

NOTICIO

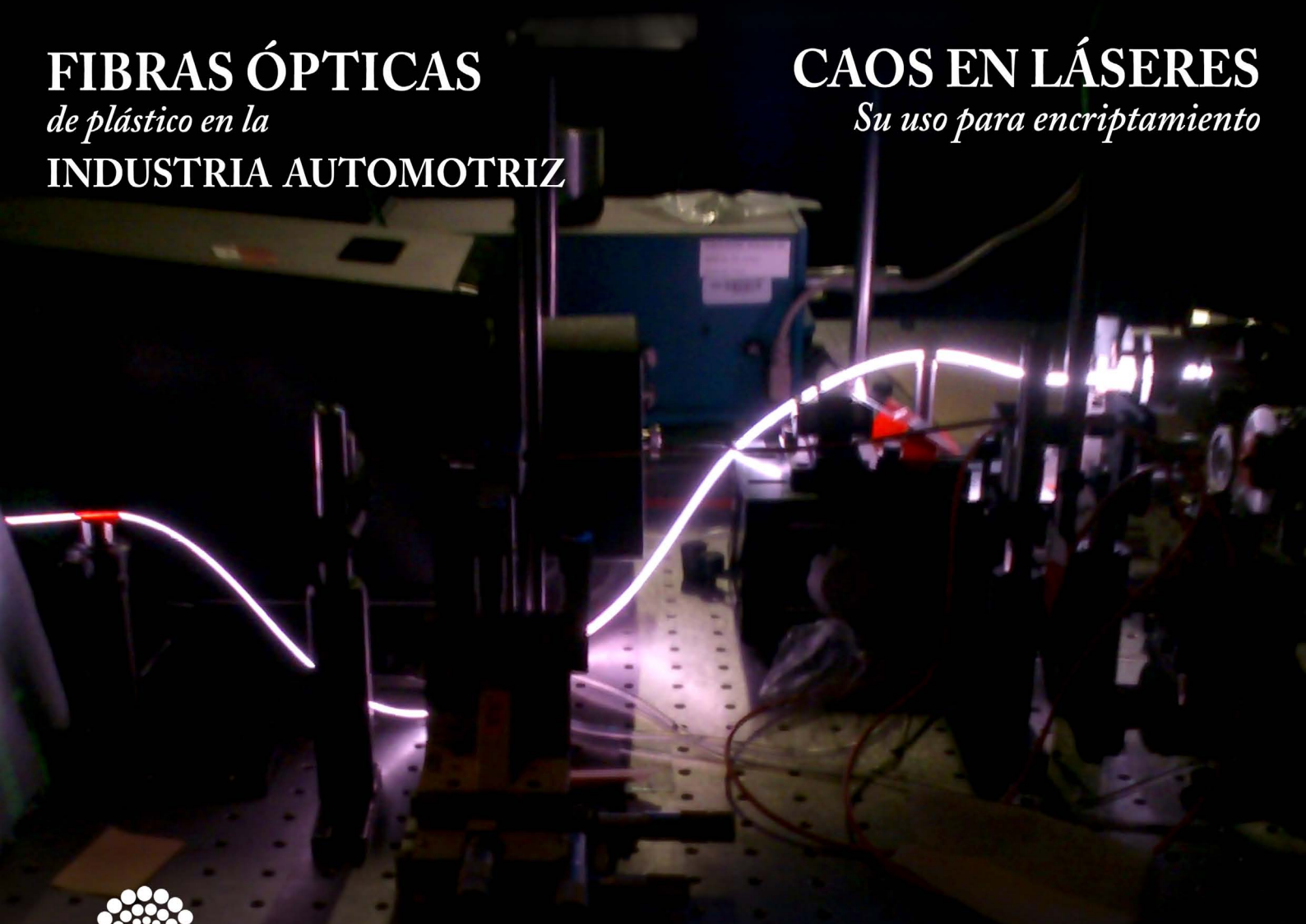
Nueva edición año 2 No. 5 2014

LÁSERES DE FIBRA ÓPTICA
ENTREVISTA AL
Dr. Baldemar Ibarra

TINTAS INTELIGENTES
de alta seguridad con
NANOPARTÍCULAS

FIBRAS ÓPTICAS
de plástico en la
INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

CAOS EN LÁSERES
Su uso para encriptamiento



CONTENIDO

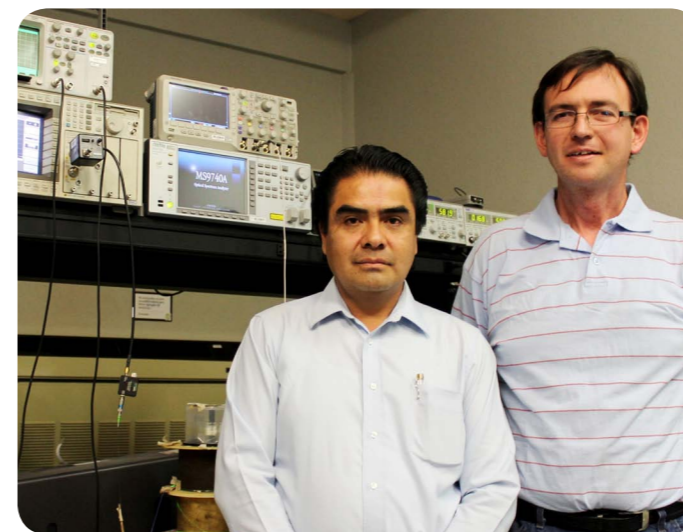
MARZO 2014



14 *Desarrollo de tinta de seguridad para aplicaciones antipiratería en etiquetas.*



28 *Estudio de tejidos biológicos mediante técnicas no destructivas.*



16 *Entrevista con el Dr. Baldemar Ibarra.*

EDITORIAL

5 Dr. Elder de la Rosa.

TECNOLOGÍA Y CIENCIA PARA LA SOCIEDAD

14 Desarrollo de tinta de seguridad para aplicaciones antipiratería en etiquetas.

18 Equipo de iluminación por fibra óptica para fototerapia en el tratamiento de la ictericia neonatal.

26 Desarrollo de fibras ópticas de plástico para la industria automotriz, la medicina, los sistemas de comunicación de corto alcance y los sensores especiales.

HACEMOS CIENCIA PARA TI

8 Láseres caóticos y seguridad en las comunicaciones.

21 Holografía digital microscópica para medir amplitud y fase en fantasmas biológicos, membranas y vigas micrométricas.

23 Óptica integrada, dispositivos en miniatura.

28 Estudio de tejidos biológicos mediante técnicas no destructivas.

CHARLANDO CON ...

16 Entrevista con el Dr. Baldemar Ibarra.

CONTRAPORTADA

34 XI Encuentro, Participación de la mujer en la ciencia.

Equidad de Género.



PORTADA

Excitación con radiación infrarroja de una fibra óptica dopada con Praseodimio e Iterbio para ser utilizada como medio activo para láser. Fotografía Efraín Mejía.

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, opto-electrónica, 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. NotiCÍO es una publicación trimestral que tiene como objetivo dar a conocer a una audiencia amplia los logros científicos y tecnológicos del CIO para ayudar a que éstos sean comprendidos y apreciados por su valor para los ciudadanos, para nuestro país y para el mundo. El CIO pertenece al Sistema de Centros Públicos de Investigación Conacyt del Gobierno Federal. Mayor información sobre el CIO puede obtenerse en el sitio www.cio.mx



CIOmx



Centro de Investigaciones en Óptica A.C.



@CIOmx

DIRECTORIO

DIRECTOR GENERAL

Dr. Elder de la Rosa Cruz
dirgral@cio.mx

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. Gabriel Ramos Ortiz
dirinv@cio.mx

DIRECTOR DE FORMACIÓN ACADÉMICA

Dr. Luis Armando Díaz Torres
dirac@cio.mx

DIRECTOR DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Dr. Gonzalo Páez Padilla
dvydt@cio.mx

DIRECTOR ADMINISTRATIVO

Lic. Gerardo E. Sánchez García Rojas
diradmon@cio.mx

PERSONAL DEL NOTICIO

Editor Administrativo: Elder de La Rosa.

Editor Científico: Vicente Aboites.

Corrección: Enrique Landgrave.

Diseño Editorial: Carolina Arriola, Lucero Alvarado.

Colaboradores del mes de Marzo: Alexander Pisarchik, María del Socorro Hernández, Efraín Mejía, Haggeo Desirena, Ismael Torres, Mauricio Flores, Verónica Vázquez y Vladimir Minkovich.

NOTICIO

DOMICILIO

Loma del Bosque 115 Col. Lomas del Campestre
C.P. 37150 León, Gto., México
TEL. (52) 477-441-42-00
www.cio.mx

TEXTO ELDER DE LA ROSA

“Ocasionalmente me preguntaba lo siguiente: Si hoy fuera el último día de mi vida, ¿querría hacer lo que voy a hacer hoy? Y cuando la respuesta era NO durante varios días seguidos, sabía que necesitaba cambiar algo”.

Steve Jobs

La nota anterior la comparto con ustedes, no con una intención idealista y gastada, sino con el propósito de darle cabida a una reflexión, que incluso, podría transformar a una institución o a un país entero, si cada uno de nosotros así lo decidiera.

Actualmente nuestro Centro es una organización bien posicionada y distinguida por la generación de conocimiento, desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos de alta calidad. Es una labor no de una, sino de muchas personas que a lo largo de 34 años han aportado su entrega, experiencia y habilidades en cada una de las áreas que integran al CIO. Sin embargo, no hemos llegado a la cima, los éxitos alcanzados hasta ahora no son suficientes y espero que nunca lo sean. Una institución como la nuestra no puede mantenerse estática y mucho menos conforme.

El saber cambia al mundo, y nuestro mundo está cambiando a la velocidad de los nuevos descubrimientos. Estamos inmersos en la sociedad del conocimiento que nos demanda acciones que puedan redundar en el beneficio de nuestro entorno, siempre con miras hacia la solución de problemas nacionales e internacionales.

Estar comprometidos y dispuestos a dar más de lo que requieren nuestras actividades es salir de la zona de confort, salir de ese estado mental que nos otorga comodidad, que nos hace pensar que nuestras aspiraciones están cubiertas, ese estado del que por

lo general salimos (o aumentamos sus límites) cuando nos encontramos ante una situación de apremio.

Porque sólo de esta manera, eliminaremos lo que nos impide ver más allá de lo que vamos a hacer hoy. Si no estamos mejorando corremos el riesgo de retroceder e incluso, de ser prescindibles. Pensemos en cuán apremiante es salir de la comodidad, porque permanecer en nuestra zona de confort es señal de miedo, de falta de nuevas aspiraciones y ambiciones, seamos proactivos y agentes del cambio.

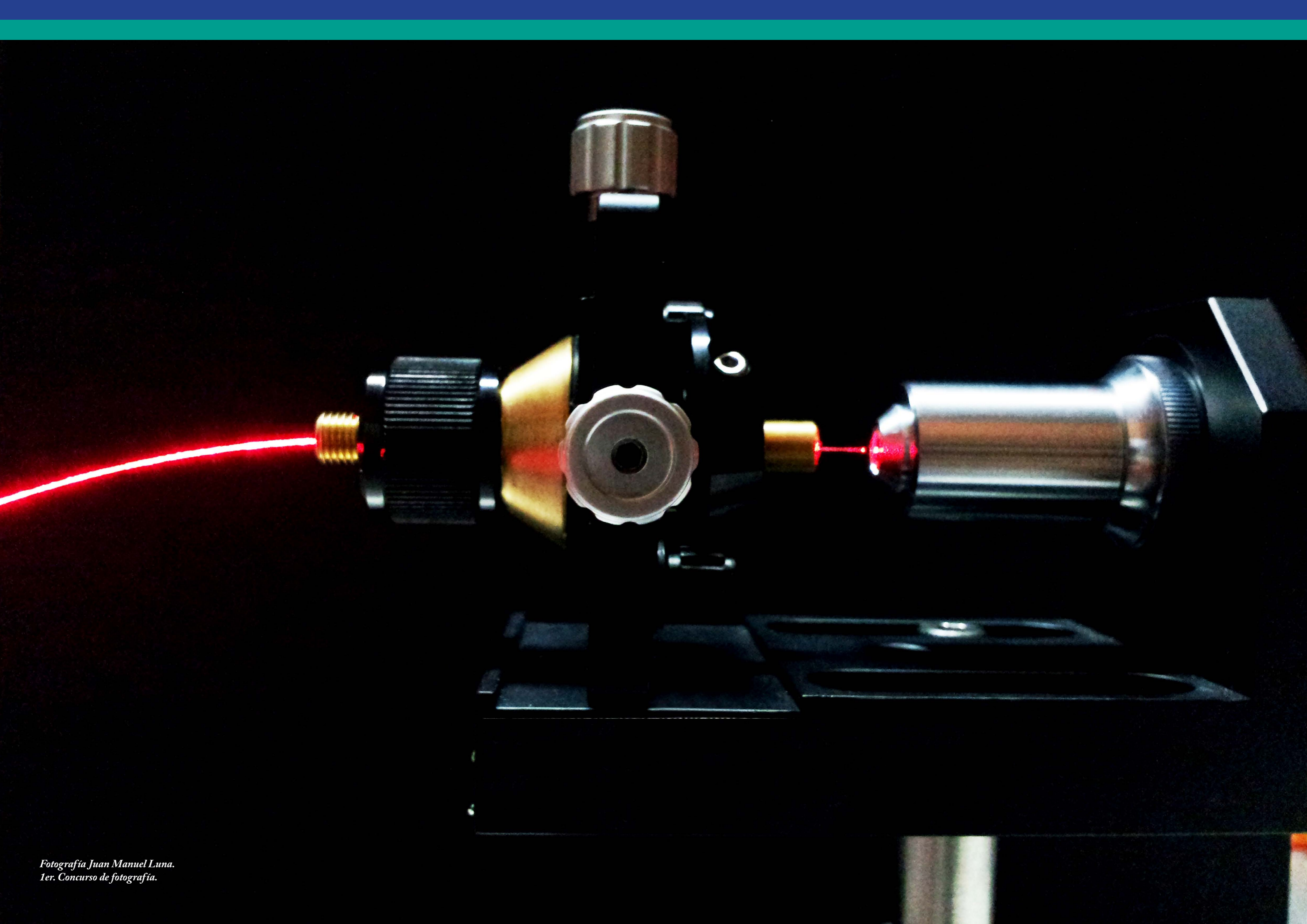
Los invito, no sólo a que se sumen a una simple y anímica motivación, que sin duda, nos ayuda a incrementar nuestro empuje en el día a día, sino también a encontrar motivos que nos hagan cambiar, mejorar y fortalecer el carácter de nuestra institución.

En este número del NOTICIO presentamos una pequeña muestra de nuestras actividades en la generación de conocimiento, desarrollo tecnológico, formación de recursos humanos y divulgación de la ciencia, espero que lo disfruten y que, para quienes integramos esta institución, logre ser un motivo para continuar el fortalecimiento de un Centro de Investigaciones de excelencia.

Dr. Elder de la Rosa Cruz
Director General



*Fotografía José Juan Padilla.
1er. Concurso de fotografía.*



*Fotografía Juan Manuel Luna.
1er. Concurso de fotografía.*

LÁSERES CAÓTICOS

y seguridad en las comunicaciones

TEXTO ALEXANDER PISARCHIK

Actualmente vivimos en la era de la información, en la que las sociedades, el comercio, el gobierno y las instituciones privadas demandan una comunicación rápida y segura. Con el incremento del volumen del comercio electrónico, la sociedad en general tiene la necesidad de mantener su información segura mientras ésta viaja a través de una red de comunicación a altas velocidades. Con la existencia de la red de fibra óptica, los láseres caóticos son los candidatos idóneos para diseñar los sistemas de comunicación rápidos y seguros que deseamos.

En los sistemas de comunicación basados en la sincronización de caos, la información encriptada dentro de la señal portadora caótica de un transmisor se recupera en un receptor cuando el segundo está sincronizado con el primero. Debido a su gran ancho de banda espectral (alrededor de decenas de GHz), y a que la radiación emitida tiene una longitud de onda que permite que una señal se transmita por la fibra óptica con un mínimo de pérdidas, los láseres de semiconductores han sido considerados particularmente apropiados para esta aplicación. Un retraso en la retroalimentación o acoplamiento en estos láseres

resulta en oscilaciones caóticas con una gran entropía de información. La eficacia de estos sistemas encriptados de comunicación, sin embargo, depende en gran medida de la calidad de la sincronización del caos.

Una de las formas más sencillas de sincronizar dos láseres es inyectar la radiación de salida de un láser en otro. Recientemente propusimos un método de comunicación de alta seguridad [1-3] basado en la sincronización de señales caóticas. El esquema contiene dos láseres maestros (ML por sus siglas en inglés) y dos láseres esclavos (SL por sus siglas en inglés) que funcionan en un régimen caótico (Fig. 1). La información se encripta en la salida del transmisor y se transmite al receptor a través de una antena o mediante fibra óptica. Para recuperar el mensaje, ML1 y ML2 deben estar completamente sincronizados, de tal manera que SL1 y SL2 se sincronicen a su vez entre sí. Las formas de onda de SL1 y SL2 obtenidas con los detectores D se comparan entonces en el receptor.

Una ventaja importante de la sincronización caótica en las comunicaciones es que la información puede ser enviada utilizando una señal portadora caótica que permite la encriptación de un mensaje en una amplia gama de frecuencias. En este caso, tanto el

transmisor como el receptor generan formas de onda caóticas (Fig. 2). Nuestro sistema permite una buena transmisión de la información ya encriptada con una velocidad de hasta 5 Gbps. Como punto de comparación, el transmisor láser de la empresa alemana ViaLight transmite señales no encriptadas con una velocidad de tan sólo 1 Gbps.

Referencias:

1. A.N. Pisarchik, F.R. Ruiz-Oliveras, "Optical chaotic communication using generalized and complete synchronization," IEEE J. Quant. Electron. 46 (3) 299a – 299f (2010).
2. R. Jaimes Reátegui, J.H. García López, A.N. Pisarchik, R. Valdivia Hernández. Sistema y método

para comunicaciones altamente seguras mediante señales caóticas. Título de patente No. 311785. Clasificación: Int.CI.8: H04L29/00. Titular: Universidad de Guadalajara. Registrado ante el IMPI. Solicitud: MX/a/2007/005976, 18 de mayo 2007. Fecha de expedición: 11 de julio de 2013.

3. A.N. Pisarchik, F.R. Ruiz Oliveras. Sistema de comunicación óptica usando caos. Título de patente No. 310801. Clasificación: Int.CI.8: H01L31/0232. Titular: Centro de Investigaciones en Óptica. Registrado ante el IMPI. Solicitud No. MX/a/2009/001860, 19 de febrero 2009. Derwent Primary Accession Number: 2010-P38039 [01]. Fecha de expedición: 17 de junio de 2013. ■

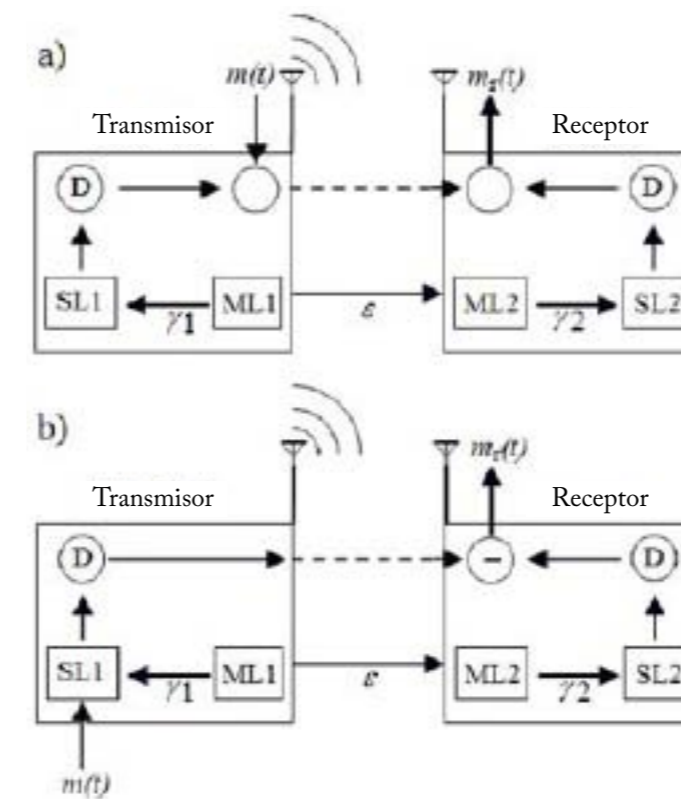


Figura 1. Esquema de un sistema de comunicación de dos canales para (a) des-enmascaramiento caótico y modulación y (b) modulación por desplazamiento.

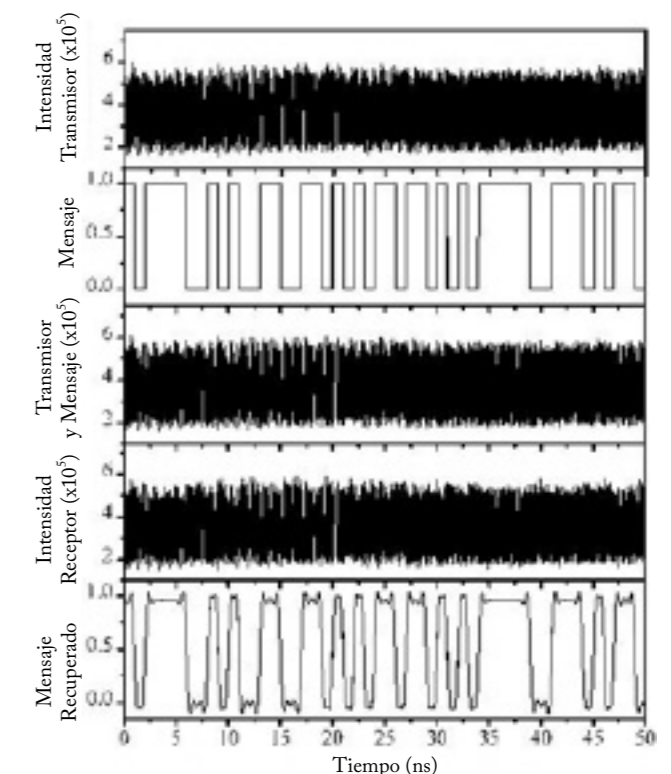


Figura 2. Encriptación y desencriptación de un mensaje usando una onda portadora caótica.

LÁSERES DE FIBRAS

TEXTO EFRAÍN MEJÍA BELTRÁN

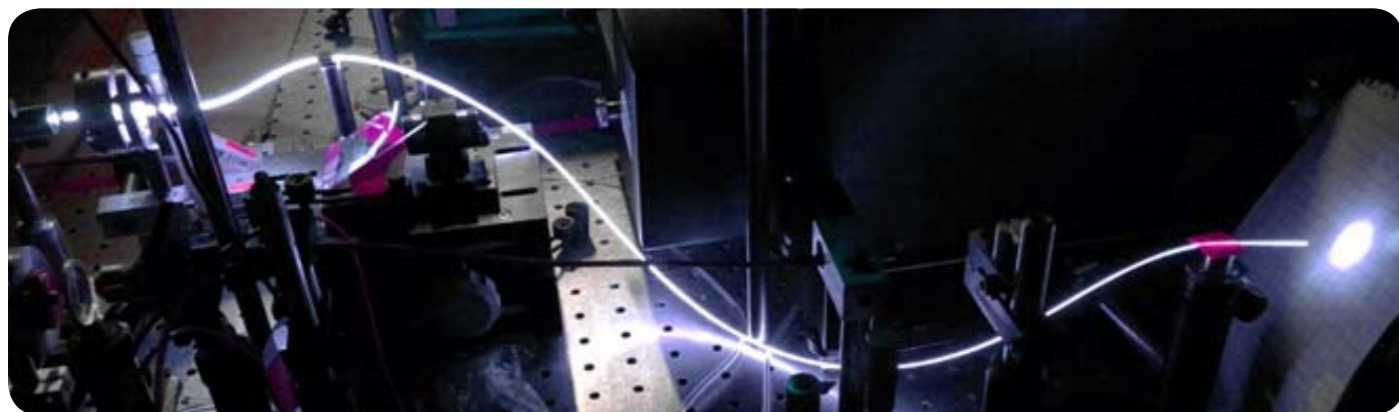
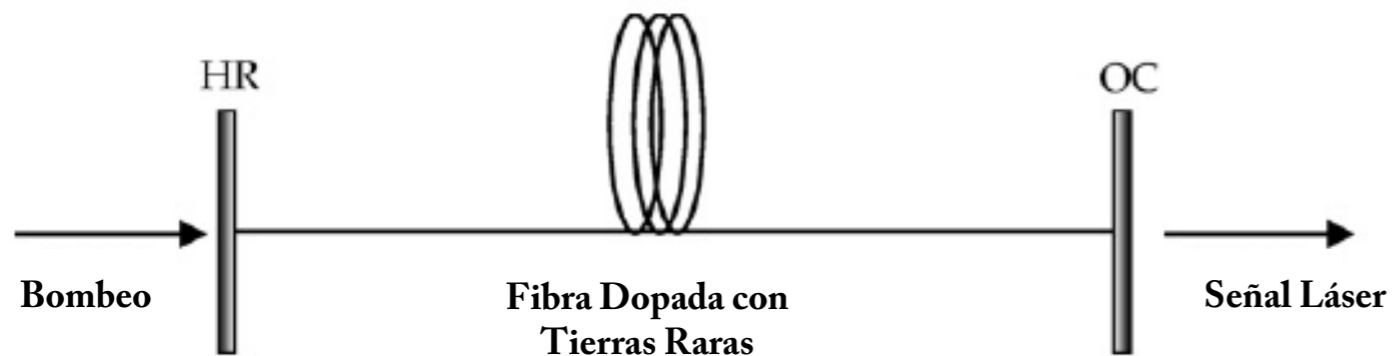
Los láseres de fibra óptica son láseres de estado sólido que integran a dos tipos de láseres diferentes, los de estado sólido de bulto (*bulk lasers*) y los de diodo (*laser diodes*). Los láseres de bulto poseen una gran ventaja: el haz luminoso que emiten por lo general es circular y de intensidad uniforme, lo que hace que se pueda enfocar en un área muy pequeña. Esto resulta muy conveniente para muchas aplicaciones. Sus principales desventajas son que consumen mucha energía eléctrica (su eficiencia puede ser inferior al 1%), y que requieren frecuentemente por ello instalaciones eléctricas costosas, y sistemas de enfriamiento voluminosos. Por otro lado, los láseres de diodo sólo pueden producir haces circulares y uniformes de potencias que no exceden 1 Watt. A cambio de ello su eficiencia puede superar el 50%, y son más compactos debido a la simplicidad de sus sistemas de enfriamiento. Para potencias superiores a 1 Watt, los haces de estos láseres ya no son circulares ni uniformes, y para muy altas potencias, su distribución de intensidad transversal es un patrón complejo de luz con la apariencia de un conjunto de manchas luminosas. Al intentar enfocar estos haces de estructura compleja, la distribución de luz en el plano focal resulta igualmente compleja, y

se extiende sobre un área mucho mayor que la que ocuparían las distribuciones de luz correspondientes a haces de potencia moderada, limitando con ello considerablemente sus aplicaciones.

Los láseres de fibra óptica toman lo mejor de los láseres de estado sólido de bulto y de los de diodo, y aportan mejoras importantes. Por ejemplo, un diodo láser que emita un haz circular se puede enfocar para ser conducido a lo largo del núcleo de una fibra óptica con dopantes que lo absorbe y lo convierte en un haz con otra longitud de onda. El láser se completa añadiendo espejos en sus extremos (ver la Fig. 1), los cuales, junto con los dopantes y el haz del diodo láser que se utilice para bombear la fibra óptica, determinan el color de la luz que emergerá de la cavidad. El haz que se obtiene con uno de estos sistemas es de buena calidad (circular y uniforme), pero de una potencia moderada. El sistema de enfriamiento es el del diodo láser de bombeo, ya que la fibra óptica, debido a su forma alargada ya su escaso volumen, disipa sin problemas el calor que se genera en ella. Su eficiencia es muy superior a la de los láseres *bulk*, y se aproxima a la de los láseres de bombeo. Los láseres de fibra óptica son el medio para obtener radiación láser de colores que no pueden proporcionar los diodos láser; en otras

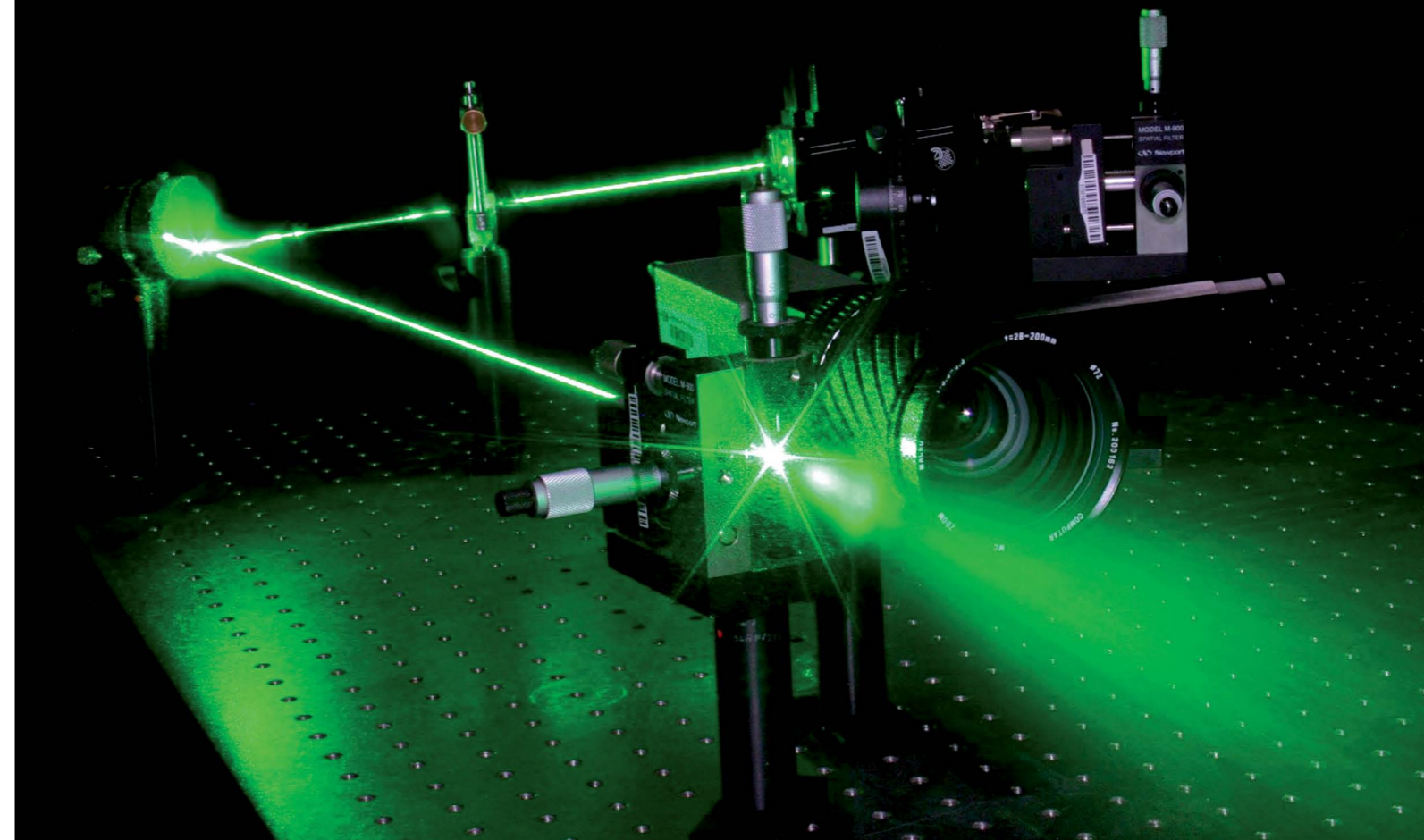
palabras, operan como *convertidores láser*. Por ejemplo, generar luz láser en la región ultravioleta (UV) es muy caro y difícil de conseguir con sistemas compactos. Una solución consiste en utilizar diodos láser que emitan luz infrarroja (IR) o roja para bombear a un láser de fibra óptica que emita en la región UV. En lo referente a láseres de fibra óptica que generen altas potencias, existen fibras ópticas especiales disponibles comercialmente, en las que un núcleo muy grande no-dopado puede recibir y conducir por varios metros un haz de baja calidad. Este núcleo contiene a su vez un núcleo mucho más pequeño que sí está dopado. Este núcleo de dimensiones reducidas convierte la luz que se utiliza para el bombeo en luz de otro color, y además

mejora la calidad del haz, debido a su diámetro reducido. Esto permite que el haz láser emitido sea de alta calidad, y a la vez tener una potencia de varios cientos de Watts. Aquí también el sistema de enfriamiento está diseñado para el láser de bombeo, ya que muchas veces el enfriamiento de la fibra óptica se consigue con un simple ventilador. Resumiendo, los láseres de fibra óptica de alta potencia no sólo son convertidores láser sino que también mejoran la calidad del haz, incrementando de esta manera sus aplicaciones. A manera ilustrativa, en la Fig. 1 se muestra un dibujo esquemático de un láser de fibra óptica (parte superior), y una fotografía de una fibra bajo estudio que emite luz blanca (foto inferior). ■



Fotografía Efraín Mejía.

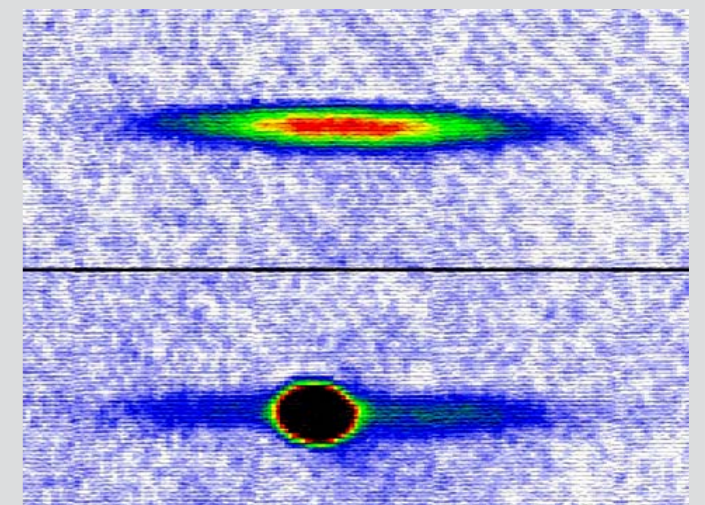
Figura 1. Esquema de un láser de fibra óptica (imagen superior) y excitación con luz infrarroja de una fibra óptica dopada con Praseodimio e Iterbio (foto inferior). HR y OC son un espejo de alta reflectancia y un acoplador óptico, respectivamente, designados por sus siglas en inglés.



Fotografía Anabel Morán.
1er. Concurso de fotografía.

Fibras Ópticas en computación cuántica

Los sistemas de cómputo ordinarios transmiten información de modo binario de una máquina (nodo) a otra a través de una señal electrónica u óptica. En los sistemas cuánticos la información consiste en el estado cuántico de un sistema (la configuración particular de la energía de un átomo, su spin, etc.). Los sistemas cuánticos actuales sólo pueden recibir o enviar señales pero no ambas cosas simultáneamente. Acaba de reportarse (Nature, DOI: 10.1038) un sistema construido en el Instituto Max Planck cuántico bi-direccional exitoso en donde un fotón transmite el estado del spin de un átomo de rubidio a otro átomo alejado 21 metros del primero. Este resultado abre la puerta a sistemas cuánticos y redes complejas de más nodos.



Cortesía: www.pit.physik.uni-tuebingen.de

Átomo en una trampa óptica. El sistema cuántico conecta ópticamente el estado cuántico de átomos de rubidio. Un solo fotón transmite la información usando fibras ópticas.

DESARROLLO DE TINTA DE SEGURIDAD

para aplicaciones antipiratería en etiquetas

TEXTO HAGGEO DESIRENA

Cada día surgen novedosos productos que revolucionan la dinámica económica. Por ejemplo: medicamentos, complementos vitamínicos, bebidas energéticas, dispositivos electrónicos y mil productos más. Sin embargo al emerger un producto nuevo y exitoso surgen también otros equivalentes así como sustitutos piratas. Esto además de afectar económicamente al fabricante que posee la titularidad de ese producto, puede también poner en riesgo al consumidor final. La falta de ética manifiesta en la introducción de sustancias dañinas en los productos alterados, algunos ejemplos conocidos de esta problemática son, bebidas alcohólicas adulteradas que pueden causar ceguera o muerte, medicamentos para diabetes y afecciones cardiacas que hacen nulo o contrario efecto a quienes los consumen. Ante esto surgen las siguientes interrogantes, ¿Cómo verificar la autenticidad de un producto?, ¿Cómo ayudar a proteger la integridad de tal producto?, ¿Cómo incrementar la confianza del consumidor? En el mercado existen diferentes tipos de hologramas y etiquetas de seguridad que permiten certificar la autenticidad de un producto. Muchos de ellos utilizan luz y materiales con propiedades específicas para mostrar ya sea audí-tiva o visiblemente la autenticidad. El más conocido y

utilizado en la mayoría de los comercios y supermercados, es el de los sistemas de seguridad en billetes nacionales, los cuales utilizan luz ultravioleta (UV) para iluminar dicho billete y estos a su vez reemiten la energía en forma de luz visible con coloración verde-amarillosa. Una de las principales desventajas de esto es que las moléculas en el interior del billete emiten el mismo color independientemente del tipo de luz UV. De acuerdo al espectro electromagnético, la luz UV varía de 200 a 400 nm. Siendo este un rango muy amplio de excitación, lo cual otorga múltiples opciones a los falsificadores potenciales. Adicionalmente, estas fuentes de luz son cada vez más comunes, tanto que incluso pueden encontrarse en una tienda común de refacciones electrónicas.



Fotografías Haggoo Desirena.

Figura 1. Fotografía de una billete bajo excitación ultravioleta. Se puede observar el sistema de seguridad con respuestas en color amarillo y verde.



Figura 2. Fotografía de una etiqueta de seguridad cuando esta se encuentra bajo excitación infrarroja.

Recientemente una empresa, se acercó al Centro de Investigaciones en Óptica para solicitar una tinta de seguridad basada en propiedades de emisión de las nanopartículas. El grupo de Nanofotónica y Materiales Avanzados (NAFOMA) coincidió en la importancia de tal necesidad y decidió participar en el desarrollo un material nuevo para tintas de seguridad. La diferencia con el sistema anterior, es que este reacciona sólo bajo un rango muy angosto de iluminación. Este sistema es más seguro, ya que no se percibe con el ojo humano y además su rango de excitación es menor a 3nm. Es decir, aún cuando se utilice iluminación a altas potencias y no coincida con esos tres nanómetros, sólo se logrará quemar la etiqueta. En la composición adecuada, es posible producir cualquier color en la región visible.

Por sus características, este tipo de materiales son ideales como elementos de seguridad. En la figura 2 se observa una fotografía de la etiqueta producida por el grupo de NAFOMA. Este sistema tiene gran potencial como sistema de seguridad que pudiera inclusive reemplazar al sistema actual de billetes nacionales. ■

ENTREVISTA

DR. BALDEMAR IBARRA

ENTREVISTA OLIVIER POTTIEZ

Con motivo de su visita al CIO el 7 de marzo pasado a impartir la conferencia “Investigación Experimental de Láseres de Fibra Óptica en el INAOE”, el Dr. Olivier Pottiez, investigador del CIO en esa especialidad, entrevistó para NotiCIO al Dr. Baldemar Ibarra.

OP: *Ud. estudia láseres de fibra óptica, ¿cuáles son sus ventajas cuando se comparan con láseres de otras tecnologías?*

BI: Los láseres de fibra óptica nos ofrecen grandes ventajas comparados, por ejemplo, con los láseres de estado sólido, como son su tamaño, su portabilidad, el hecho de que no requieran enfriadores voluminosos y sobre todo, que su luz es fácilmente manipulable, ya que se encuentra en la fibra óptica. Otra ventaja importante de los láseres de fibra óptica es la calidad de su haz. Para muchas aplicaciones la calidad del haz de luz láser es de suma importancia, y con las fibras ópticas se puede generar luz láser de muy alta calidad de haz, debido a las dimensiones características de la fibra.

OP: *¿Por qué es importante desarrollar láseres de fibra que producen pulsos ópticos en lugar de luz continua? ¿Cuáles son sus aplicaciones potenciales?*

BI: La aplicación más común de los láseres de onda continua es en la industria, en el corte y la soldadura de material, donde no afecta el calentamiento producido por la luz láser. La importancia de desarrollar láseres de pulsos cortos es que nos permite controlar el calentamiento en la zona a tratar y de esta manera evitar daños generados por este efecto. Los láseres pulsados tienen diversas áreas de aplicación, como son la medicina, la detección remota y las telecomunicaciones.

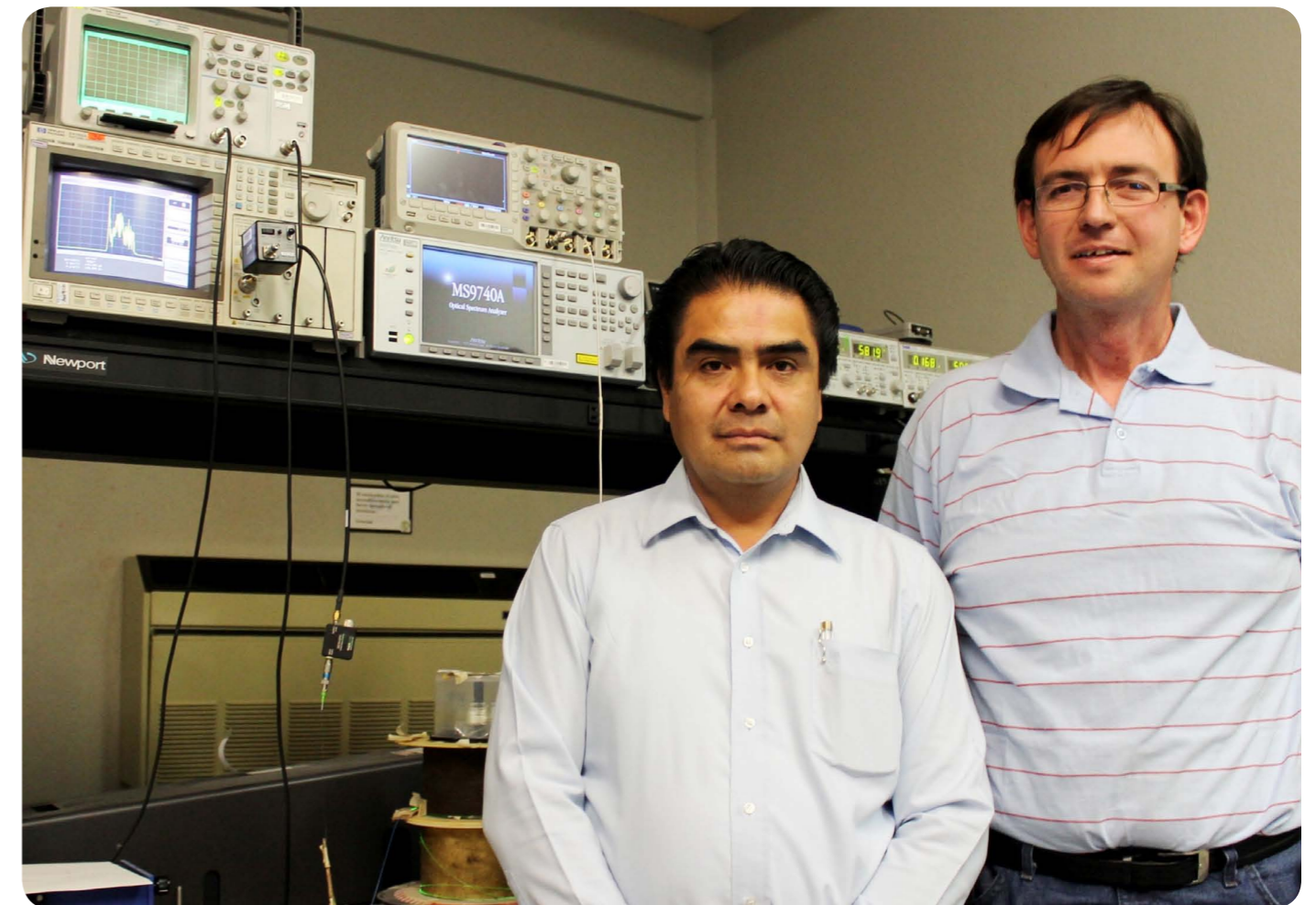
OP: *¿Qué es una fibra de doble revestimiento? ¿Cuál es su ventaja respecto a una fibra convencional, en particular para el diseño de láseres de fibra?*

BI: Una fibra convencional tiene un núcleo (que puede ser dopado con alguna tierra rara para generar luz láser) y un revestimiento. En estas fibras la luz de bombeo se tiene que introducir en el núcleo, que es del orden de 5

micrómetros de diámetro (0.005 mm) y sólo se pueden generar potencias promedio de unos cientos de mW. Las fibras de doble revestimiento, como su nombre lo indica, tienen dos revestimientos y un núcleo. En este caso la luz de bombeo se puede introducir en el primer revestimiento, y la luz generada por emisión láser viajará a lo largo del núcleo de la fibra, lo que nos permitirá generar luz de alta potencia.

OP: *En su opinión, en un futuro próximo, ¿en cuáles de sus principales aplicaciones (industriales, etc.) tendrán un mayor impacto los láseres de fibra óptica?*

BI: Considero que en un futuro no muy lejano los láseres de fibra tendrán muchas aplicaciones en medicina. Actualmente ya se utilizan láseres para aplicaciones médicas, pero en la mayoría de ellas se utiliza la fibra óptica únicamente como medio para conducir la luz, lo cual hace que se tengan sistemas que no resultan fáciles de transportar. Con fibras con nuevos dopajes será posible diseñar láseres enteramente de fibra óptica, y con mejores características. ■



Dr. Baldemar Ibarra (izquierda) y Dr. Olivier Pottiez.
Fotografía Eleonor León.

EQUIPO DE ILUMINACIÓN POR FIBRA ÓPTICA

para fototerapia en el tratamiento de la ictericia neonatal

TEXTO ISMAEL TORRES GÓMEZ

Es muy probable que al nacer, alguno de nuestros hijos, familiares cercanos, o nosotros mismos hayamos recibido algún tipo de tratamiento para la ictericia neonatal. La ictericia neonatal es una afección que se presenta en los recién nacidos en los días posteriores a su nacimiento. Dicho trastorno se manifiesta en el recién nacido por una coloración amarillenta de la piel y la esclerótica, causada por la acumulación excesiva de la bilirrubina en la sangre. Este exceso de bilirrubina en la sangre se debe a la inmadurez del hígado para descomponer la bilirrubina en glocoronidos de bilirrubina durante el proceso natural del cuerpo al reemplazar los glóbulos rojos viejos en la sangre.

Estudios médicos advierten que una concentración de bilirrubina en la sangre superior a 25 mg/dl puede conducir a sordera, parálisis cerebral u otras lesiones cerebrales en el recién nacido. Por ello, todos los recién nacidos, sobre todo los prematuros requieren de un monitoreo de la evolución del nivel de bilirrubina en las primeras 24 horas posteriores a su nacimiento. Recientemente, la Secretaría de Salud en México reporta que entre el 60 y 70 % de los recién nacidos a término, y más del 80 % de los prematuros, padecen dicho trastorno. Con base al índice de natalidad en México puede estimarse que en los próximos cinco años, anualmente más de un millón de recién nacidos podrían presentar cierto grado de ictericia y que un porcentaje importante (24-30%) de ellos demandarán algún tipo de tratamiento.

La fototerapia ha demostrado ser uno de los tratamientos más efectivos para corregir o mitigar la ictericia. La fototerapia consiste en la irradiación (iluminación) de la piel del cuerpo del neonato con luz visible (425-475 nm). Durante el proceso de irradiación, la bilirrubina presente en los capilares de la piel absorbe la luz visible y a través de los procesos fotoquímicos; isomerización, fotoisomerización y fotooxidación se transforma en productos polarizados hidrosolubles.

Estos productos pueden excretarse posteriormente por la orina o las heces sin recurrir a su conjugación en el hígado. En casos leves de ictericia los neonatos son expuestos directamente a la luz del sol, con los cuidados y tiempos adecuados. Sin embargo, en los casos de una concentración de bilirrubina elevada, la iluminación natural no es suficiente por lo que se han desarrollado equipos médicos de iluminación artificial en el afán de reducir la bilirrubina en los neonatos en forma rápida y eficiente.

Los equipos de iluminación artificial para fototerapia en el tratamiento de la ictericia neonatal se pueden clasificar en: de no contacto y contacto. Los equipos de no contacto se destacan por incluir una luminaria tipo pedestal, la cual emite la irradiación a distancia para iluminar completamente el cuerpo del infante. Estos equipos utilizan diferentes fuentes luminiscentes tales como tubos fluorescentes, bulbos de halógeno y módulos de leds (Figura 1). Por su parte, la fototerapia de contacto consiste en la irradiación cutánea del neonato al estar en contacto con una almohadilla a base de módulos de leds o de fibras ópticas.

A pesar de que los equipos de no contacto tienen la ventaja de ofrecer una mayor densidad de potencia que los de contacto, estos últimos han ido ganando una mayor aceptación. Esto se debe esencialmente a ciertos inconvenientes de los equipos de no contacto, tales como: el riesgo de afectar irreversiblemente la vista del neonato por exposición prolongada a la luz (si el recién nacido pierde accidentalmente el antifaz o los lentes de protección), la posible deshidratación y/o hipertermia, la necesidad de mantener desnudo al neonato para recibir la fototerapia en todo el cuerpo, lo cual lo deja vulnerable a diferentes tipos de contagio del medio ambiente y la interrupción del tratamiento

de fototerapia durante el lapso de lactancia materna, entre otros. Asimismo, regularmente su tamaño es voluminoso, lo cual limita su movilidad, y reducen el espacio disponible.

Recientemente, a través de la oficina de Propiedad Intelectual y Licenciamiento del Centro de Investigaciones en Óptica AC, se solicitó ante el IMPI el registro de la patente: sistema de iluminación por contacto para dar tratamiento de la ictericia (No. de Registro: MX/E/2013/093397). El objetivo de esta invención es ofrecer un equipo de iluminación por contacto de bajo costo para el tratamiento de la ictericia que sea seguro, efectivo y mejore la eficiencia de irradiación del neonato. El equipo propuesto consiste de una prenda de vestir tipo saco de mangas cortas con iluminación interna para abrigar al neonato (Fig. 2). La iluminación interna que emite dicha prenda proviene de una fuente de iluminación azul mediante un cable multifibra. En la prenda de vestir, la emisión interna se realiza mediante el arreglo de dos almohadillas emisoras laterales de iluminación a base de fibras ópticas, las cuales se alojan en bolsillos ubicados en la parte frontal y posterior interna de la prenda de vestir, procurando con ello irradiar una mayor área de la piel del cuerpo del neonato. Adicionalmente, el equipo incluye un

sensor que permite monitorear la temperatura corporal del neonato. Por otro lado, este sistema de iluminación presenta un diseño portátil propio para utilizarse tanto en hospitales como en el ámbito doméstico.

Actualmente se trabaja en el desarrollo del segundo prototipo de este equipo de fototerapia. Con este prototipo se busca superar los requerimientos técnicos y de seguridad para pasar a la etapa de validación médica. Dicho equipo potencialmente podría apoyar trabajos de investigación a través de convenios entre el CIO y el sector salud (IMSS, ISSTE y hospitales privados). Por otro lado, no encontramos equipos de fototerapia comerciales que se fabriquen en México. Por lo que se planea a través de la Oficina de Propiedad Intelectual y Licenciamiento promover el licenciamiento de este equipo con las empresas nacionales que desarrollan y construyen equipos médicos, una vez que se obtenga la patente o modelo de utilidad del equipo ante el IMPI. ■



Figura 1. Neonato recibiendo fototerapia con un equipo convencional.

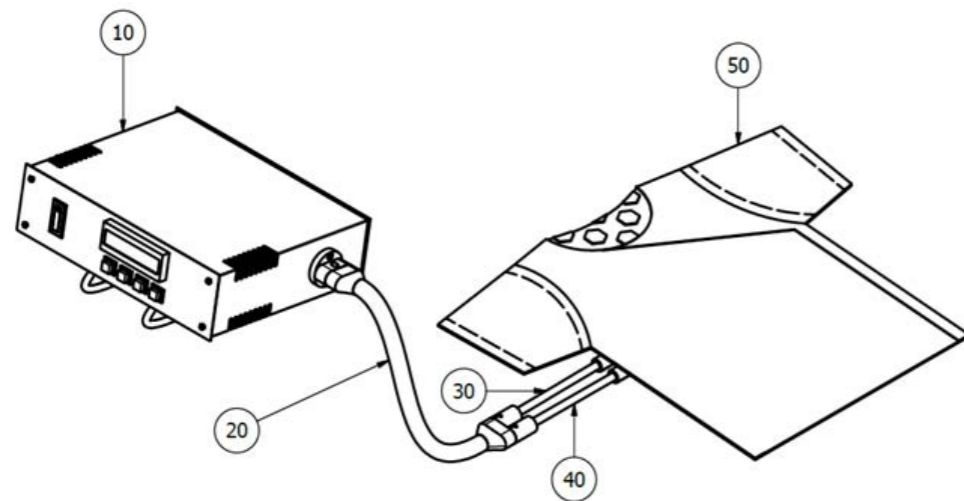


Figura 2. Equipo de iluminación propuesto. Fuente de iluminación (10), cable multifibra (20), paneles de iluminación lateral (30,40), prenda de vestir (50).

HOLOGRAFÍA DIGITAL MICROSCÓPICA PARA MEDIR *amplitud y fase en fantasmas biológicos, membranas y vigas micrométricas*

TEXTO MAURICIO FLORES

El desarrollo reciente de la holografía digital ha impulsado nuevas aplicaciones de la holografía en diversas áreas del conocimiento. Desde el nacimiento de la holografía, han sido muchas las aportaciones que esta técnica ha brindado al estudio de deformaciones y vibraciones en múltiples objetos, llegando incluso a utilizarse en campos como la conservación de obras de arte, debido a que se trata de una técnica no destructiva y de campo completo. Con el advenimiento de la holografía digital se han establecido nuevos paradigmas en el procesamiento de imágenes holográficas, los cuales han posibilitado nuevas aplicaciones en diferentes disciplinas como la mecánica de materiales, la biología o la conservación de obras de arte mencionada antes.

Al igual que la holografía tradicional, la holografía digital consta de dos pasos: la adquisición y la reconstrucción del objeto en amplitud y fase, que se consigue a partir de un patrón de interferencia, el holograma. En el caso de la holografía digital, la grabación de este patrón se realiza con una cámara digital, desde donde se transfiere a una computadora como un arreglo numérico de datos. La reconstrucción y propagación del campo escalar codificado en este patrón están gobernados por la teoría escalar de difracción,

que en este caso interpreta el arreglo de datos (un conjunto de números complejos) como la amplitud y la fase del campo escalar. En la holografía convencional, por otro lado, los hologramas se registran en placas fotográficas y la reconstrucción del objeto es óptica: la amplitud y la fase del objeto registrado se obtienen al iluminar la placa holográfica con el haz de referencia que se utilizó para grabarla.

El uso de la holografía digital representa una serie de ventajas como son la adquisición rápida de los hologramas, arreglos experimentales más compactos, una mayor fotosensibilidad en los transductores y la versatilidad que brinda el procesamiento digital de los hologramas. Desde finales del siglo pasado la holografía digital ha sido utilizada en microscopía óptica, lo cual ha desembocado en el nacimiento de una nueva disciplina: la holografía digital microscópica (DHM por sus siglas en inglés). Dado que esta técnica nos permite en cualquier momento el acceso expedito a la fase del objeto, es posible cuantificar deformaciones o cambios de fase en objetos a nivel micro y nano-métrico, ya sea por reflexión o transmisión.

Actualmente, dentro del grupo de metrología óptica (GMO), y gracias al apoyo de CONACYT mediante el proyecto de ciencia básica 179127, se está

implementando un sistema DHM en configuración de reflexión (Fig. 1) que se utilizará para caracterizar la dinámica y diversos parámetros mecánicos de objetos a escala microscópica. Entre estos podemos nombrar vigas y membranas micrométricas como elementos utilizados en MEMS (Microelectromechanical systems), y alternativamente en muestras denominadas fantasmas biológicos, que sin ser muestras biológicas, sus características físico-químicas emulan fielmente a aquellas. Esto como parte de las aplicaciones de frontera de DHM en ciencia básica, y en congruencia con las líneas de investigación impulsadas actualmente por el CIO. Una vez obtenidos los resultados esperados con estas muestras, estaríamos en condiciones de realizar estudios comparativos en especímenes que ya han sido estudiados con otras técnicas, como la tomografía de coherencia óptica (OCT por sus siglas en inglés), complementando así el trabajo que realizan otros investigadores del CIO. Finalmente, como parte de los objetivos particulares del proyecto, y una vez oficializados los convenios con instituciones de salud pública (CIO – ISSSTE) para la implementación de protocolos en el manejo de muestras orgánicas, estaremos en condiciones de realizar estudios similares en membranas celulares y tejidos biológicos (arreglo DHM en configuración de transmisión), trabajo para el cual hemos venido estableciendo vínculos de colaboración con colegas investigadores en las áreas de química y biología de la Universidad de Guanajuato. ■

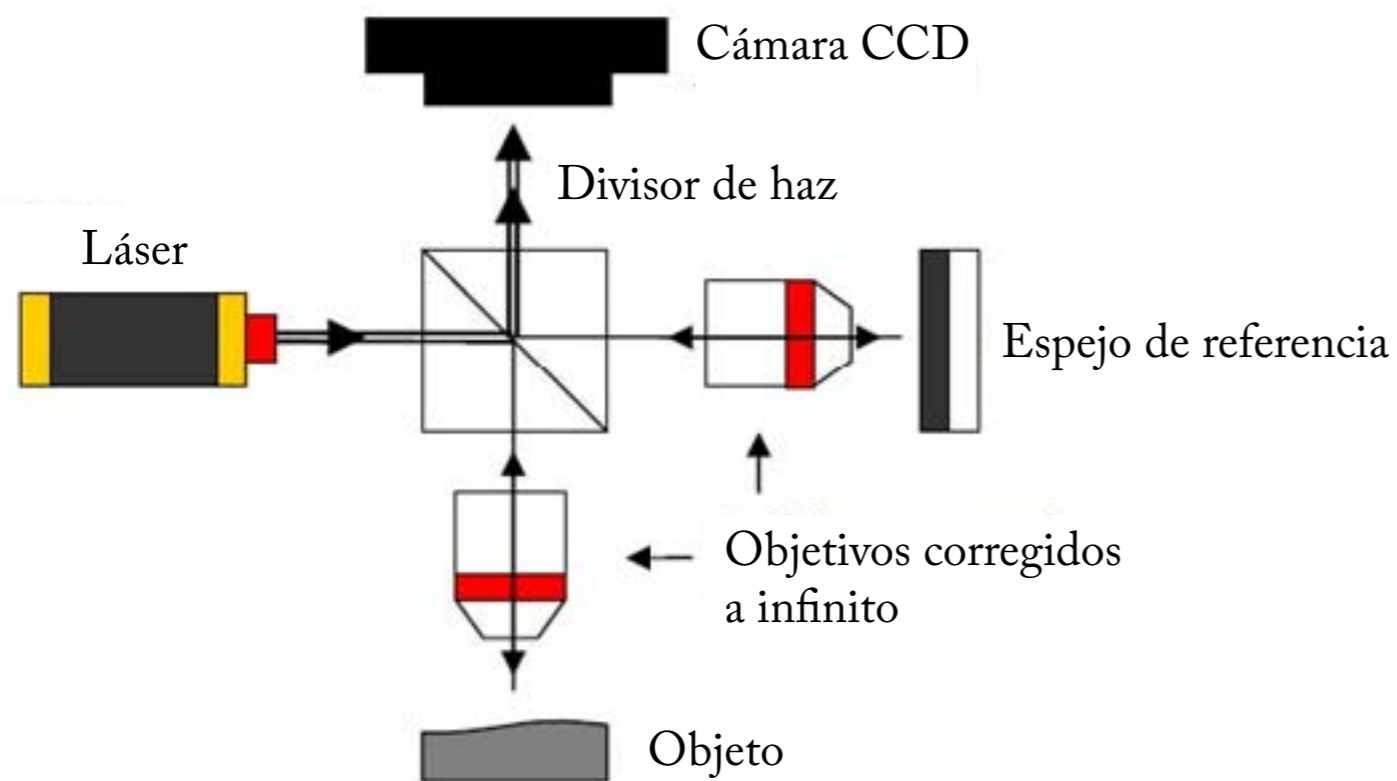


Figura 1. Arreglo propuesto para DHM (configuración de reflexión tipo Michelson).

ÓPTICA INTEGRADA

dispositivos en miniatura

TEXTO VERÓNICA VÁZQUEZ

Estamos utilizando aparatos cada vez más pequeños y veloces: teléfonos celulares, computadoras personales, ipods. ¿Cómo lo estamos logrando? La respuesta está en los microcomponentes ópticos. El objetivo es construir circuitos ópticos integrados (Fig. 1) - de manera similar a los "chips" electrónicos - que realicen distintas funciones; por ejemplo enviar información a múltiples usuarios de forma casi instantánea. Esta es una gran ventaja de los circuitos ópticos sobre los electrónicos, ya que las señales son enviadas a la velocidad de la luz, en comparación con la velocidad limitada de los electrones. Respecto al tamaño, el elemento básico de construcción consiste en un microcanal que confina y guía la luz, llamado guía de onda, con el cual se pueden crear diversos dispositivos tales como moduladores, sensores, conmutadores, láseres y amplificadores, todos ellos en miniatura.

Desde hace varios años investigadores del CIO, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y UNAM hemos trabajado en conjunto en la fabricación y caracterización de guías de onda en cristales láser. El método de fabricación consiste en la implantación de iones ta-

les como protones, helio y carbono usando el acelerador Peletrón del Instituto de Física de la UNAM. Los iones implantados producen generalmente una disminución de densidad a unas micrómetros por debajo de la superficie del material, lo cual se traduce en una reducción del índice de refracción en dicha región. Una guía de onda consiste en una capa de material cuyo índice de refracción es mayor que el del medio que lo rodea. En este caso, la guía de onda se forma entre la cubierta de bajo índice de refracción (que generalmente es aire) y la región implantada. Recientemente se obtuvieron resultados alentadores para el desarrollo de láseres compactos que emiten en el infrarrojo en cristales de YAG e YVO4 dopados con neodimio gracias al financiamiento del CONACYT. Los láseres de guía de onda presentaron bajos umbrales de bombeo y buena eficiencia. Ahora hemos comenzado a explorar un proceso conocido como conversión ascendente de frecuencia (CAF) para obtener microláseres que emitan en el visible, los cuales podrían usarse en diferentes aplicaciones como comunicaciones, iluminación, pantallas a color, almacenamiento de información y diagnóstico médica, entre otros. Un láser basado en CAF opera con el mismo principio de los láseres

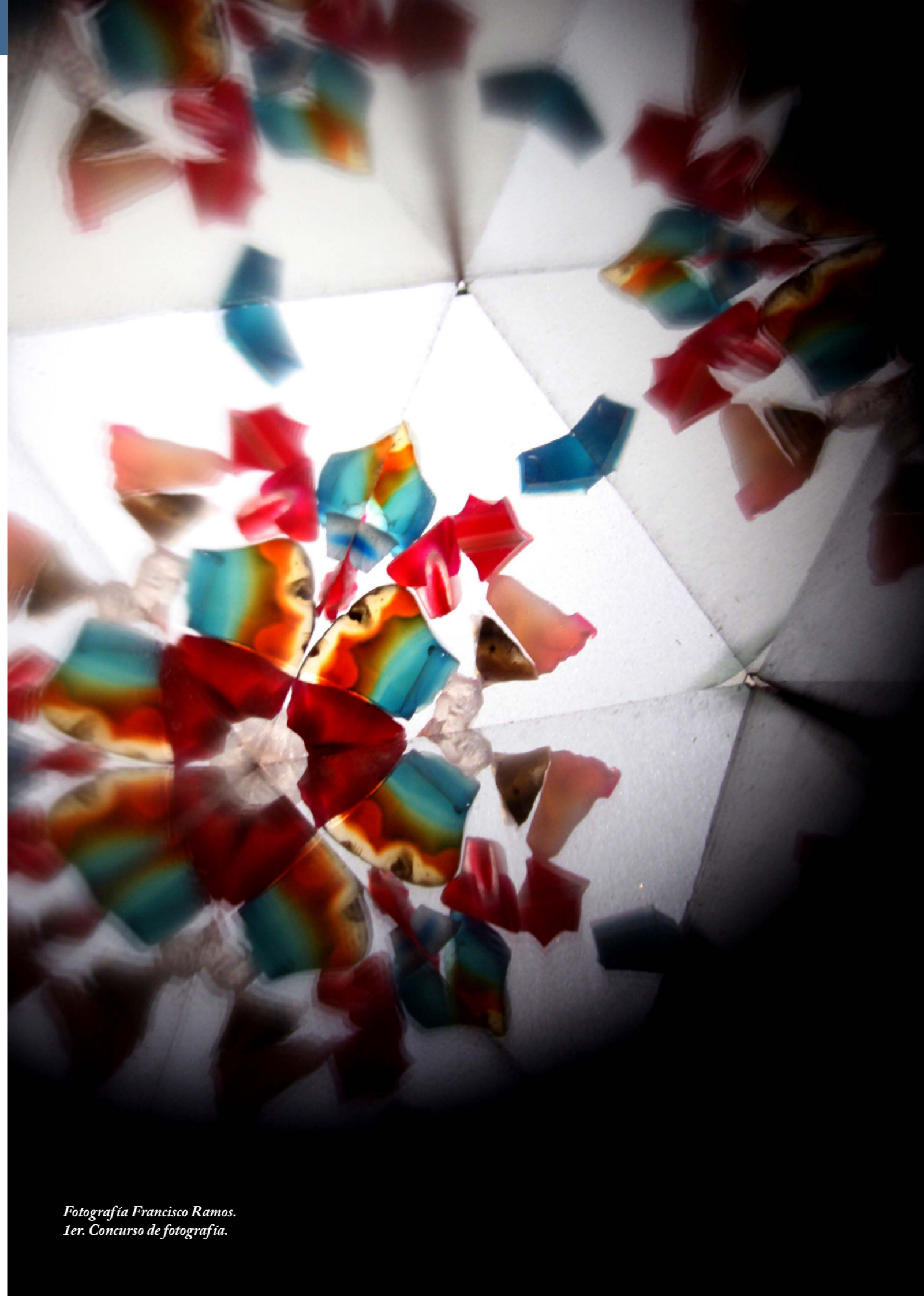
ordinarios. La diferencia está en el proceso de bombeo: normalmente un fotón de bombeo produce un fotón de emisión láser y la longitud de onda de la emisión es mayor a la de bombeo (la frecuencia de emisión es menor). En contraste, en un proceso CAF la energía de dos o más fotones de bombeo se combina para excitar el átomo previamente excitado a un nivel de energía más alto, lo cual lleva a una emisión láser cuya longitud de onda es menor a la de bombeo (la frecuencia de emisión es mayor) cuando el átomo se relaja al nivel de menor energía.

También colaboramos implantando iones de silicio y plata en sustratos de sílice para formar nanopartículas junto con guías de onda ópticas. Otra

de las ideas es depositar estructuras metálicas sobre guías de onda para formar plasmones de superficie, los cuales son ondas electromagnéticas que normalmente ocurren en la interfaz entre un metal y un dieléctrico (en este caso sílice). Desde el punto de vista de aplicaciones fotónicas, esta investigación tiene un futuro prometedor ya que será posible desarrollar diversos dispositivos integrados como biosensores, conmutadores y moduladores. En particular, la detección biomédica es un área de oportunidad para este tipo de dispositivos, los cuales podrían contribuir a mejorar las técnicas de diagnóstico y ayudar al entendimiento de sistemas biológicos, lo cual repercutirá en beneficios para la sociedad. ■



Figura 1. Dispositivo integrado (Light Peak de Intel).



Fotografía Francisco Ramos.
1er. Concurso de fotografía.

DESARROLLO DE FIBRAS ÓPTICAS DE PLÁSTICO

para la industria automotriz, la medicina, los sistemas de comunicación de corto alcance y los sensores especiales

TEXTO VLADIMIR MINKOVICH

En la actualidad las fibras ópticas de plástico (FOP) tienen múltiples aplicaciones, particularmente en la industria automotriz, la medicina, en sistemas de comunicación de corto alcance y en sensores especiales, debido a su gran flexibilidad mecánica, y a su baja rigidez en comparación con las fibras ópticas de vidrio. Su utilidad, sin embargo, esta condicionada a sus valores de atenuación, uno de los parámetros más importantes de las FOP, que tendrá que ser menor a 200 dB/km para luz de 650 nm de longitud de onda.

El primer intento de fabricación comercial de FOP en México fue en el año 2000, cuando el Centro de Investigaciones y Desarrollo Carso (CIDEDEC), una empresa del Grupo CONDUMEX, compró en Rusia la tecnología para la fabricación de los materiales ultra-puros que se utilizan en las FOP, así como la tecnología para la manufactura misma de las fibras en base a estos materiales ultra-puros. Como resultado, CIDEDEC empezó a fabricar en México FOP con una atenuación de alrededor de 450 dB/km para luz de 650 nm. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, para muchas aplicaciones comerciales es necesario tener FOP con una atenuación menor a 200 dB/

km para luz de esta longitud de onda. En los siguientes 8 años el CIDEDEC e investigadores de la UNAM intentaron disminuir la atenuación en el núcleo de la fibra, sin obtener resultados significativos en el desempeño de las FOP. En el año 2010, el CIDEDEC decidió solicitar ayuda al CIO para resolver este problema. Como resultado de nuestra investigación inicial se estableció que el problema principal de estas fibras no residía en el núcleo de la fibra, sino en la mala calidad óptica del revestimiento, por lo que se desarrollaron nuevos métodos para la fabricación del mismo. Para esta investigación, en el marco del programa “Innovación Tecnológica para la Competitividad, INNOVATEC”, se consiguió financiamiento por parte de CONACYT y CIDEDEC para tres proyectos, por un total de 8’504,152.00 pesos. En 2013, utilizando los resultados obtenidos por nosotros, el CIDEDEC modificó el proceso de fabricación de sus FOP, y empezó a producir fibras con una atenuación en el rango de 119-150 dB/km para luz de 650 nm. Para realizar estas mediciones de atenuación se utilizó la técnica de *cut-back*, que requiere la medición de la potencia de salida de la radiación para un conjunto de longitudes de onda en una fibra larga y otra corta; el cociente de

ambas potencias para cada longitud de onda hace innecesarias las mediciones correspondientes en la entrada de la fibra, simplificando con ello la determinación de la atenuación en la misma. En nuestro caso se utilizaron fibras de 130 m y 2 m de longitud, y se midió la atenuación en el rango de 450 a 700 nm. La gráfica de atenuación en la Fig. 1 es típica de las nuevas FOP fabricadas en CIDEDEC. Nótese que valor de atenuación mínimo en el rango de 450 a 700 nm corresponde precisamente a 650 nm, y es de 119 dB/km.

Actualmente el CIDEDEC está preparando solicitudes de patentes en México, Europa y Estados Unidos relacionadas con el diseño y el desarrollo tecnológico de las FOP, y también con la manufactura de cables de FOP para la industria automotriz. Cabe señalar aquí que actualmente todos los cables de FOP para la industria automotriz mexicana se compran en Japón y en Alemania, y que para la eventual comercialización de cables mexicanos en el País y en el extranjero es necesario contar primero con las patentes mencionadas antes. ■

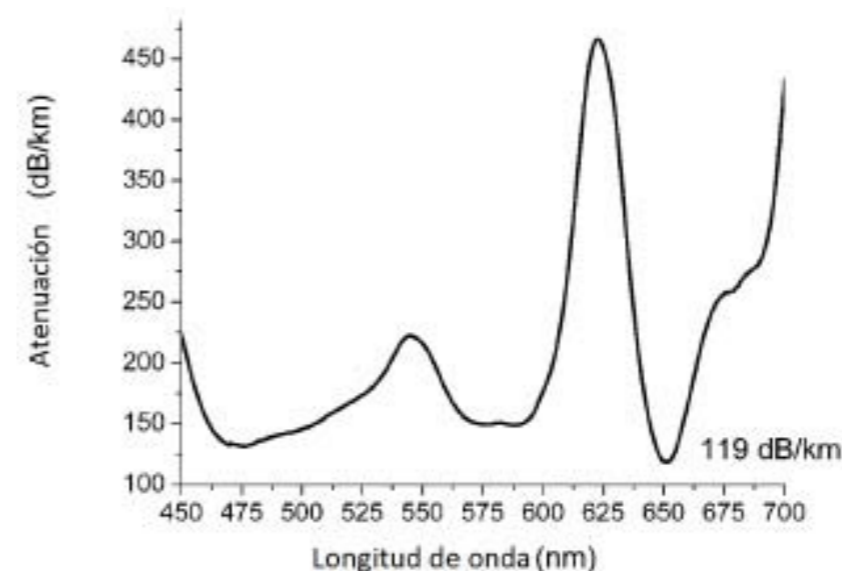


Figura 1. Atenuación de la luz con longitud de onda en el rango de 450 a 700 nm en la FOP desarrollada por el CIDEDEC y el CIO.

ESTUDIO DE TEJIDOS BIOLÓGICOS

mediante técnicas no destructivas

TEXTO MARÍA DEL SOCORRO HERNÁNDEZ

Los tejidos biológicos pueden ser clasificados de manera general en tejidos duros, como los huesos y los dientes, y tejidos blandos, como la piel, los músculos, y los pulmones - entre otros. En el caso de los tejidos blandos, propiedades mecánicas básicas como la dureza y la elasticidad, por ejemplo, tienen valores que son característicos de ellos, a menos que presenten una anomalía. Así, una glándula mamaria normal tiene una rigidez de 150 Pa, que con la presencia de un tumor se incrementa a 4000 Pa o más. Por esta razón, la detección de una diferencia en la rigidez de un tejido de mama se utiliza frecuentemente para diagnosticar un tumor en esta glándula.

La medición de las propiedades mecánicas de los tejidos *in vivo* es fundamental para comprender cómo cambian estas propiedades con la edad y, quizá más importante aún, cómo cambian en el transcurso de una enfermedad desde su origen. La caracterización de las propiedades mecánicas de los tejidos biológicos blandos, sin embargo, plantea grandes retos en la práctica. Es por ello que la determinación no-destructiva de estas propiedades, con el fin de diferenciar dos muestras de tejido, sería muy apreciada en un laboratorio de patología.

En términos generales, las pruebas no-destructivas (NDT por sus siglas en inglés) tienen como

propósito determinar características físicas como la forma, las propiedades mecánicas, los defectos estructurales, etc. de un objeto, sin modificarlo significativamente durante la realización de la prueba. Por mencionar sólo algunas áreas de aplicación, se utilizan frecuentemente pruebas no-destructivas en las industrias aeronáutica y automotriz.

Existen varias técnicas utilizadas en las pruebas no-destructivas como son la evaluación ultrasónica, la irradiación con rayos X, y también los métodos ópticos, como interferometría digital de patrones moteado e interferometría holográfica digital (DSPI y HDI, por sus siglas en inglés) - entre otros. Los métodos ópticos mencionados arriba detectan cambios en la totalidad de la superficie de la muestra, y se basan en el fenómeno de moteado (*speckle*), presente en un campo óptico generado con la luz esparcida por una superficie rugosa. Al reflejarse en esta superficie, la luz se esparce en mayor o menor grado dependiendo de la rugosidad de la superficie, con una amplitud y una fase que varían aleatoriamente, pero que contienen al mismo tiempo información sobre el objeto bajo prueba. De la información extraída de una prueba no-destructiva se puede cuantificar forma, deformación, esfuerzo, vibración, etc. de cualquier objeto que deseamos analizar.

El grupo de metrología óptica del CIO ha realizado varios trabajos sobre caracterización de tejidos biológicos blandos mediante pruebas no-destructivas, demostrando primeramente que dichas pruebas son aplicables a este tipo de tejidos. Para ello se expande el haz de un láser para iluminar el área de la muestra que deseamos examinar, y la luz reflejada por ésta se combina con un haz de referencia, con el fin de generar un patrón de interferencia que se registra como un holograma en una cámara digital. Mediante esta técnica primero se graba un holograma del objeto en estado de reposo, al cual denominamos holograma base, y posteriormente se graban hologramas del mismo objeto en estados ligeramente modificados, como resultado de aplicarle al objeto cargas o estímulos acústicos, por mencionar sólo algunos agentes de la modificación. Los hologramas modificados y el holograma base se procesan digitalmente, y como resultado se obtiene un mapa de las diferencias entre el objeto modificado y el objeto en reposo, codificada en la forma de un patrón de franjas de interferencia que es característico del tejido y del estímulo específico que se le aplique. Conocer las particularidades de este estímulo resulta indispensable si queremos obtener información cuantitativa de la prueba.

A partir de estos hologramas podemos encontrar la diferencia de fase envuelta entre el objeto en reposo y el objeto modificado mediante el conocido método de Takeda, y a continuación la fase desenvuelta utilizando un algoritmo para el desenvolvimiento de fase adecuado a nuestras necesidades en la reducción de los datos (volumen de datos, velocidad, etc.). Si modificamos el objeto de manera gra-

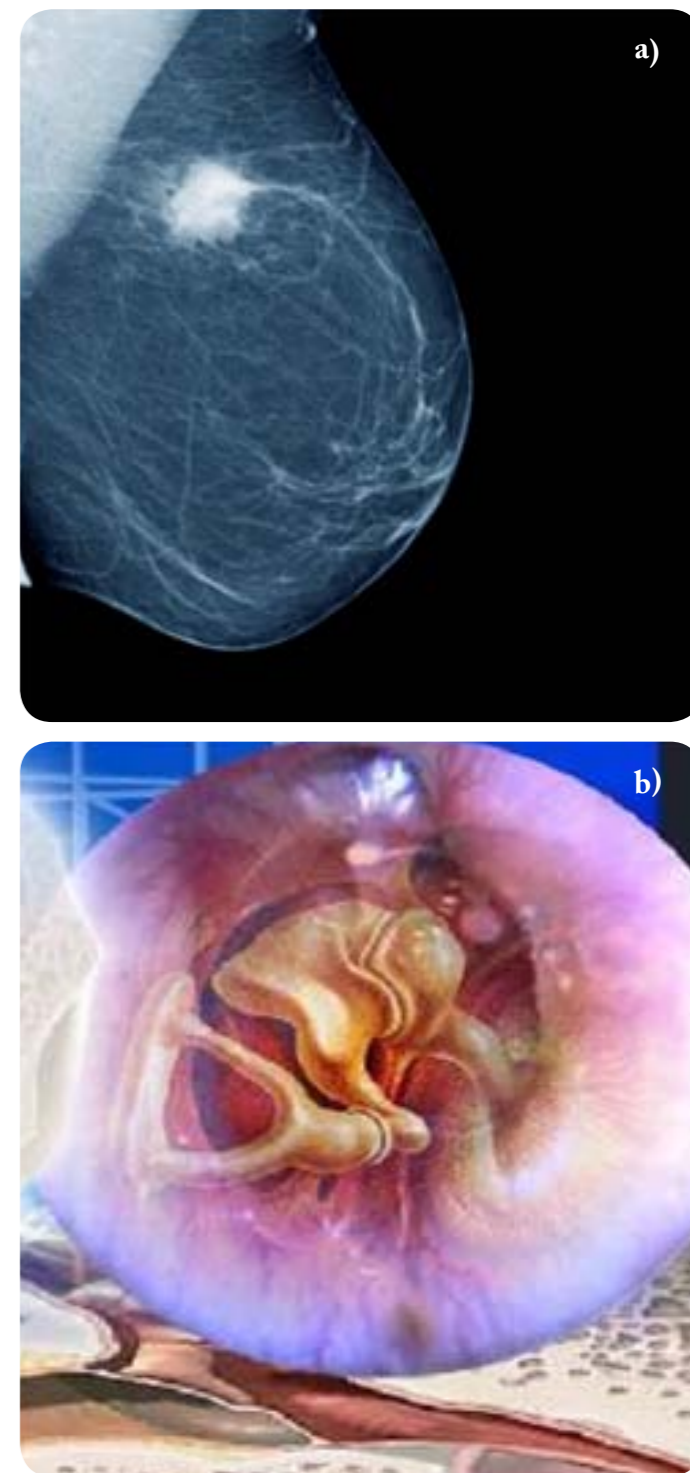


Figura 1. (a) Mamograma mostrando un tumor y (b) representación artística del oído medio.

dual, y registramos secuencialmente hologramas en el transcurso de esta modificación, podremos observar en tiempo casi-real el efecto paulatino de esta modificación en el objeto bajo prueba. Todo esto es posible, desde luego, gracias a los sorprendentes avances en las tecnologías de computación y detectores que se han dado recientemente. De los patrones de franjas y mapas de fase podremos detectar primeramente irregularidades, asociadas generalmente a la presencia de un tumor. Posteriormente, el procesamiento de los datos generados en la prueba nos permitirá cuantificar la magnitud de las deformaciones que sufrió el objeto, así como sus propiedades mecánicas, cantidades que en el caso de que el objeto sea un tejido biológico pueden relacionarse con el estado fisiológico del mismo.

Los resultados que obtenemos al usar técnicas no-destructivas para observar cuerdas vocales, membranas timpánicas o detectar tumores demuestran que es posible estudiar tejidos biológicos de forma indolora y sin necesidad de establecer contacto físico con ellos, generando al mismo tiempo información valiosa acerca de la salud de estos tejidos, contribuyendo así con otros métodos de inspección médica al diagnóstico de enfermedades. Con ello se satisface un objetivo importante en el desarrollo de las pruebas no-destructivas en el ámbito de la medicina, que es el de proporcionar nuevas técnicas de análisis histológico que complementen y validen a las ya existentes. ■

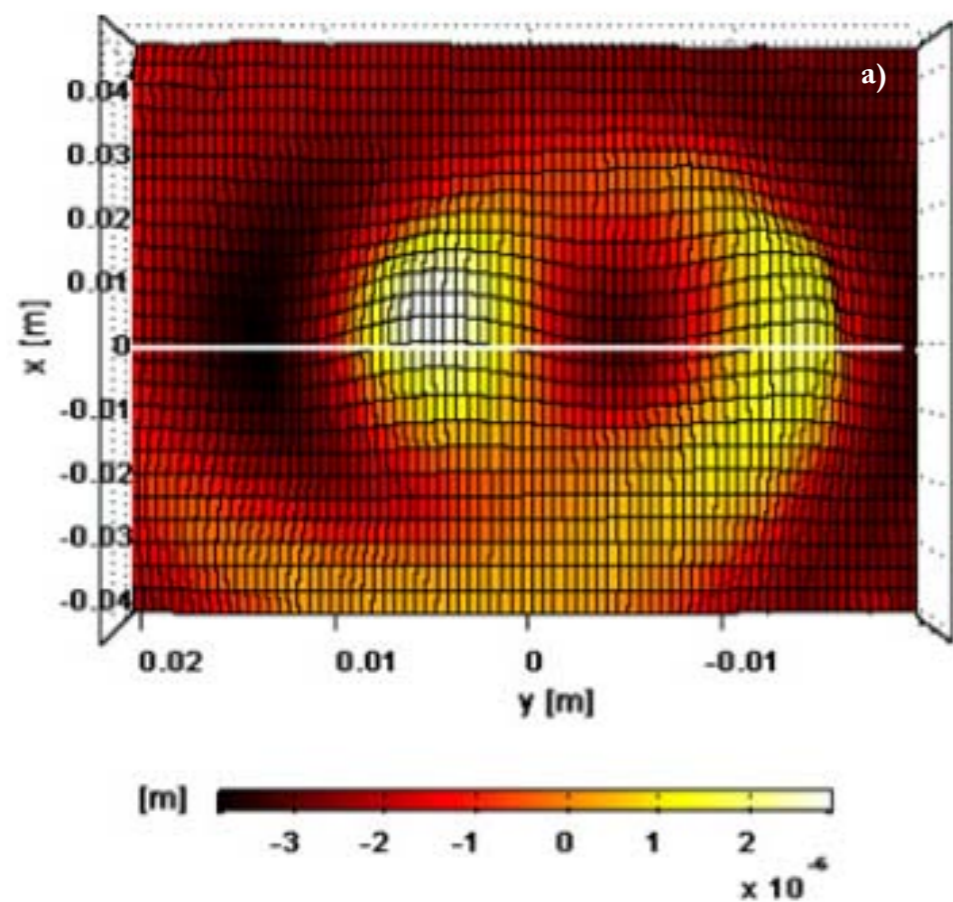
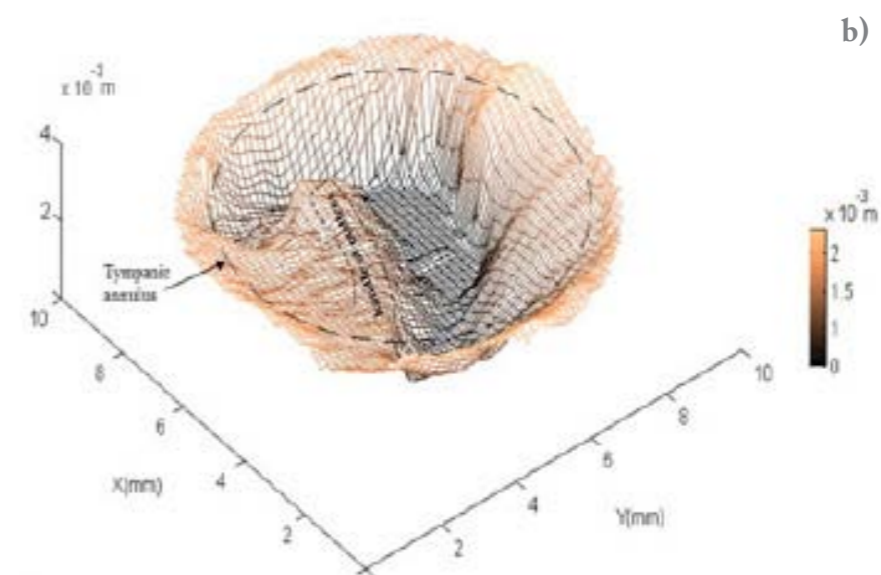


Figura 2. (a) Ubicación de un tumor en un mapa de fase desenvuelta obtenido de una glándula mamaria y (b) topografía de una membrana timpánica obtenida mediante métodos ópticos no-destructivos.



Impresoras portables para cámaras digitales y teléfonos inteligentes

La demanda de impresoras portables para imprimir fotografías desde cámaras digitales y teléfonos inteligentes *in situ*, en lugar de recurrir a una computadora personal y a una impresora de tinta conectada de alguna forma con ésta, parece que tiene un mercado propio, ya que hay personas que desearían tener fotografías “instantáneas” impresas en papel desde estos dispositivos digitales, para compartirlas con amigos, por ejemplo, durante un evento social. Al integrarse estas impresoras a una cámara actual, tendríamos la versión digital de las cámaras Polaroid tradicionales, que salieron del mercado en 2008. La compañía Zink, de Massachusetts, EEUU, consiguió desarrollar una impresora térmica de color, que no utiliza por tanto cartuchos de tinta, lo cual permite fabricar un dispositivo de dimensiones reducidas. La tecnología Zink (Zero Ink®) esta basada en el hecho de que cristales de pigmentos cian, amarillo y magenta (bautizados por la compañía como cristales amorfo-cromicos™), originalmente incoloros, adquieren estas tres coloraciones mediante un cambio de fase que resulta de una intensa, pero breve, exposición al calor que se les administra en mayor o menor grado, dependiendo de la coloración de la imagen que se desea grabar. Al enfriarse el papel con estos tres cristales, estos retienen permanentemente su color. Los cristales de pigmento

son materiales nanocompuestos, es decir, materiales que están conformados por diferentes tipos de moléculas. Zink es propietaria de más de 100 patentes, y ha establecido convenios estratégicos con compañías como Polaroid para vender sus impresoras. De hecho Polaroid ya las integró a una cámara digital, y con ella se pueden obtener fotografías impresas de 2x3 pulgadas en menos de 1 minuto. Zink asegura que la suya es la primera tecnología disruptiva de impresión en casi 30 años.

Fuente: www.zink.com



Impresora Polaroid con tecnología Zink. Se conecta a teléfonos inteligentes o a cámaras digitales a través de puertos USB 2.0 o de la tecnología inalámbrica Bluetooth.

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS *Recientes*

J.A. Gaspar-Armenta, F. Villa-Villa, "Electromagnetic surface waves at a metal 2D photonic crystal interface," *Journal of the Optical Society of America B*, Vol.30 (8), pp. 2271-2276.

A. Martínez-González, D. Moreno-Hernández, J.A. Guerrero-Viramontes, "Measurement of temperature and velocity fields in a convective fluid flow in air using schlieren images," *Applied Optics*, Vol. 52 (22) pp. 5562-5569.

J.E. Alba-Rosales, G. Ramos Ortiz, M. Rodríguez, L. Polo-Parada, G. Gutiérrez-Juárez, "In situ characterization of laser ablation by pulsed photoacoustics: the case of organic nanocrystal synthesis," *International Journal of Thermophysics*, Vol. 34, pp. 1828-1837.

Juan Camilo Valencia Estrada, Álvaro Hernán Bedoya-Calle, Daniel Malacara Hernández, "Explicit representations of all refractive optical interfaces without spherical aberration," *Journal of the Optical Society of America A*, Vol. 30 (9), 1814-1824.

I. Rosales-Candelas, J.J. Soto Bernal, R. González-Mota, C. Frausto Reyes, "Effect of the finishing oil of acrylic fibers in the optical rotation of the Raman scattered light," *Optics Express*, Vol. 21 (21) pp. 25544-25552.

J. Cervantes, M. Cywiak, O. Olvera, A. Morales, "Defocusing properties of Gaussian beams for measuring refractive index of thin transparent samples," *Optics Communications*, Vol. 309, pp. 108-113.

P. Rangel-Fonseca, A. Gómez-Vieyra, D. Malacara-Hernández, M.C. Wilson, D.R. Williams, E.A. Rossi, "Automated segmentation of retinal pigment epithelium cells in fluorescence adaptive optics images," *Journal of the Optical Society of America A*, Vol. 30 (12), pp. 2595-2560.

J. Apolinar Muñoz-Rodríguez, "Evaluation of the surface model via Bezier networks and laser metrology for shape representation," *Journal of Modern Optics*, publicado en línea doi.org/10.1080/09500340.2013.851292.

M.P. Rodríguez, L.A. Díaz Torres, P. Salas, C. Rodríguez-González, M. Olmos, "UV photochemical synthesis of heparin-coated gold nanoparticles," publicado en línea doi: 10.1007/s13404-013-0107-8.

J. Oliva, E. de la Rosa, L. Díaz Torres, A. Zakhidov, "White light emission from a blue polymer light emitting diode combined with YAG:Ce³⁺ nanoparticles," *Physica Status Solidi A*, publicado en línea doi: 10.1002/pssa.201330346.

Fotografía José Juan Padilla.
1er. Concurso de fotografía.

XI encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia



Paris Pishmish
Astrónoma turca-mexicana



14-16 MAYO 2014 León, Guanajuato



EL ACOSO SEXUAL es cualquier tipo de acercamiento o presión de naturaleza sexual tanto física como verbal, no deseada por quien la sufre.

Si reconoces alguna conducta de hostigamiento, acoso sexual o discriminación dentro del CIO.
¡ NO TE CALLES !

Realiza la denuncia acudiendo al Comité de Ética, OIC, o bien consulta en el INMUJERES sin costo: 01 800 0911 466 o al correo contacto@inmujeres.gob.mx



LA IGUALDAD SOCIAL es una situación en la cual las personas tienen las mismas oportunidades o derechos en una sociedad y así vivir equitativamente en paz.

Si reconoces alguna conducta de hostigamiento, acoso sexual o discriminación dentro del CIO.
¡ NO TE CALLES !

Realiza la denuncia acudiendo al Comité de Ética, OIC, o bien consulta en el INMUJERES sin costo: 01 800 0911 466 o al correo contacto@inmujeres.gob.mx

