

NOTICIO

nueva edición año 1 No. 3 2013

PROYECTOS
para los sectores
PRODUCTIVO Y DE SERVICIOS

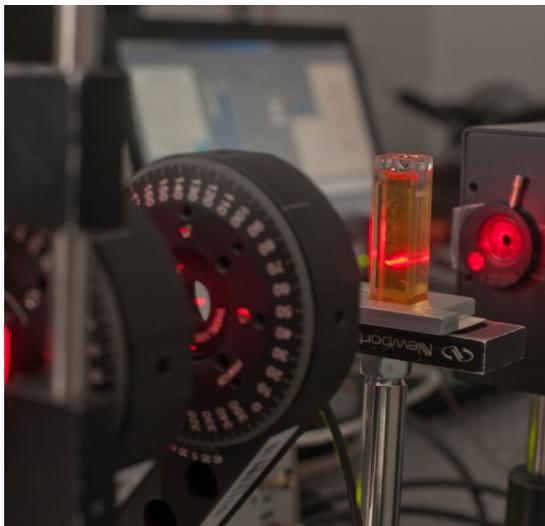
**CARACTERIZACIÓN ÓPTICA
DE LA MIEL**

Áreas de Aplicación
ENERGÍA
SALUD
MANUFACTURA
ALIMENTOS

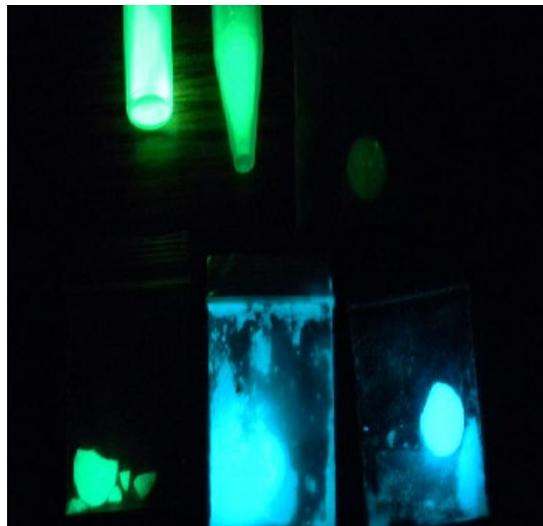


Contenido

SEPTIEMBRE 2013



14 Caracterización Óptica de la Miel.



10 Materiales Fosforescentes para la Industria de Pisos Cerámicos.

EDITORIAL

5 CIO

HACEMOS CIENCIA PARA TI

8 Áreas de Investigación Estratégicas del CIO.

14 Caracterización Óptica de la Miel.

17 La Espectroscopía Óptica en la autenticación del Tequila.

22 Sistema de Depósito al Vacío y Cajas de Guantes para la fabricación de Celdas Solares Orgánicas y otros dispositivos opto-electrónicos plásticos.

TECNOLOGÍA Y CIENCIA PARA LA SOCIEDAD

6 Técnicas Ópticas en Control de Calidad.

10 Materiales Fosforescentes para la Industria de Pisos Cerámicos.

12 Espectrómetro Raman para el control de calidad de insumos en la industria del curtido.

20 Pruebas de principio de estudios mecánicos de tejidos biológicos con Tomografía de Coherencia Óptica.



16 Estudiante del CIO crea una empresa de Nanotecnología.

INTELIGENCIA PARA EL DESARROLLO CIENTÍFICO

16 Estudiante del CIO crea una empresa de Nanotecnología.

CONTRAPORTADA

Promoción de Posgrados que ofrece el CIO.

Equidad de Género.

PORTADA

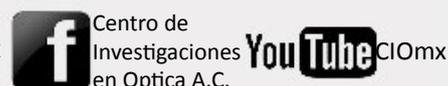
Escáner 3D de luz estructurada, en este caso una línea láser. La fotografía muestra la digitalización de una horma de zapato (Cortesía de Apolinar Muñoz. Fotografía de Concyteg.)

Portada por Diseño e Imagen, CIO.



NOTICIO

En el CIO realizamos investigación básica, tecnológica y aplicada que incrementa nuestro conocimiento y nos permite resolver problemas tecnológicos y aplicados vinculados con la óptica. En particular en las áreas de: Pruebas no destructivas, holografía y materiales fotosensibles, visión computacional e inteligencia artificial, óptica médica, instrumentación, infrarrojo, materiales fotónicos inorgánicos y orgánicos, nanomateriales, láseres y aplicaciones, espectroscopia, 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



DIRECTORIO

DIRECTOR GENERAL

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

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. Gabriel Ramos Ortiz
dirinv@cio.mx

DIRECTORA DE FORMACIÓN ACADÉMICA

Dra. Amalia Martínez García
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

Colaboradores del mes de Septiembre:

Oracio Barbosa, Bernardino Barrientos, Manuel De La Torre, Luis Díaz-Torres, Rafael Espinosa, Eleonor León, José Luis Maldonado, Marco Meneses, Gabriel Ramos.

NOTICIO

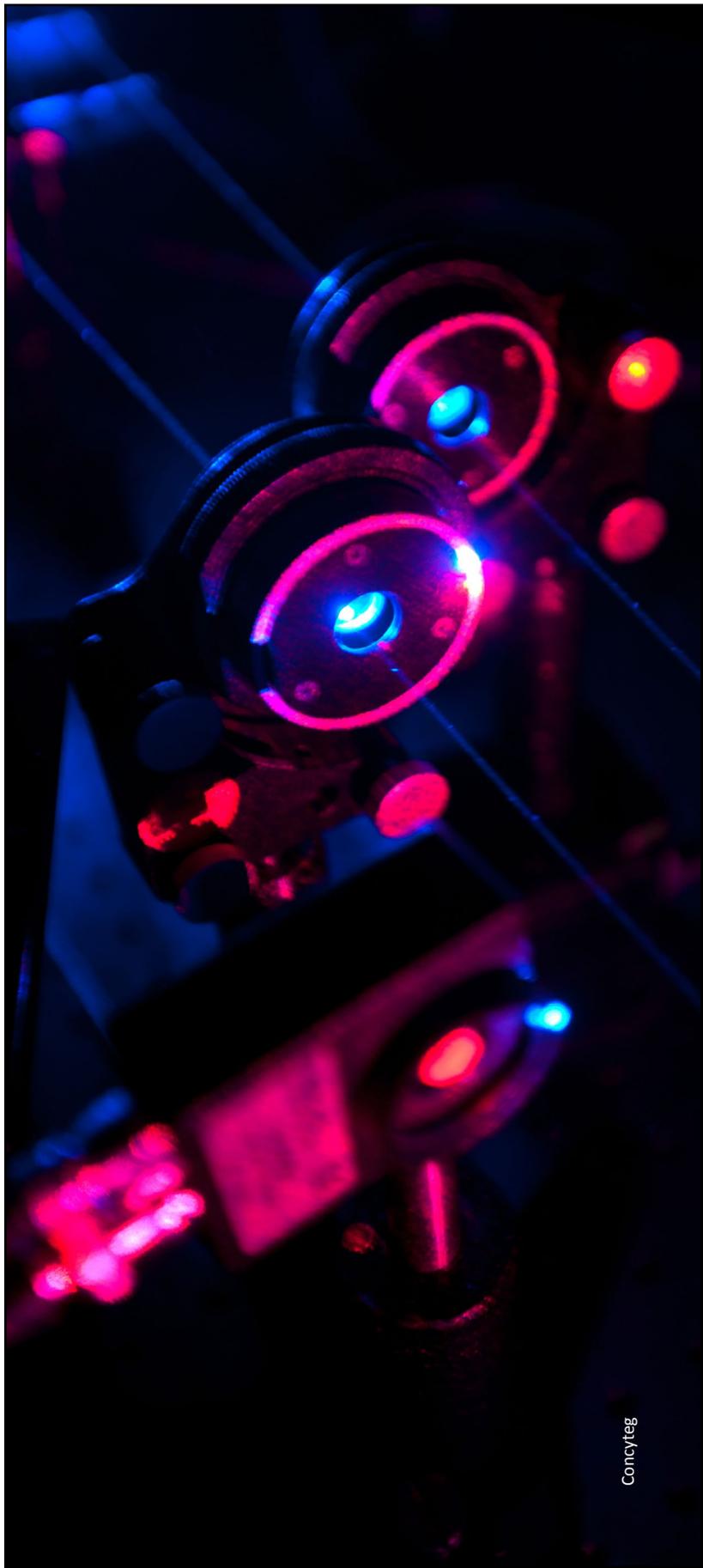
DOMICILIO: Loma del Bosque 115

COLONIA: Lomas del Campestre

C.P. 37150 León Gto. México

TEL. (52) 477-441-42-00

www.cio.mx



Editorial

TEXTO ELDER DE LA ROSA

Desde su fundación en 1980, en el CIO nos hemos esforzado por cumplir la Misión que nos impusimos, que es la de “Desarrollar investigación básica y aplicada que contribuya a la generación de conocimiento e innovación en el campo de la óptica y fotónica, que fortalezca el liderazgo tecnológico del país y promueva la formación de nuevas empresas basadas en el conocimiento, ofrecer el mejor programa de posgrado en óptica y fotónica y contribuir al desarrollo de una cultura científica y tecnológica de nuestra sociedad.”

En el plan estratégico 2013-2018 se definen las cinco áreas de investigación prioritarias en la Institución: pruebas ópticas no destructivas, ingeniería óptica (instrumentación), fibras ópticas y láseres, nanofotónica y óptica no-lineal. La investigación que realizamos en estas áreas está orientada a impactar a cuatro sectores de la industria: Energía, Salud, Manufactura Avanzada y Alimentos. La magnitud del impacto de nuestro trabajo en estos sectores es muy importante, ya que fortalece el desarrollo económico de nuestra región y del país en general, contribuyendo al establecimiento de una economía basada en el conocimiento.

En los últimos años el CIO ha incrementado su presencia en la industria desarrollando proyectos que proporcionan ventajas competitivas a las empresas con las que ha colaborado. También ha incrementado el número de servicios especializados a la industria. Actualmente contamos con tres laboratorios acreditados y estamos en proceso de acreditar el laboratorio de Fotometría. En el próximo año esperamos inaugurar el Laboratorio Nacional de

Metrología Óptica, cuyo propósito fundamental será apoyar la implementación de procesos de control de calidad en los diferentes sectores industriales. Más aún, se han establecido las condiciones adecuadas para la transferencia tecnológica, la protección intelectual y la formación de nuevas empresas con alto contenido tecnológico, basadas en conocimientos generados en el CIO. Estas acciones responden asertivamente a las necesidades de la región, proporcionan una mejor perspectiva para la generación de nuevos conocimientos y nos permiten cumplir con nuestra Misión. Los resultados obtenidos hasta ahora han colocado al CIO en una posición de liderazgo nacional, con una presencia internacional creciente.

En este tercer número del NotiCIO hacemos una revisión de algunos proyectos desarrollados para la industria, donde se muestra como el conocimiento generado en los laboratorios se traduce en aplicaciones prácticas, así como una breve reseña de un caso de éxito en la formación de empresas de base tecnológica. Esto es sólo una muestra de proyectos desarrollados en el CIO que han fortalecido a empresas que se acercaron a nosotros, y que nos han permitido cumplir con nuestra Misión. Espero disfruten de este tercer número de nuestro NotiCIO.

Técnicas Ópticas en Control de Calidad

TEXTO BERNARDINO BARRIENTOS

En la actualidad, dado el carácter global de las actividades comerciales, es imperativo para las empresas contar con altos estándares de calidad en sus procesos de producción. Un producto nacional con calidad puede competir incluso con los similares de otros países. Tales son los casos de los productos manufacturados por las empresas *Autoliv Querétaro* y *Samot Silao*, ambas dedicadas a la manufactura de componentes automotrices: bolsas de aire y sistema de frenos, respectivamente. Una bolsa de aire libre de defectos (sin desprendimiento de hilo, por ejemplo) o una superficie de un pistón sin ralladuras son signo de calidad. ¿Cómo detectar defectos en la línea

de producción? Hoy en día, estas tareas de detección de defectos generalmente se realizan visualmente, lo que resulta frecuentemente en decremento de la capacidad visual del personal involucrado.

En el CIO, estamos trabajando en el desarrollo de un sistema de monitoreo de defectos que sirva como apoyo para el personal encargado de dichas tareas de inspección. Los tamaños de los defectos que se desean detectar son de alrededor de 0.3 mm, para áreas de monitoreo de hasta 3 m². En la Figura 1 se muestran dos sistemas en desarrollo en el del CIO.

El monitoreo de procesos, además de garantizar alta calidad en la fabricación de componentes, también

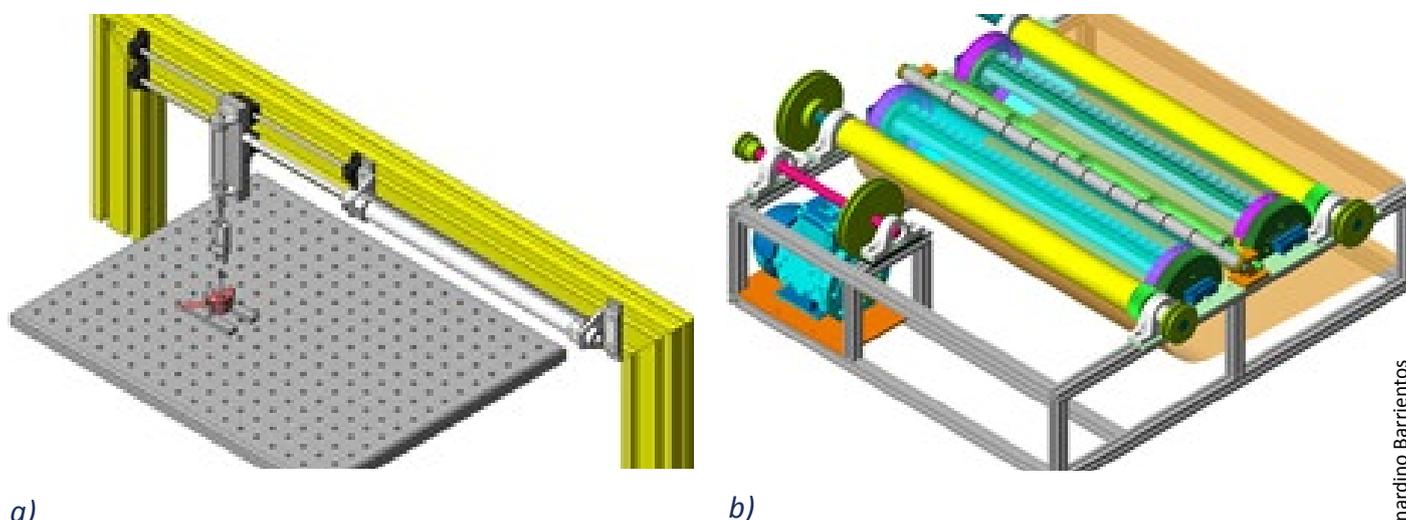


Fig. 1. Prototipos de sistemas ópticos para inspección de defectos en: a) pistones; b) tela para fabricación de bolsas de aire.

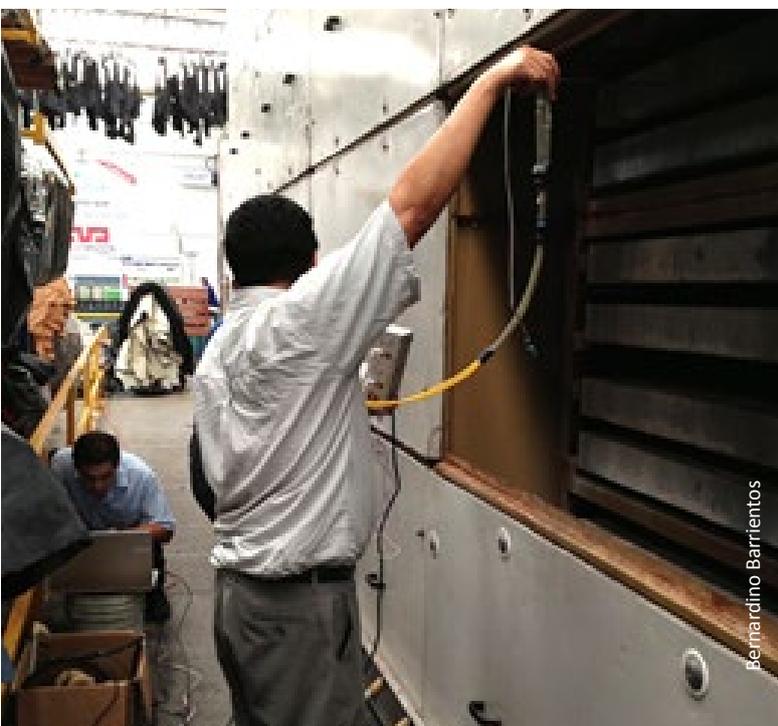


Fig. 2. Monitoreo del flujo de aire en un secador industrial de pieles (14x4.5 m2).

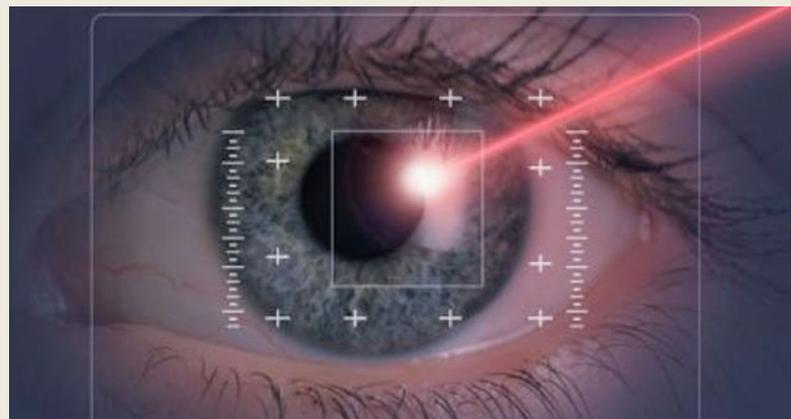
permite optimizar el uso de diferentes fuentes de energía. Un ejemplo de ello es la optimización del desempeño de una cámara industrial de secado de pieles, necesidad presentada por la empresa *Kodiak*, León. En este caso, garantizar la uniformidad del flujo de aire caliente dentro de la cámara es el principal objetivo: mayor uniformidad del aire significa menor gasto de energía térmica. En la Figura 2 se muestra el secador industrial que se desea optimizar.

Por otra parte, como desarrollo a mediano plazo de proyectos relacionados con la evaluación de la calidad de productos, podemos mencionar la puesta en marcha de un túnel de viento, que nos permitirá realizar evaluaciones del desempeño aerodinámico de dispositivos ya sea que funcionen en base a flujo de fluidos o que tengan interacción con algún fluido, tales como partes automotrices, turbinas, electrodomésticos, compuertas de presas, edificios, etc. **N**

Láseres en Medicina

Los láseres para aplicaciones médicas son instrumentos que utilizan fuentes de radiación coherente para el tratamiento o remoción de tejidos. A diferencia de la luz ordinaria como la recibida del Sol o la obtenida con una lámpara incandescente, la luz producida por un láser tiene una longitud de onda específica (es monocromática) así como una alta intensidad y direccionalidad. Esta luz es idónea para realizar trabajo de mucha precisión como el ejecutado por un cirujano con un bisturí. Algunas de las aplicaciones médicas más importantes son las siguientes: i) Cirugía estética (e.g. para remover tatuajes, cicatrices y arrugas), ii) Oftalmología (e.g. para corregir y dar forma a

la córnea), Odontología (e.g. en endodoncia, remoción de caries y blanqueado), iv) Cirugía general (e.g. remoción de cataratas y tumores y cirugía endoscópica)



Áreas de Investigación Estratégicas del CIO

TEXTO GABRIEL RAMOS

El CIO es sin duda una institución líder a nivel nacional en las áreas de la Óptica y la Fotónica y su presencia a nivel internacional ha ido en aumento. Este liderazgo y presencia tienen como base la generación de conocimiento de frontera en nuestras áreas estratégicas de investigación: pruebas ópticas no destructivas, ingeniería óptica (instrumentación), fibras ópticas y láseres, nanofotónica y óptica no-lineal. Estas áreas estratégicas se han identificado en el Plan Estratégico (PE) institucional 2013-2018.

El nivel de especialización de la plantilla de investigadores y técnicos en las áreas antes mencionadas, así como la infraestructura instalada en el CIO, han permitido también un nivel saludable de vinculación con la industria, aunque es cierto que el Centro aún tiene ante sí el reto de explotar al máximo su potencial científico y tecnológico para incidir en el sector productivo del país, y poder contribuir así a la solución de problemas de carácter económico y social a nivel local y nacional.

Por lo antes expuesto, surge la necesidad de que las áreas estratégicas de investigación antes mencionadas sean fortalecidas y se orienten para tener un impacto en algunos sectores, en específico, el PE señala como prioritarios a los sectores de energía (generación, manejo, ahorro y almacenamiento) y salud (biofotónica, incluyendo diagnóstico, imagen y terapia). Como ejemplo de la investigación que se lleva a cabo en el CIO para impactar en estos sectores, se

tiene el estudio y desarrollo de: materiales luminiscentes que potencialmente pueden ser utilizados en sistemas de iluminación o señalización con un bajo consumo energético; celdas solares; aplicación de técnicas ópticas que aportan información sobre la morfología o fisiología del sentido del oído o la vista o la regeneración de tejido, y que pueden servir como base para el desarrollo tecnológico de instrumental médico; marcadores celulares para la obtención de bioimágenes en vitro o en vivo; nanoestructuras funcionalizadas para la identificación y/o eliminación de líneas celulares cancerígenas; análisis de alimentos y medicinas; sensores basados en fibra óptica, en sistemas moleculares o de respuesta plasmonica; etc. Es entonces claro como a partir de las áreas estratégicas nuestros investigadores orientan sus esfuerzos hacia sectores bien definidos, manteniendo así activas sus líneas de investigación.

Para el CIO existen también otros nichos de oportu-

tunidad para la innovación y la vinculación con el sector industrial del país. A nivel nacional existen industrias que pudieran verse beneficiadas por aportaciones tecnológicas proveniente del CIO, incluso aquellas que a nivel regional experimentan un rápido crecimiento (por ejemplo, la automotriz). En ese sentido, se puede realizar innovación tecnológica en la manufactura avanzada. Este es un tema que el propio Conacyt ha planteado como un eje temático estratégico, por lo cual se ha lanzado una iniciativa para conjuntar coordinadamente las capacidades de

los diferentes centros Conacyt para incidir en este y otros ejes temáticos. Recientemente, varios investigadores del CIO han atendido esta iniciativa, participando con la aportación de propuestas y elaboración de anteproyectos.

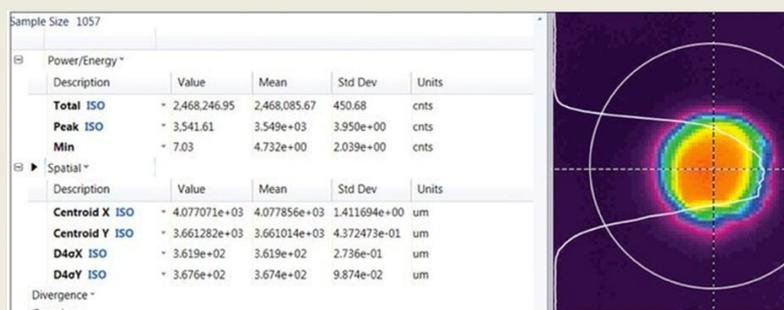
Se puede concluir entonces que nuestro Centro está encaminando sus esfuerzos para incidir en áreas o sectores bien definidos (salud, energía, manufactura, alimentos), esto a partir del campo de especialidad de sus investigadores. ■

Inspección industrial

Es sabido que la tecnología óptica puede proporcionar soluciones eficientes para el control de calidad en diversas industrias. Técnicas ópticas integradas a sistemas robóticos permiten realizar pruebas de calidad sin contacto físico con los materiales de prueba. Recientemente software originalmente diseñado para el diagnóstico de haces láser está siendo utilizado como herramienta auxiliar en visión robótica para la determinación del tamaño y forma de perforaciones en la manufactura de diversos productos. Esto es un logro importante debido a que en esta aplicación y antes del uso de esta técnica, la precisión de las perforaciones (de típicamente 100 micrones) solo podía verificarse una vez ensamblado el producto.

Por tanto si había errores, éstos implicaban un enorme consumo de tiempo en su reparación y por tanto en el costo de producción.

(Dick Rieley, www.laserfocusworld.com)



Materiales Fosforescentes para la Industria de Pisos Cerámicos

TEXTO LUIS DÍAZ-TORRES

Un material fosforescente es aquel que una vez que ha sido irradiado con una fuente luminosa, es capaz de seguir emitiendo luz en ausencia de la fuente de excitación. Es importante destacar que los pigmentos fosforescentes comunes del tipo ZnS:Cu+Co, utilizados en pinturas, plásticos, y cerámicas decoradas presentan múltiples problemas para su aplicación industrial; tanto en lo referente a la contaminación medioambiental durante su fabricación, como al hecho de que sus propiedades ópticas que se ven afectadas por el medioambiente. Además de presentar tiempos de fosforescencia de corta duración (<5hrs), cuando son calentados por arriba de los 500C pierden sus propiedades fosforescentes por completo; quedando así, restringida su aplicación industrial a procesos donde no se

alcancen temperaturas superiores a los 400 C.

Ahora bien, un mercado reciente en la industria de la cerámica lo representan las aplicaciones que conducen al ahorro de energía en medios de señalización nocturna o de emergencia cuando en la oscuridad se suspende la energía eléctrica. Otro nicho creciente lo representan nuevos diseños decorativos que incluyen aplicaciones que fosforescentes en la oscuridad.

Recientemente, la Empresa Lamosa –Porcelanite, líder en el mercado de losetas cerámicas para pisos y paredes, se ha acercado al CIO buscando el desarrollo de materiales que le permitan innovar y desarrollar nuevos productos con características fosforescentes. Materiales en los que, afortunadamente, el Grupo de Espectroscopia de Materiales Avanzados y Nanoestructurados (GEMANA) ha acumulado una gran

experiencia a lo largo de los años. Como resultado del acercamiento de LAMOSA al GEMANA en el CIO, se ha iniciado un ambicioso proyecto cuyo objetivo fundamental es el desarrollo de losetas cerámicas con propiedades fosforescentes de larga duración, usando materiales de mínima toxicidad y diseñando un proceso de fabricación con un impacto mínimo sobre el medioambiente. Así, la investigación del GEMANA para este proyecto se centra en diseñar nuevos materiales, basados en aluminatos y silicatos, dopados con diferentes tierras raras, los cuales son fosforescentes cuando se iluminan con la componente UV-Azul de la luz blanca, de una lámpara de luz fría, o del Sol, véase Figura 1.

Desde el punto de vista industrial, y en colaboración con LAMOSA se espera obtener una serie de mejoras que posibiliten la fabricación y comercialización de losetas

cerámicas fosforescentes en las cuales se incorporen a través del esmalte (capa decorativa del acabado superior de las losetas) los pigmentos fosforescentes de larga duración desarrollados por GEMANA. Desde el punto de vista medioambiental, se buscará generar materiales fosforescentes sin el empleo de elementos radioactivos ni contaminantes, sin el uso de mineralizadores que contengan Cl o F, buscando siempre procesos que disminuyan de forma sustancial la contaminación por emisiones gaseosas que puedan ser tóxicas o agresivas al medio ambiente, y buscando desde luego procesos de fabricación húmedos con una menor carga térmica que resulten en disminu-

ción del consumo de energía durante su fabricación.

Cabe señalar que estos nuevos fósforos abren la puerta para la generación de sistemas de iluminación nocturna ecológica, cuya única fuente de excitación puede constituir la luz solar diurna, resultando así, un ahorro en el consumo nocturno de energía.

Finalmente, es importante señalar que este proyecto representa solo una de las potenciales aplicaciones de los materiales luminiscentes generados en el GEMANA del CIO. ■



Fig. 1, Materiales fosforescentes bajo iluminación de luz blanca, y en la oscuridad al cesar la iluminación de luz blanca.

Espectrómetro Raman para el control de calidad de insumos en la industria del curtido

TEXTO MARCO MENESES

La implementación de soluciones tecnológicas apropiadas a problemas industriales es imprescindible en la actualidad si se pretende competir en los mercados internacionales. Curtidos Kodiak es una empresa especializada en el área de Cuero y Calzado, con particular énfasis en el sector de la curtiduría, que ha percibido la necesidad de establecer una metodología de control de calidad sobre la materia prima que utiliza en sus procesos de producción, con el objeti-

mo, el ácido fórmico, la anilina y el limulse que se emplean en el proceso de curtido. Esta técnica cumple con las características requeridas por la industria por ser no destructiva, ser económicamente accesible, demandar una preparación mínima, o ninguna, de las muestras – lo que permite implementarla en tiempo real-, y ofrecer la posibilidad de trabajar con sólidos, líquidos y gases. Además, si el espacio de la planta

.....

La solución propuesta por el CIO es el empleo de la espectroscopía Raman para el control de la calidad del sulfato básico de cromo, el ácido fórmico, la anilina y el limulse que se emplean en el proceso de curtido.

vo de mejorar estos procesos y reducir los tiempos de operación del curtido de la piel.

La solución propuesta por el CIO para satisfacer esta necesidad es el empleo de la espectroscopía Raman para el control de la calidad del sulfato básico de cro-
12 www.cio.mx

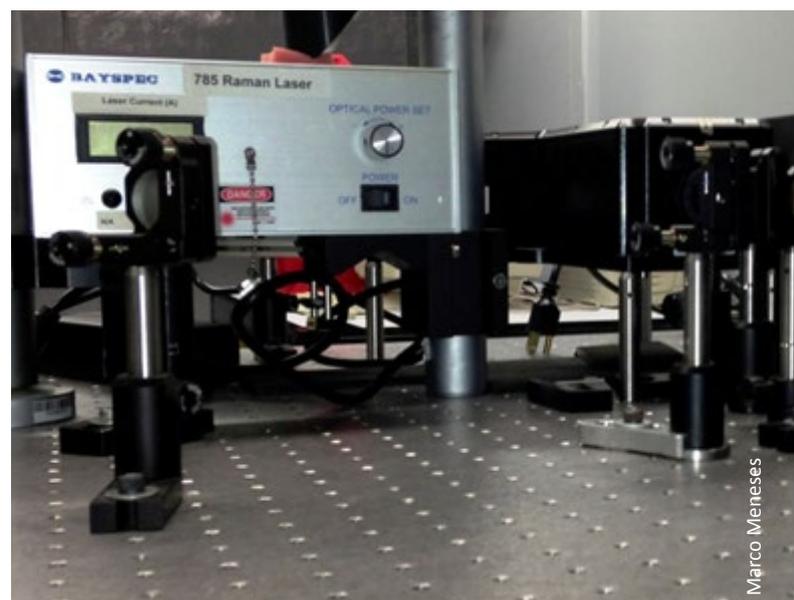


Fig. 1. Prototipo de espectrómetro Raman realizado en el laboratorio de espectroscopia del Grupo de Propiedades Ópticas de la Materia (GPOM).

donde se aplicara fuera peligroso, esta técnica permitiría detectar estos compuestos de manera remota.

En la primera etapa del convenio de vinculación entre el CIO y Curtidos Kodiak se acordó la integración de un espectrómetro Raman a nivel de laboratorio para verificar que los materiales mencionados arriba fueran candidatos a ser analizados con este instrumento (Fig. 1). La espectroscopia Raman es una técnica flexible y esto se aprovechó en la obtención de los espectros de la anilina y la sal de cromo, aunque esto conllevó retos importantes. Así, la primera de estas señales presenta una gran fluorescencia, además de sufrir foto-degradación,

do en soluciones acuosas, sin que esto modifique el espectro de interés.

Una vez determinada la mejor metodología para el manejo de las muestras, y obtenidos los espectros Raman con una buena razón de señal a ruido (S/R) para la identificación y clasificación de los lotes de materia prima, se estableció la segunda etapa del proyecto, la cual consistió en el desarrollo de un programa de cómputo para el control del equipo de medición y el análisis de datos desde una misma plataforma, lo cual permitiría realizar la clasificación de los insumos mediante el análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés). Su efectividad se demostró mediante el empleo de materiales a base de carbonato de calcio (caliza, mármol y travertino), por no contar con muestras suficientes de los materiales de interés (Fig. 2). La tercera y última etapa del proyecto, la cual se encuentra actualmente en desarrollo, consiste en la integración completa del prototipo en un sistema robusto y cerrado, que pueda ser utilizado por personal no especializado.

Finalmente, este proyecto de vinculación ha permitido conocer los términos de ejecución que se establecen para este tipo de trabajos, los cuales son distintos a lo que regularmente nos encontramos los investigadores en los proyectos de ciencia básica, ya que se deben cumplir los tiempos establecidos, regularmente menores a un año, para alcanzar positivamente los objetivos que son exigidos por la empresa solicitante. **N**

Marco Meneses

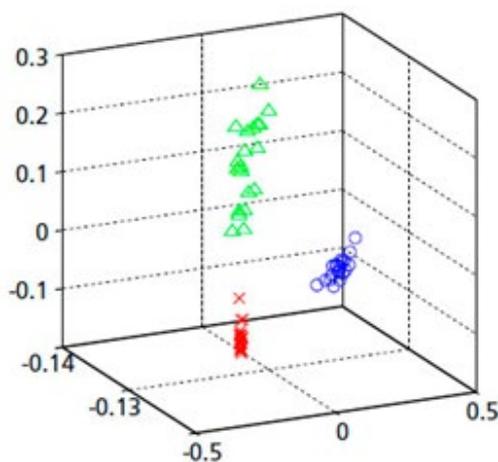


Fig. 2. Resultado del análisis de componentes principales (PCA) que se realizó para identificar muestras de caliza, mármol y travertino. Las variables $pc1$, $pc2$ y $pc3$ de la gráfica corresponden a los tres primeros componentes principales.

incluso a bajas potencias del láser de bombeo. Al igual que la anilina, la sal de cromo se foto-degrada produciendo residuos, tanto sólidos como gaseosos, que resultan ser bastante tóxicos. La solución a dicho inconveniente se encontró al explotar el hecho de que el espectro Raman puede ser medi-

Caracterización Óptica de la Miel

TEXTO RAFAEL ESPINOSA

La Norma Oficial Mexicana **NOM-051-SCFI-1994** establece que la miel es “La sustancia dulce

La espectroscopía Raman proporciona información que permite discriminar entre una miel auténtica y una miel adulterada.

natural producida por las abejas a partir del néctar de las flores o de secreciones o de otras partes vivas de la planta, que las abejas recogen, transforman, combinan con sustancias específicas propias y almacenan en panales, de los cuales se extrae el producto sin ninguna adición”. Estrictamente hablando, significa que el solo término de miel la distingue de cualquier tipo de jarabe o de mieles adulteradas, por lo que resulta redundante llamarle miel auténtica de abeja. Sin embargo, esta norma posee un carácter voluntario y es aplicable al producto en cualquiera de sus presentaciones. En ésta última frase se encuen-

tra el área fértil para una serie de abusos y falsificaciones que se han encontrado en el mercado, formal e informal, donde se ofrece la miel envasada (<http://revistadelconsumidor.gob.mx/?p=19045>). Esta es la razón por la que muchos productos comerciales poseen etiquetas de miel, de miel de abeja y hasta de miel auténtica de abeja. La autenticación oficial de la miel considera pruebas físicas, químicas y biológicas, teniendo como estándar internacional el uso de la Espectroscopía de Masas de Isótopos Estables para la identificación de proteínas. Algunas de las pruebas físicas son de

carácter óptico, como la determinación del índice de refracción y la identificación de bandas de absorción, usualmente en la vecindad de 530 nanómetros.

La pregunta a responder es ésta: ¿solamente las propiedades físico-químicas y microbiológicas determinan la autenticidad de una miel? Buscando las respuestas, en el Laboratorio del Grupo Interinstitucional de Polarización y Scattering (GIPYS) del Centro de Investigaciones en Óptica, se han realizado estudios en mieles auténticas, mieles adulteradas, jarabes de maíz, maple, fructuosa, sacarosa y glucosa,

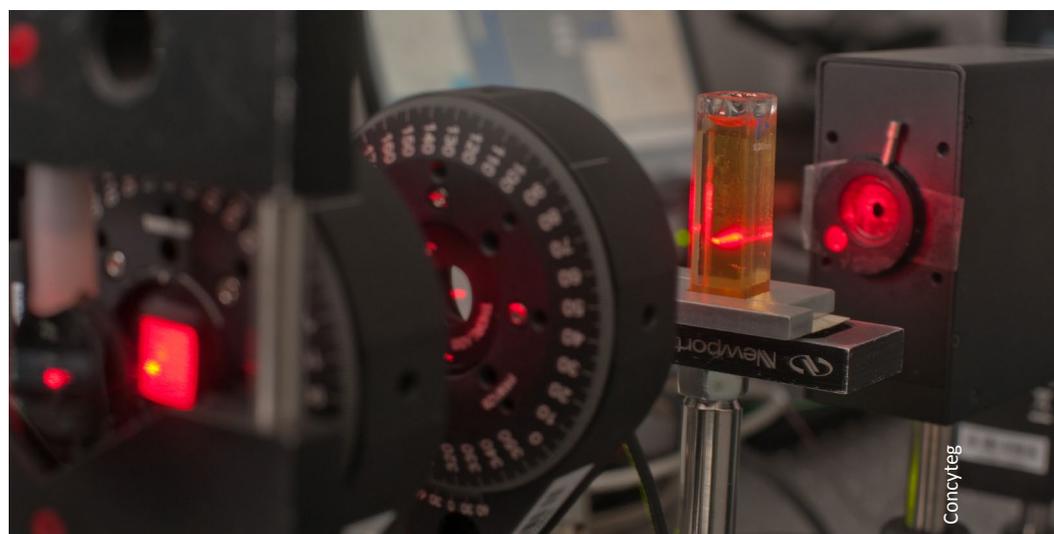


Fig. 1. Equipo utilizado para la determinación de la respuesta polarimétrica de la miel. La iluminación empleada es de 632.8 nm.

utilizando técnicas basadas en los cambios en transmisión que ocurren en los distintos estados de polarización empleados en la iluminación de las muestras, así como en su espectro Raman. Se ha encontrado que es posible utilizar algunas de las denominadas métricas escalares de despolarización de la luz (índice de despolarización, métrica $Q(M)$, diatenuación, polarizancia, etc.) como parámetros que facilitan su autenticación. Se ha concluido asimismo que la espectroscopia Raman proporciona información que permite discriminar entre una miel auténtica y una miel adulterada, y que ésta prueba debe ser incorporada a la norma oficial correspondiente. También se puede aseverar que la polarimetría es capaz de discriminar entre mieles auténticas y adulteradas. **N**

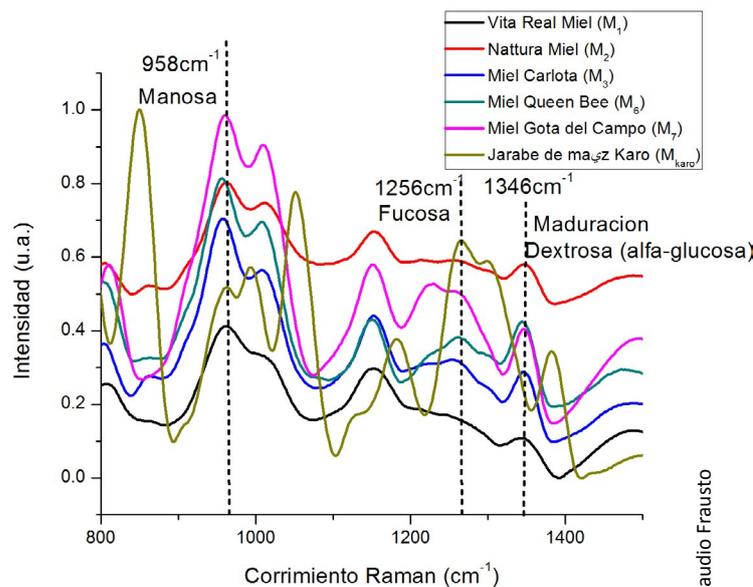


Fig. 2 Espectro Raman de algunas mieles comerciales (Cortesía Claudio Frausto.)

Claudio Frausto

La Miel Auténtica

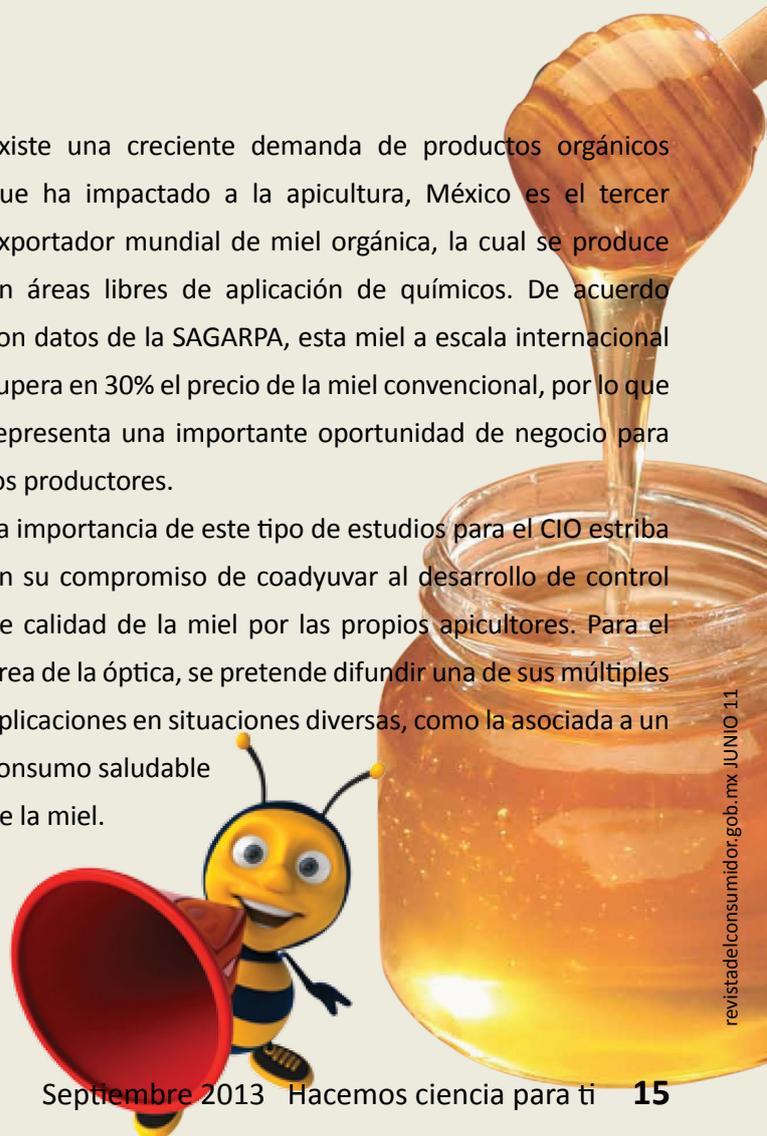
Como se menciona en el artículo anterior (*Caracterización Óptica de la Miel*) una buena miel es el resultado del trabajo de las abejas para producirla y la intervención del hombre para extraerla de la colmena, depurarla y ponerla a disposición de los consumidores. Así entonces, la miel no debe tener aditivos alimenticios para su conservación, no debe diluirse con agua ni mezclarse con almidones, melaza, glucosa, fructosa u otros azúcares.

Nuestro país es exportador neto de miel. En 2009 las exportaciones mexicanas de miel se destinaron en un 61.2% al segundo mayor importador mundial, Alemania. El 12.7% se destinó al Reino Unido, el 7.6% a Suiza, el 6.6% a Arabia Saudita, el 6.1% a Estados Unidos, el 3.1% a Bélgica y el restante 2.7% a países como Japón, China, España, Venezuela, entre otros.

Prácticamente la totalidad de la miel consumida en México es de origen nacional, aunque el consumo per cápita es muy bajo, de alrededor de 270 a 280 gr por habitante entre 2008 y 2009. En comparación con países como los europeos, que en promedio consumen 700 gr anuales.

Existe una creciente demanda de productos orgánicos que ha impactado a la apicultura, México es el tercer exportador mundial de miel orgánica, la cual se produce en áreas libres de aplicación de químicos. De acuerdo con datos de la SAGARPA, esta miel a escala internacional supera en 30% el precio de la miel convencional, por lo que representa una importante oportunidad de negocio para los productores.

La importancia de este tipo de estudios para el CIO estriba en su compromiso de coadyuvar al desarrollo de control de calidad de la miel por las propios apicultores. Para el área de la óptica, se pretende difundir una de sus múltiples aplicaciones en situaciones diversas, como la asociada a un consumo saludable de la miel.



revistadeconsumidor.gob.mx JUNIO 11

Estudiante del CIO crea una empresa de Nanotecnología

TEXTO ELEONOR LEÓN

Leonardo Pérez Mayén, estudiante de doctorado del CIO, formó con Natalia Ahedo del Rosal, egresada de la licenciatura en creación y desarrollo de empresas del Tecnológico de Monterrey Campus León, la empresa Nanobio and Tronics SA de CV, con el propósito de fabricar, adaptar y comercializar nanopartículas antimicrobianas para utilizarlas en productos de los Sectores Salud, Cuero-Calzado y Textil. La empresa se creó en agosto de 2012, con apoyo directo de la Secretaría de Desarrollo Económico del Estado de Guanajuato y del propio CIO.

La principal aplicación de las nanopartículas microbianas se da en el sector salud, donde nanopartículas de plata son empleadas, por ejemplo, en la elaboración de catéteres quirúrgicos que inhiben el crecimiento bacteriano en su superficie. Esto es de particular interés para la empresa Tecnica Medical SA de CV, que contactó a Nanobio and Tronics para contar con los insumos y el apoyo técnico necesario para la fabricación de estos catéteres.

En conjunto con Productos Curtientes SA de CV, por otro lado, se están realizando pruebas para sustituir la sal por nanopartículas de plata en el tratamiento del cuero. De conseguirse esto, se reduciría el impacto ambiental que genera el uso de la sal, ya que se requiere una gran cantidad de agua para removerla del cuero.

Leonardo resume así su experiencia: “Mi tesis está relacionada con el uso de nanopartículas de oro y plata aplicadas a Espectroscopia Raman mejorada. En alguna ocasión se me ocurrió probar su efecto antimicrobiano, y un amigo, Edgar Castro Quesada, químico fármaco-biólogo, me ayudó a probarlas; su primera reacción fue que eran una maravilla... Al discutir los resultados con mi asesor de tesis, Elder de la Rosa, se planteó la posibilidad de patentar el méto-

do de síntesis de las nanopartículas utilizadas. Unos meses después se inicio el trámite de la patente. Coincidió que mi actual socia, Dulce Natalia Ahedo del Rosal, estaba buscando proyectos de negocio de base tecnológica para el Sector Salud. Nos presentaron y empezamos a trabajar en el Plan de Negocios. El proyecto se fue formalizando, hasta que en Agosto de 2012 nos constituimos como empresa y comenzamos a operar.”

Nanobio and Tronics contempla formar en el largo plazo un departamento de investigación en nanotecnologías aplicadas en áreas como energías alternativas, fuentes de iluminación, y bio-nanomedicina. **N**



Estudio antibacteriano micótico de micro partículas “agente 0” aplicadas en plantillas.

La **Espectroscopía Óptica** en la autenticación del Tequila

TEXTO ORACIO BARBOSA

*El tequila es una bebida elaborada mediante una doble destilación del jugo fermentado de azúcares del agave azul (**Agave tequilana Weber, blue variety**). Es la bebida emblemática de México, una de las 5 que cuentan con denominación de origen en nuestro País, con incrementos ininterrumpidos en su volumen anual de exportación. El apego a la Norma Mexicana **NOM-006 SCFI 1994** en su elaboración es certificado por el Consejo Regulador del Tequila, quien deberá garantizar, entre otras cosas, que el rango de algunos parámetros relacionados con los componentes del tequila se mantenga dentro de límites preestablecidos.*

Entre estos componentes se encuentra el Furfural, un compuesto orgánico que sólo puede estar presente en concentraciones específicas. Para cuantificar la concentración de este compuesto, que se genera durante el cocimiento y fermentación de las denominadas piñas de agave, se realizan pruebas químicas de cromatografía. Sin embargo, estas pruebas no pueden realizarse en sitio, son lentas y requieren de un cromatógrafo, un instrumento especializado que demanda un operador altamente capacitado. El Grupo de Propiedades Ópticas de la Materia del Centro de Investigaciones en Óptica (GPOM-CIO) desarrolló una prueba alternativa que es rápida, puede hacerse en sitio, y no requiere de una persona especializada para decidir si la concentración del Furfural en una muestra de tequila es aceptable. Esta prueba se basa en la espectroscopia de absorción, la cual permite medir la cantidad de luz que absorbe un tequila en los rangos ultra-violeta y visible (UV-VIS) del espectro electromagnético, y en el análisis de componentes principales (PCA, por sus



Hacienda El Refugio

La destilación del tequila es un proceso moderno en muchas de las empresas tequileras actuales, como podemos apreciar en esta fotografía.

siglas en inglés), una herramienta estadística muy utilizada por los químicos.

En publicaciones internacionales recientes en el área de alimentos, el GPOM-CIO ha reportado éste y otros resultados con los cuales, por ejemplo, se puede distinguir entre un tequila 100% agave azul y el denominado mixto; entre un tequila blanco y un mezcal; o entre un tequila reposado y uno Añejo. También ha señalado que es posible detectar si un tequila es o no de una marca específica, lo cual permite asegurar si éste ha sido adulterado.

En estas publicaciones se asienta que los tequilas y mezcales tienen una banda ancha de absorción con un pico en la vecindad de los 280 nm (Fig. 1). En particular, la Fig. 1 muestra esta banda para los tres tipos de tequila de mayor consumo en el país: el blanco, el reposado y el añejo. En la figura cada curva representa el espectro de absorción característico de uno de estos tequilas. El eje vertical corresponde a la absorbancia, una medida logarítmica de la cantidad de luz que absorbe una sustancia, y el horizontal a la longitud de onda de la luz en nanómetros. En esta figura también se muestra el espectro de absorción del tequila 'blanco añejo', recientemente comercializado por una reconocida casa tequilera. Todos los espectros que se muestran en la figura corresponden a tequilas de esta empresa. Como se puede apreciar, los espectros correspondientes a los diferentes tipos de tequila se pueden distinguir a simple vista. Sin embargo, cuando se obtienen los espectros de un mismo tipo de tequila pero de marcas diferentes, estos resultan muy semejantes, por lo que resulta necesario someter los datos a un tratamiento estadístico como es el análisis de componentes principales para conseguir la discriminación que

deseamos. Mediante este análisis, podemos asignar a cada muestra de tequila un punto en un sistema coordenado rectangular, e identificar el tipo y la marca de tequila por la posición que ocupa este punto en el sistema coordenado.

El espectro de absorción de un tequila blanco, como el mostrado en la Fig. 1, es producido fundamentalmente por tres compuestos químicos: Furfural, 2-Acetil-Fural y 5-Metil-Furfural. Por tanto, si un tequila blanco de cierta marca es adulterado, su espectro de absorción se modifica, y en consecuencia la adulteración resulta fácil de detectar. Recordemos que las adulteraciones más comunes consisten en diluir la bebida original con agua, agregar alcohol de caña o una bebida de calidad inferior, o colorear con caramelo, en el caso de tequilas reposados y añejos.

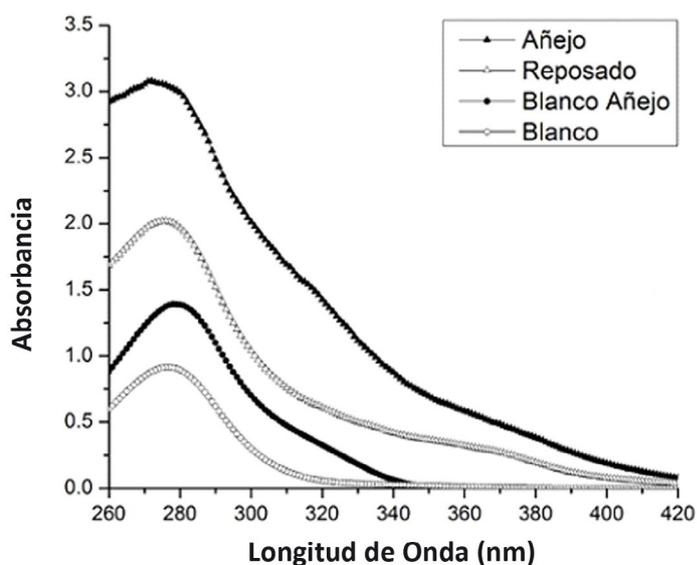


Fig. 1. Espectros de tequilas blanco, reposado, añejo y blanco añejo de una misma marca. El eje vertical representa la absorbancia o densidad óptica, y el eje horizontal la longitud de onda en nanómetros.

La diferencia entre tequilas reposados o añejos y el tequila blanco que se observa en la Fig. 1 se debe a que los primeros han pasado cierto tiempo en barricas de roble blanco, generando con ello cierta coloración. Durante su reposo en las barricas se lleva a cabo el proceso denominado ‘hidrólisis lingin’, que genera otros compuestos químicos, sobre todo Fenoles. Como puede notarse en la Fig. 1, estos compuestos incrementan la absorbancia no sólo en la banda de absorción en 250 nm, sino en la parte visible del espectro, lo que hace que estos tipos de tequilas adquieran su coloración característica. En contraste, el tequila blanco añejo presenta un

espectro de absorción diferente al del espectro del tequila añejo, lo que significa que la tequilera que produce esta bebida elimina ciertos compuestos del tequila añejo original. Esta modificación cambia el olor y el sabor de la bebida original, proporcionando otra opción al consumidor.

Dados los altos niveles de adulteración de bebidas en la actualidad, el estudio sobre el tequila realizado por el GPOM-CIO constituye una contribución significativa para la industria de alimentos. Está basado en la espectroscopia de absorción y el análisis de componentes principales (PCA), una herramienta estadística para el tratamiento de datos.

El estudio reporta un método rápido, de bajo costo, y que no demanda personal altamente capacitado para detectar, por ejemplo, la adulteración de esta bebida, o bien para identificar sin dificultad un tipo, o incluso una marca, de tequila. Todo esto podría realizarse mediante cromatografía pero tendría un costo mucho mayor. El trabajo realizado en el CIO podría extenderse para establecer el tiempo que permaneció un tequila reposado/añejo en la barrica. Éste se podría determinar con base al incremento de la absorbancia en la banda de absorción de 250 nm del tequila reposado/añejo con respecto a la del tequila blanco correspondiente. **N**



Fig. 2. De acuerdo a la norma mexicana, cualquier agave cultivado fuera de los cinco estados que se muestran en el mapa no puede utilizarse para elaborar tequila.

Pruebas de principio de estudios mecánicos de tejidos biológicos con Tomografía de Coherencia Óptica

TEXTO MANUEL DE LA TORRE

Los recursos con que han contado los médicos para diagnosticar un padecimiento han tenido una evolución constante. En un principio el diagnóstico se basaba principalmente en la sintomatología del paciente. Posteriormente, la precisión de los diagnósticos mejoró con el apoyo de estudios clínicos y análisis químicos. Pero un avance mucho mayor se dio con la aparición de la imagenología médica (rayos x, ecografía, tomografías, etc.). El avance de la ciencia permitió la fusión de disciplinas como la biología y la ingeniería, proporcionando con ello herramientas de diagnóstico más confiables y menos agresivas.

La tomografía de coherencia óptica (OCT por sus siglas en inglés) es una de estas nuevas técnicas de inspección no invasiva. Se trata de una técnica que permite observar con gran detalle la estructura oculta detrás de la superficie de varios tipos de tejido (la piel, la córnea, la retina, etc.). La penetración de la imagen reconstruida es de unos cuantos milímetros dentro del tejido, pero con una resolución axial mayor a la de una ecografía (Fig. 1). Al tratarse de un procedimiento en que sólo se requiere iluminar la muestra con un haz invisible de baja intensidad, se evita el estrés y cualquier molestia en el paciente durante el tiempo que dura la prueba,

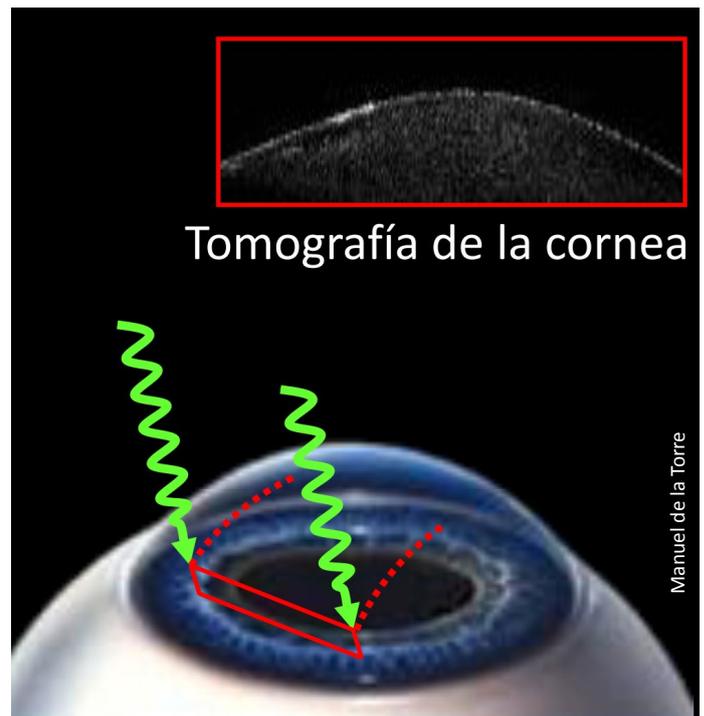


Fig. 1. Imagen de una sección de la córnea obtenida con un Tomógrafo de Coherencia Óptica (recuadro rojo). Para obtener una imagen 3D de la córnea, se fusionan las imágenes de secciones a lo largo de las líneas rojas punteadas.

que en promedio es de un par de segundos. Debido a lo anterior, la OCT se ha convertido en una de las técnicas más desarrolladas en la última década, utilizada en aplicaciones tan variadas como la odontología, la oftalmología, y los estudios forenses, entre otras.

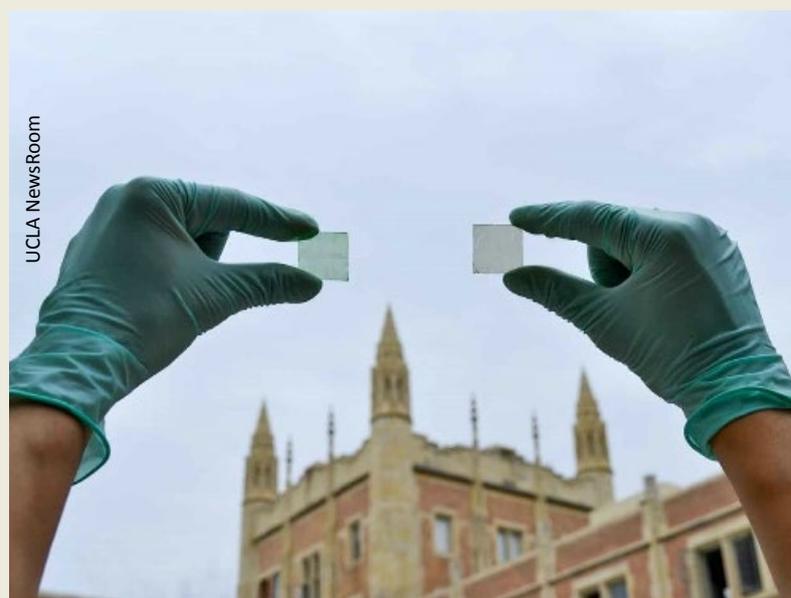
Si a un sistema OCT se le combina con un modelo tradicional de medición de metrología óptica, se logra una nueva técnica que además de observar la estructura interna del tejido permite medir deformaciones minúsculas del mismo. Esta fusión tecnológica ha permitido incursionar a la metrología óptica biomédica en nuevas áreas de diagnóstico. Como un ejemplo de lo anterior, en el laboratorio 1110 del CIO se estudia la respuesta mecánica de la córnea a cambios de presión intraocular, y cómo esto podría ayudar a identificar de manera temprana un glaucoma, un trabajo realizado en conjunto con el **MO*** Manuel Briones R. Otro ejemplo de estas aplicaciones se llevó a cabo con el MO Juan M. Luna, con el propósito de identificar el colesterol presente en arterias coronarias a través de la emulación del

mismo. Es importante señalar que este último trabajo permite incluir al CIO entre los pocos centros de investigación del mundo que estudia la emulación de colesterol depositado en arterias para el análisis de sus propiedades ópticas.

Estas pruebas de principio en el estado del arte de la OCT se han realizado desde la perspectiva de la ciencia de materiales, y han aportado resultados novedosos que confirman la presencia de patrones mecánicos complejos en los tejidos. Con este nuevo enfoque, estos estudios aportarán nuevos datos a los profesionales de la salud, datos que se traducirán en herramientas adicionales para el diagnóstico temprano de enfermedades. **N**

Nuevas Celdas Solares

Un Nuevo dispositivo que hace uso de dos laminas poliméricas como celdas solares ha duplicado la eficiencia de conversión solar. Este dispositivo utiliza una región más amplia del espectro solar además de incorporar un nuevo material colocado entre las dos laminas poliméricas con objeto de reducir las pérdidas de energía. Mientras que una estructura orgánica fotovoltaica en 2012 convertía alrededor del 4% de la energía solar recibida en energía eléctrica, el nuevo dispositivo puede convertir hasta el 7.3%. Sus creadores, liderados el profesor Yang Yang de UCLA, consideran que este nuevo dispositivo podría colocarse en ventanas de casas y edificios sin detrimento de su transparencia.



Investigadores de la UCLA han desarrollado celdas foto voltaicas translúcidas con el doble de capacidad que las celdas desarrolladas en el 2012.

Sistema de Depósito al Vacío y Cajas de Guantes para la fabricación de **Celdas Solares Orgánicas** y otros dispositivos opto-electrónicos plásticos

TEXTO JOSÉ LUIS MALDONADO

En el año 2011, el Fondo Sectorial de Sustentabilidad Energética CONACyT-SENER aprobó la propuesta titulada “*Diseño y desarrollo de celdas solares orgánicas (OPVs) eficientes para la generación de energía eléctrica limpia*” presentada por el Grupo de Propiedades Ópticas de la Materia (GPOM) de la División de Fotónica del Centro de Investigaciones en Óptica. En este proyecto, colaboran investigadores, técnicos y estudiantes de la Facultad de Química de la UNAM, del Departamento de Química del CINVESTAV-IPN (Campus DF) y del Departamento de Química de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM España). El monto económico otorgado fue por más de 8.5 millones de pesos. La meta principal de este proyecto, de 3.5 años de duración, es fabricar en México celdas solares orgánicas (OPVs) con una eficiencia de conversión energética de al menos 6 %. Actualmente se han logrado eficiencias cercanas al 3 % y hasta donde sabemos, el GPOM y

sus colaboradores es el único grupo mexicano que ha logrado estas conversiones energéticas en celdas solares orgánicas. Con apoyo de este proyecto y del CIO se acaba de adquirir e instalar un *Sistema de Depósito de Películas Delgadas por Evaporación a*

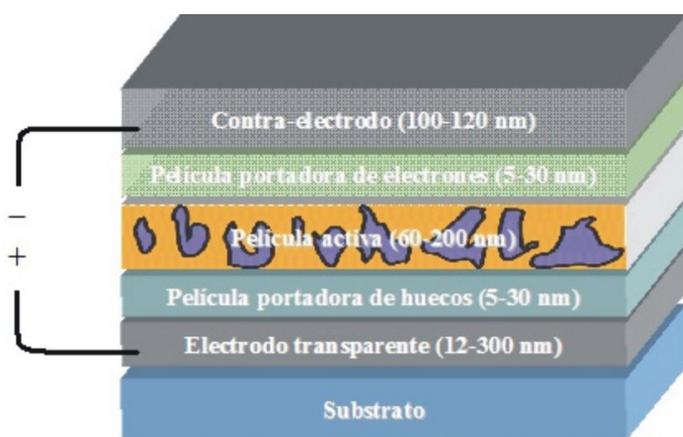


Sistema de Depósito de Películas Delgadas + Cajas de Guantes con atmósfera controlada. GPOM-CIO.

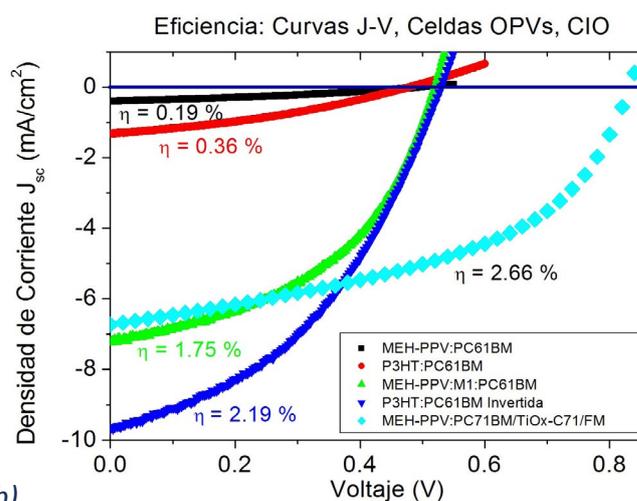
Alto Vacío dentro de Cajas de Guantes con atmósfera de gas inerte (ver figura).

Este sistema, hasta donde sabemos, es único en México y contiene 8 fuentes de depósito para 8 distintos materiales, tanto orgánicos (con 4 de las 8 fuentes se tiene un control preciso de la temperatura, hecho muy útil para materiales orgánicos) como inorgánicos (particularmente metales) por lo que en un solo sustrato y en una sola sesión de trabajo se pueden fabricar dispositivos multicapa con hasta 8 películas de diferentes materiales o bien con un número mayor de capas repitiendo algunos materiales depositados. Asimismo, pueden co-evaporarse simultáneamente dos o más materiales de las diferentes fuentes para formar películas compuestas. Con este sistema se pueden fabricar películas tan delgadas como 1 nm (10⁻⁹ m) hasta de varios cientos de nm usando velocidades de depósito desde 0.01 nm/s y con áreas máximas de 5x5 cm²;

este proceso se realiza dentro de una cámara de alto vacío que usa un régimen criogénico basado en helio líquido para congelar y extraer las moléculas de aire permitiendo alcanzar presiones tan bajas como 10⁻⁸-10⁻⁹ torrs o mmHg. El sistema permite un control preciso en el depósito de las películas nano-métricas como son su espesor, homogeneidad, morfología, topografía y rugosidad. Además, todo este sistema se encuentra dentro de una Caja de Guantes de dos compartimientos, con atmósfera controlada, es decir, se puede tener una atmósfera inerte a base de nitrógeno o argón de alta pureza. Adicionalmente se cuenta con otra Caja de Guantes acopladas donde se pueden depositar películas orgánicas por otras técnicas, tales como centrifugación a revoluciones de entre 1000 y 6000 rpm y, en la restante sección de la primera Caja de Guantes, se estudia el funcionamiento fotovoltaico de los dispositivos fabricados, recalcando que todo está bajo atmósfera



a)



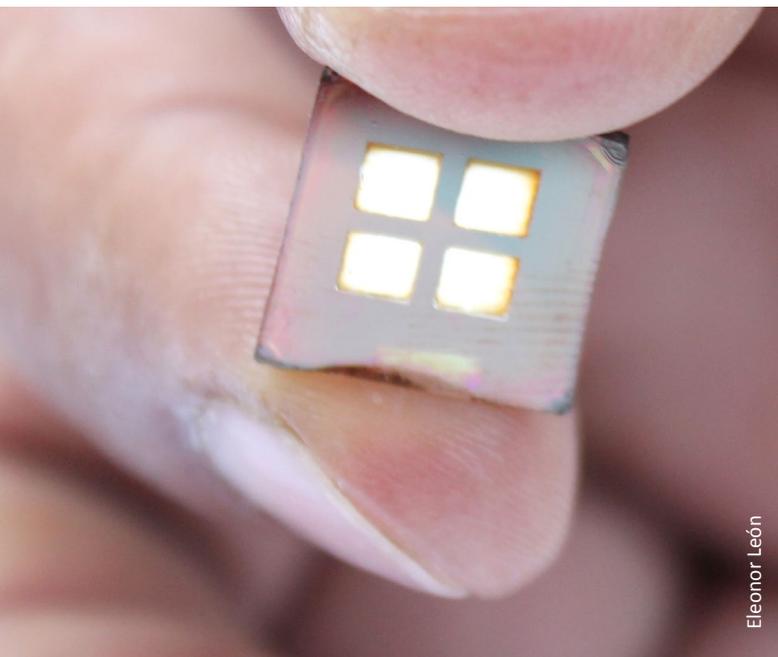
b)

José Luis Maldonado

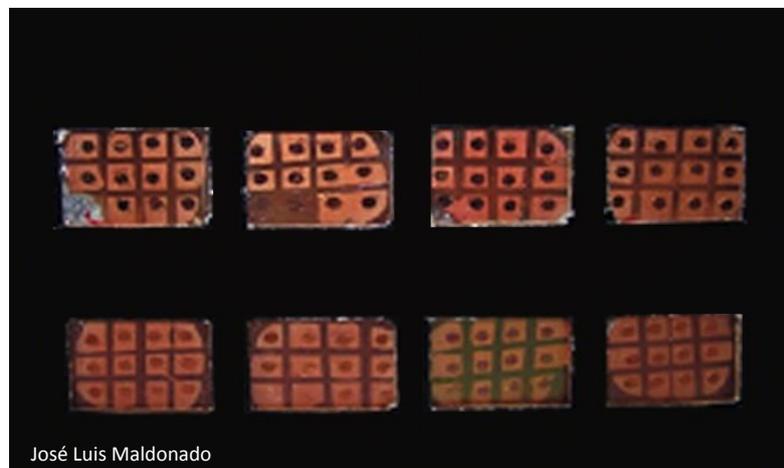
Fig. 1. a) Esquema general de una celda solar orgánica (celda OPV). b) Evolución de eficiencias (η) logradas en el CIO en celdas solares orgánicas. Labs de Materiales y Espectroscopía. GPOM-CIO.

inerte para evitar degradación de las películas depositadas por exposición al oxígeno y la humedad y, por lo tanto, de los dispositivos ensamblados.

Es importante aclarar que todo este sistema descrito, puede usarse no sólo para la fabricación y caracterización de celdas OPVs sino también para la fabricación de diodos orgánicos electroluminiscentes (OLEDs) que son ampliamente usados en displays (pantallas), transistores orgánicos de efecto de campo (OFETs) entre otros módulos multicapas, es decir, puede ser usado para la elaboración de diversos dispositivos pertenecientes al campo de la electrónica orgánica que es un área multidisciplinaria del conocimiento humano. Con estas investigaciones, se impulsará en México la capacidad científica y tecnológica para la fabricación de celdas orgánicas fotovoltaicas como



Eleonor León



José Luis Maldonado

Fig. 2. Conexiones en paralelo y en serie para formación de módulos fotovoltaicos de celdas OPVs desarrolladas en el CIO.

una potencial fuente de energía renovable, económica y limpia mediante una orientación multidisciplinaria e interinstitucional. Se comenta que el costo de operación y mantenimiento preventivo y correctivo por año de este equipo puede ser relativamente elevado; el GPOM-CIO está analizando la posibilidad (y las condiciones) de que colaboradores investigadores utilicen este sistema. Información adicional sobre celdas solares orgánicas e inorgánicas y materiales fotovoltaicos puede encontrarse en:

- a) <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/330>
- b) <http://pubs.acs.org/page/vi/2010/photovoltaic.html>
- c) <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/am100400m>

N

Publicaciones Científicas Recientes

DIVISIÓN FOTÓNICA

“Beating the wavelength limit: three-dimensional imaging of buried subwavelength fractures in sculpture and construction materials by terahertz time-domain reflection spectroscopy” M. Schwerdtfeger, E. Castro-Camus, K. Krügener, W. Viöl, M. Koch, Applied Optics, vol. 52, no. 3, pp. 375 - 380.

“Lycopene content and color index of tomatoes are affected by the greenhouse cover” L. Jarquín-Enríquez, E. M. Mercado-Silva, J.L. Maldonado, J. Lopez-Baltazar, Scientia Horticulturae, vol. 155, pp. 43 - 48.

“Er³⁺ Concentration Effects in Commercial Erbium-Doped Silica Fibers Fabricated Through the MCVD and DND Technologies” A. Kiryanov, Y.O. Barmenkov, G. Eduardo Sandoval-Romero, L. Escalante-Zarate, IEEE Journal of Quantum Electronics, vol. 49, no. 6, pp. 511 - 521.

“Multiple continuous-wave and pulsed modes of a figure-of-eight fibre laser” O. Pottiez A. Martínez-Rios, D. Monzón-Hernández, G. Salceda Delgado, J.C. Hernández-García, B. Ibarra-Escamilla, E. A. Kuzin, Laser Physics, vol. 23, pp. 35103-1 al 35103-7.

“Exact determination of scaling of the Raman gain efficiency in silica fibers” L. de la Cruz-May, E.B. Mejía, O. Benavides, D. V Talavera, J. Vásquez-Jiménez, Laser Physics, vol. 23, pp. 55103-1 al 55103-4.

DIVISIÓN ÓPTICA

“Spectrometer and scanner with optofluidic configuration” S. Calixto, M. Rosete-Aguilar, M.E. Sanchez-Morales, M. Calixto Solano, Applied Optics, vol. 52, no. 3, pp. 495 - 504.

“Holographic otoscope using dual-shot-acquisition for the study of eardrum biomechanical displacements” J. M. Flores-Moreno, F. Mendoza-Santoyo, J. C. Estrada Rico, Applied Optics, vol. 52, no. 8, pp. 1731 - 1742.

“Pulse quality analysis on soliton pulse compression and soliton self-frequency shift in a hollow-core photonic bandgap fiber” N. González-Baquedano, I. Torres-Gómez, N. Arzate, A. Ferrando, D.E. Ceballos-Herrera, Optics Express, vol. 21, no. 7, pp. 9132 - 9143.

“Principal wavelengths in the formation of spectral images of natural scenes”. Francisco J. Sanchez-Marin, Journal of Biomedical Optics, vol. 18, no. 4, pp 046005-1 al 046005-8.

“Generation of spiral optical vortices in a Mach Zehnder interferometer”. Areli Montes Pérez, Amalia Martínez García, Gustavo Rodríguez Zurita, Carlos Robledo Sánchez, José F. Vázquez Castillo, Noel Ivan Toto Arellano, ÓPTICA PURA Y APLICADA, vol. 46 (1) 33-37 (2013).



1er. lugar

José Francisco Salinas Torres
"Fisión acuosa"



CENTRO DE INVESTIGACIONES
EN OPTICA, A.C.

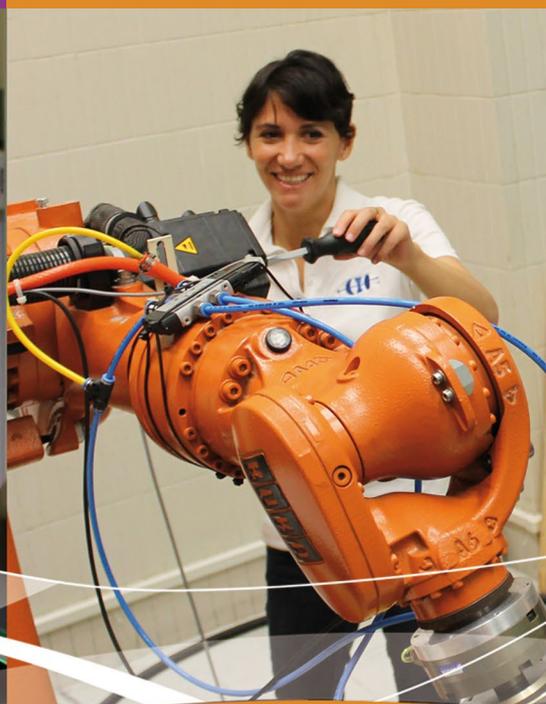
CONCURSO DE FOTOGRAFÍA Digital 2013



2do. lugar

José Juan Padilla Martínez
"Light box"

En el CIO contamos con Doctorado en Ciencias (óptica), Maestría en Ciencias (óptica), pertenecientes al Programa Nacional de Posgrados de Calidad en la clasificación de Posgrado de Competencia Internacional. Además de una Maestría en Optomecatrónica .



La definición legal del ACOSO SEXUAL es: “conduc-
ta inapropiada verbal, visual o física de naturaleza
sexual que es dominante.”

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



Realiza la denuncia acudiendo al OIC, o bien consulta en el
INMUJERES sin costo: 01 800 0 911 466
o al correo: contacto@inmujeres.gob.mx



La equidad de género contribuye a lograr una ciuda-
danía más integral y a favorecer la gobernabilidad
democrática.

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



Realiza la denuncia acudiendo al OIC, o bien consulta en el
INMUJERES sin costo: 01 800 0 911 466
o al correo: contacto@inmujeres.gob.mx