitan.”

\*Artículo 40 de la Ley General de Responsabilidades Administrativas y el Código de Ética de las Personas Servidoras Públicas del Gobierno Federal, Artículo 21.



CAMPAÑA PROMOVIDA POR  
EL COMITÉ DE ÉTICA Y DE PREVENCIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS DEL CIO  
**(CEPCI)**

*Pon freno a la*  
**IMPUNIDAD**

Como personas servidoras públicas,  
debemos **promover, respetar, proteger**  
**y garantizar los derechos humanos.**

Consulta el artículo 7, fracción VII,  
de la Ley General de Responsabilidades Administrativas.



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

**FUNCIÓN PÚBLICA**  
SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA

[gob.mx/sfp](http://gob.mx/sfp)

VALOR  
DEL MES

## Equidad de Género

NOVIEMBRE



*“Rompe el silencio.  
Cuando seas testigo  
de la violencia contra  
las mujeres no te quedes  
de brazos cruzados. Actúa.”*

**Ban Ki Moon**

*Con el Código de Ética  
¡Juntos(as) transformamos a México!*

Garantizaremos que mujeres y hombres accedan con las mismas condiciones, posibilidades y oportunidades tanto a los bienes y servicios públicos, como a los empleos, cargos y comisiones gubernamentales.



**FUNCIÓN PÚBLICA**  
SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA

[gob.mx/sfp](http://gob.mx/sfp)

**CALENDARIO DE CURSOS 2022**

ONLINE / PRESENCIAL

Innovemos juntos el futuro...

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





CURSO	FECHA	DURACIÓN
<b>ENERO</b>		
Visión artificial práctica	26, 27 y 28	24
<b>FEBRERO</b>		
Programación en Python	2 y 3	16
Calibración e incertidumbre de espectrocolorímetros	8, 9 y 19	24
Análisis y uso de la eficiencia energética	23 y 24	12
Radiación UV	24	8
<b>MARZO</b>		
Dirección de proyectos	15, 17, 22 y 24	24
Diseño básico Catia	21, 22, 24 y 25	24
Limpieza de componentes ópticas	23 y 24	8
<b>ABRIL</b>		
Diseño de miras ópticas	5 al 8	30
Básico de metrología	6	8
Taller de calibración en metrología dimensional	6, 7 y 8	24
Diseño mecánico mediante Solidworks	25 al 29	40
Excel avanzado	27 y 28	16
<b>MAYO</b>		
Instrumentación virtual	17 al 20	30
Repetibilidad y reproducibilidad	18 y 20	16
Automatización de procesos mediante Labview	23 al 27	40
Medición de variables eléctricas para la industria	17, 19, 24 y 26	24
Oftalmología y su instrumentación	23 al 27	28
<b>JUNIO</b>		
Básico de Iluminación	9	8
Programación básica C++	21 y 23	16
Colorimetría básico	29 y 30	16
<b>JULIO</b>		
Procesamiento digital de imágenes	4 al 8	25
<b>AGOSTO</b>		
Básico de programación de PLC's, Proceso de fabricación de espejos y prismas	9, 10 y 11	24
	16, 17 y 18	24
Microscopía óptica práctica	23, 24 y 25	24

CURSO	FECHA	DURACIÓN
<b>AGOSTO</b>		
Alineación a la competencia EC-0586 de sistemas fotovoltaicos	23, 24 y 25	18
Máquinas herramientas CNC (Control numérico por Computadora)	22 al 26	32
Formulación de color textil a nivel laboratorio	30 y 31	16
<b>SEPTIEMBRE</b>		
Diseño y fabricación de películas antirreflejantes	20, 21 y 22	24
Protecciones eléctricas para sistemas fotovoltaicos	22	8
Básico de metrología	27	8
Taller de calibración en metrología dimensional	27, 28 y 29	24
Sistemas láser en la industria	30	8
<b>OCTUBRE</b>		
Estimación de incertidumbre	4 y 5	16
Requisitos competencia laboratorios	12 y 13	16
Microscopía electrónica de barrido (SEM)	12 y 13	14
Administración de Laboratorios bajo la norma 17025	18, 19 y 20	24
Óptica básica práctica	19 y 20	16
Pruebas ópticas clásicas	20 y 21	12
Comunicaciones inalámbricas para la industria 4.0	20 y 21	16
Fotometría y color	20 y 21	16
Administración equipos medición	26 y 27	16
<b>NOVIEMBRE</b>		
Taller de máquina de medición por coordenadas	7 al 11	40
Dirección de proyectos	15, 17, 22 y 24	24
Taller de fabricación óptica	25, 26 y 27	24
Taller de fibras ópticas y su aplicación en la industria automotriz	29 y 30	16
<b>DICIEMBRE</b>		
Tolerancias geométricas	6, 7 y 8	24
Colorimetría básico	8 y 9	16
Inteligencia artificial	8 y 9	16
Tecnología de infrarrojo	8 y 9	16

# COMITÉ DE ÉTICA



**INMUJERES**  
INSTITUTO NACIONAL DE LAS MUJERES



**INMUJERES**  
INSTITUTO NACIONAL DE LAS MUJERES

La Red Nacional de Refugios reporta que de enero a mayo de este año, al menos 13,631 mujeres huyeron de casa debido a la violencia que enfrentaban.

\*La paridad de género pretende garantizar la participación equilibrada de mujeres y hombres en los ámbitos de la sociedad, particularmente en la toma de decisiones.



Si reconoces alguna conducta de hostigamiento, acoso sexual o discriminación dentro del CIO.

## ¡NO TE CALLES!

Realiza la denuncia acudiendo al Comité de Ética, con las personas consejeras [alfredo@cio.mx](mailto:alfredo@cio.mx), [laura@cio.mx](mailto:laura@cio.mx), OIC o bien consulta en el INMUJERES: 01 (55) 5322-6030



Si reconoces alguna conducta de hostigamiento, acoso sexual o discriminación dentro del CIO.

## ¡NO TE CALLES!

Realiza la denuncia acudiendo al Comité de Ética, con las personas consejeras [alfredo@cio.mx](mailto:alfredo@cio.mx), [laura@cio.mx](mailto:laura@cio.mx), OIC o bien consulta en el INMUJERES: 01 (55) 5322-6030

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ÓPTICA, A.C.

 @CentroInvestigacionesOptica

 Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.

 @CIOmx

 cio\_mx

 @CIOmx