

LABORATORIO
Espectroscopia Raman

SERVICIOS TECNOLÓGICOS
Unidad Aguascalientes

INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA
en energía solar

[NC]
NOTICIO

DI REC TO RIO

DIRECTOR GENERAL
Dr. Rafael Espinosa Luna
direccion.general@cio.mx

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
Dr. Alejandro Martínez Ríos
direccion.investigacion@cio.mx

DIRECTOR DE FORMACIÓN ACADÉMICA
Dr. Efraín Mejía Beltrán
direccion.academica@cio.mx

DIRECTOR DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN
Dr. Bernardino Barrientos García
direccion.tecnologica@cio.mx

PERSONAL · NOTICIO

Editora Ejecutiva
Eleonor León

Editores Científicos
Vicente Aboites, Mauricio Flores, Alfredo Campos

Diseño Editorial
Lucero Alvarado

Colaboraciones
Manuel Peña, Martín Ortiz, Claudio Frausto, Juan Manuel Bujdud,
Daniel May, Rodolfo Martínez, Cuauhtémoc Nieto, Fernando Martell,
Manuel Servín, Zacarías Malacara

Imágenes
Archivo fotográfico del CIO, Image bank

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

EDITO-

Continuamos los festejos de los primeros 40 años de la fundación del Centro de Investigaciones en Óptica, A. C. (CIO). A pesar de la prolongada cuarentena, debida a la presencia de la pandemia generada por el virus SARS-CoV2, que origina la enfermedad conocida como COVID-19, la comunidad que conformamos esta gran institución continuamos trabajando de manera mixta (realizando trabajo in situ y a distancia, desde casa), en estricto apego a las medidas sanitarias, privilegiando la salud y el bienestar de nuestro personal y de nuestros estudiantes. El CIO fue fundado en la ciudad el León, Guanajuato, el 18 de abril de 1980. Debido a su crecimiento natural y a su afán de incidir en el crecimiento regional, el 1 de marzo de 1996, creó su primera y hasta ahora única sede, en la ciudad de Aguascalientes, Aguascalientes. Esta Unidad surgió motivada por el deseo de aportar con soluciones tecnológicas, así como de servicios y cursos altamente especializados al desarrollo empresarial e industrial, por ello representa el brazo tecnológico del CIO. En esta ocasión, la presente edición del NotiCIO tiene por objetivo dar a conocer las potencialidades con que cuenta el CIO en su Unidad, así como las labores allí realizadas en el periodo 2019-2020, como una manera de honrar y reconocer a nuestro personal y estudiantes que allí se desempeñan, de manera muy exitosa y satisfactoria.

El contenido de la presente edición ha sido posible gracias a las aportaciones de los Dres. Manuel Servín, Zacarías Malacara, Alfredo Campos, Manuel Peña, Martín Ortíz, Claudio Frausto, Daniel May, Rodolfo Martínez, Fernando Martell y los M. en C. Juan Manuel Bujdud y Cuahutémoc Nieto. También se presentan relevantes avisos en relación a la oferta de cursos técnicos altamente especializados, así como también se citan algunas de las publicaciones generadas en los últimos tres meses.

Los Dres. Manuel Servín y Zacarías Malacara nos ilustran con una contribución muy significativa y pertinente, al invitarnos a reflexionar sobre las condiciones en las que el ilustre Ing. Guillermo González Camarena, inventor y genio mexicano, contribuyó a la invención de la televisión a color; sus circunstancias y la complejidad de los enormes retos técnicos, de intereses financieros y hasta nacionalistas que le tocó vivir en su tiempo y entornos político y social.

El Dr. Alfredo Campos nos recuerda que hace 60 años se inventó el primer láser. Como podrán constatar, el láser es una de las invenciones que más aplicaciones tiene en nuestra vida cotidiana en una variedad impresionante de campos que van desde las de corte industrial hasta el área de la salud; por cierto, una de las aplicaciones en que el CIO tiene mucho interés, es en el diseño y desarrollo de láseres basados en fibra óptica para la fragmentación de cálculos renales, evitando intervenciones quirúrgicas convencionales. Los diseños y aplicaciones del láser, siguen siendo áreas de gran actividad científica y tecnológica, a los que aún no se les puede extrapolar límites.

Por su parte, el Dr. Manuel Peña nos describe algunas de las muchas posibilidades de investigación e ingeniería que ofrece la generación de energía basada en fuentes renovables, no contaminantes y naturales, como lo es la energía solar. Nos menciona sobre sus principios y nos presenta algunos desarrollos con que se cuentan en la Unidad Aguascalientes. No es de sorprender la versatilidad de diseños y la gama de aplicaciones que él y su Equipo de Trabajo han logrado generar, con aplicaciones tan directas como la conversión fotovoltaica hasta aplicaciones tan imprescindibles como la propuesta de plantas purificadoras de agua, basadas en el aprovechamiento de la energía solar.

El Coordinador de la Unidad, Dr. Martín Morales, nos describe los Servicios Tecnológicos con los que allí se cuentan, así como apoyo de Consultoría, Asesoría y Capacitación. Se dispone de: 1) Laboratorio de Radiometría y Fotometría

-RIAL

(único en su género, a nivel regional), 2) Laboratorio de Aplicaciones Láser, 3) Laboratorio de Visión Artificial, 4) Laboratorio de Espectroscopia Raman, 5) Laboratorio de Espectrocolorimetría (acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación, EMA), 6) Laboratorio de Innovación y Caracterización Solar, Térmica y Fotovoltaica y 7) Laboratorio de Optoelectrónica, entre otros. Posteriormente, nos cita algunos de los proyectos exitosos que se han desarrollado en la Unidad, gracias al respaldo de instituciones como el propio CIO, CONACYT, IDSCEA y SICES-Gto., a través de diversas convocatorias provenientes de distintos fondos, todos ellos respaldados por los imprescindibles Fideicomisos Científicos, Tecnológicos y Educativos, que han hecho posible el desarrollo integral de México, sus Estados y sus Municipios.

Los Responsables de los citados laboratorios nos comparten, con mayor detalle, el tipo de investigación y aplicaciones que se llevan a cabo y nos muestran algunas de las muchas aplicaciones y desarrollos en que han participado en los años más recientes.

Así mismo, el Dr. Fernando Martell nos comparte algunas de sus muy gratas experiencias en las actividades de Divulgación Científica que allí han tenido lugar, buscando cumplir con el objetivo de motivar y fortalecer la vocación científica y tecnológica en los estudiantes, de distintos grados escolares, que hemos tenido el gusto de recibir y guiar por las instalaciones de la Unidad Aguascalientes, hasta pocos días antes de la pandemia.

Uno de los productos generados, como consecuencia de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico, son las publicaciones en revistas indexadas y de alto factor de impacto. Tenemos el honor de describirles brevemente el contenido de algunas de ellas, a manera de orientación en este campo altamente especializado.

El Centro de Investigaciones en Óptica, Asociación Civil (CIO), cuenta hasta ahora con más de 50 Laboratorios de Investigación, Desarrollo Tecnológico y de

Servicios Altamente Especializados, así como Laboratorios de nuestros Posgrados. Dependiendo de su especialización, la formación de nuestros estudiantes se lleva a cabo en ellos, por lo que tenemos la necesidad y obligación de mantenerlos operando en las mejores condiciones posibles, atendiendo las políticas de austeridad; estamos convencidos que podemos lograrlo con un espíritu de eficiencia y eficacia, anteponiendo siempre el bien común y el servicio a la sociedad mexicana, como sellos característicos de los 26 Centros Públicos de Investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), que nos preciamos de ser.

Seguiremos comprometidos, trabajando en la normativa asociada a nuestros instrumentos laborales y legales, que nos permitan alcanzar los mayores beneficios para nuestro personal, sin comprometer el crecimiento sostenido de nuestra amada institución, por el bien del desarrollo científico y tecnológico de México.

Dejamos para la posteridad este número, como evidencia de la contribución de la Unidad Aguascalientes a nuestra sociedad y aprovechamos para ratificar el reconocimiento, aprecio y respeto a nuestro bien más preciado: el personal del Centro de Investigaciones en Óptica, A. C. y sus estudiantes.

Sigamos construyendo el futuro que deseamos para nuestras familias y nuestra sociedad, basados en el lema que guía e inspira nuestro quehacer institucional: EL TRABAJO TODO LO VENCE.

Salud, saludos cordiales y ánimo, mucho ánimo para ustedes y sus seres queridos. ¡Mantengámonos sanos!

Fraternalmente
Dr. Rafael Espinosa Luna / Director General del 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, 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. 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



CIOmx



Centro de Investigaciones
en Óptica A.C.



@CIOmx

4 EDITORIAL



- | | | | |
|----|---|----|---|
| 13 | A 60 años del primer láser | 66 | Divulgación en la Unidad Aguascalientes |
| 16 | La investigación e ingeniería en energía solar: Impacto, alcance, desarrollos, contexto regional y nacional, así como el fortalecimiento que esta área aporta al CIO en general | 70 | Proyectos desarrollados en la Unidad Aguascalientes para beneficio del Estado y la región (2019 · 2020) |
| 24 | Guillermo González Camarena ¿Inventor de la televisión en color? | 76 | Publicaciones recientes |
| 32 | Servicios tecnológicos del CIO: valor agregado para la industria y la investigación | 80 | Calendario de capacitaciones 2020 |
| 38 | Actividad académica en el CIO Unidad Aguascalientes | | |
| 44 | Laboratorio de Espectroscopia Raman y sus aplicaciones | | |
| 48 | Laboratorio de Fotometría y Radiometría | | |
| 52 | Laboratorio de Optoelectrónica: óptica y electrónica aplicada | | |
| 59 | Laboratorio Acreditado de Espectrocolorimetría | | |





Theodore Maiman
Red Historia

A 60 AÑOS

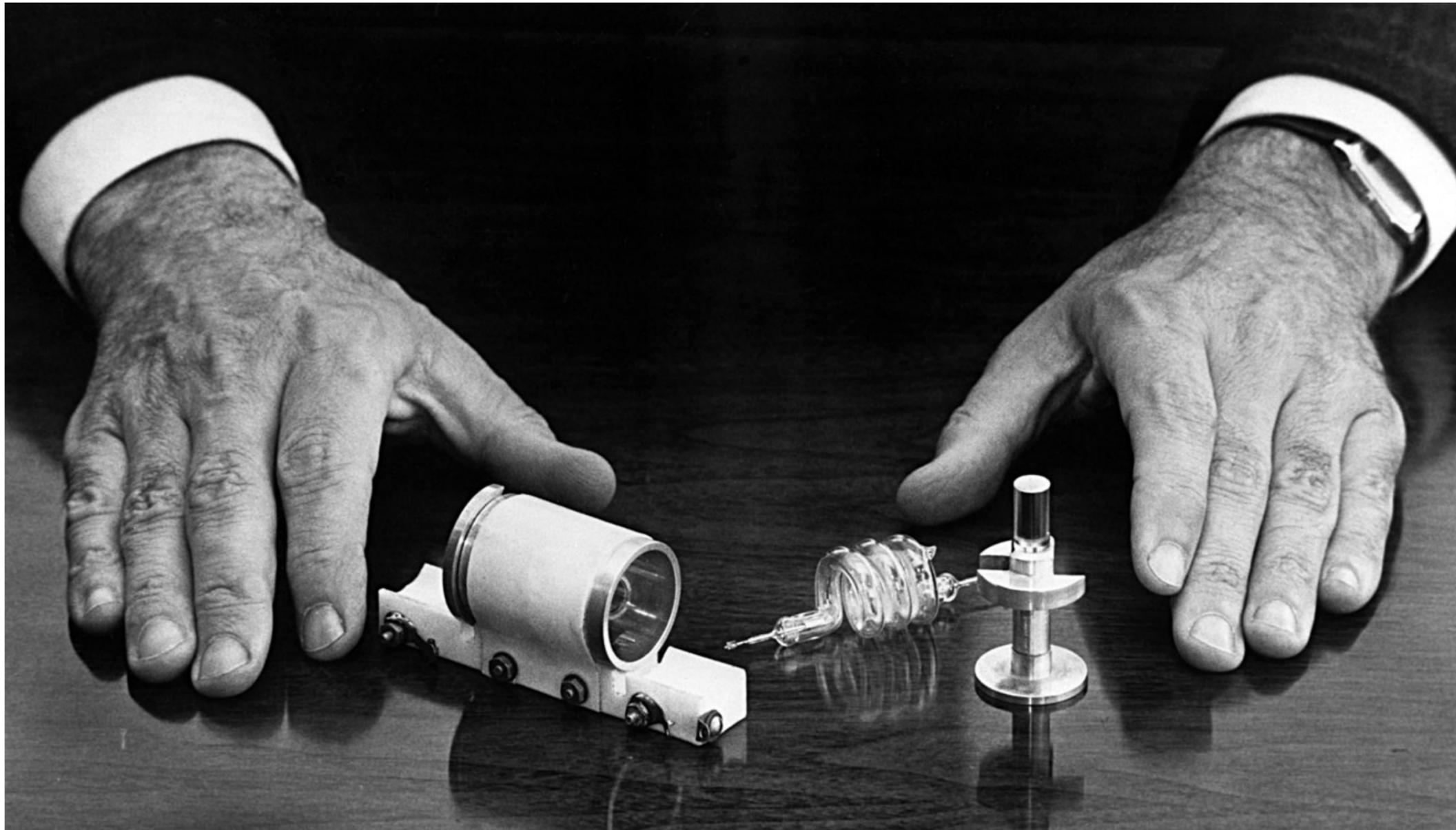
del primer láser

ALFREDO CAMPOS

Hace 60 años el primer láser de la historia funcionó con éxito produciendo un haz luminoso de color rojo. En ese entonces, pocas personas hubieran podido imaginar la importancia científica y tecnológica que esta novedosa fuente de luz iba a cobrar en beneficio de la humanidad, y la manera en que este invento iba a revolucionar nuestro estilo de vida.

Fue en 1960 cuando el científico norteamericano Theodore Maiman logró tal hazaña; su láser estaba hecho de rubí, nombre que se da al mineral rojizo del que está hecha un tipo de piedra preciosa usada en joyería. Era la primera vez que se lograba obtener una emisión en un color visible al ojo humano (ya antes se había conseguido pero en la región de las microondas, que no podemos ver a simple vista).

Para dar a conocer su logro a la comunidad científica mundial, Maiman envió un reporte de su trabajo a la prestigiosa revista *Physical Review Letters*, pero fue rechazado por el comité que lo revisó. Esta decisión pudo deberse quizá al poco entendimiento que se tenía en aquel momento sobre las implicaciones de esta contribución. Pero esto no desanimó a Theodore Maiman, quien envió después su reporte a la reconocida revista *Nature* que finalmente lo publicaría el 6 de agosto de 1960.



En el CIO los láseres no solamente son indispensables para el trabajo científico, de servicios y desarrollo tecnológico que realizan muchos técnicos e investigadores, sino que además algunos de ellos los han llegado a fabricar desde hace tiempo, o los están diseñando actualmente para ciertas aplicaciones médicas e industriales que veremos en los próximos años.

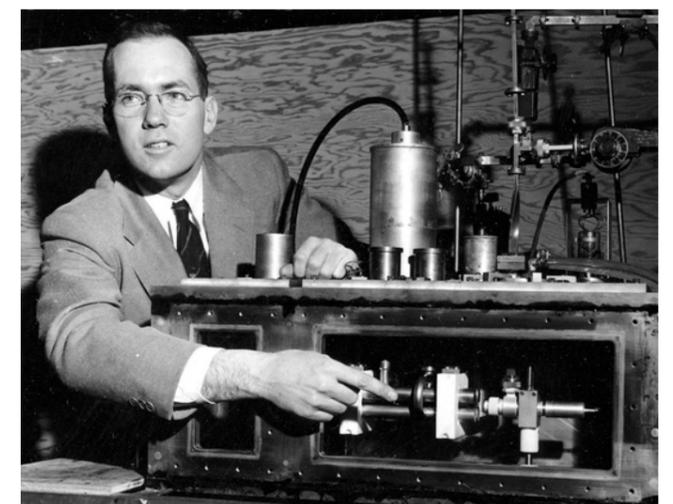
¿Cuántas nuevas aplicaciones de los láseres estarán por llegar antes de que esta útil fuente de luz cumpla su primer siglo de existencia? 

Resulta curioso recordar que en un inicio se consideraba al láser como una “solución en busca de un problema”, pues no se alcanzaba a vislumbrar su utilidad práctica. No paso mucho tiempo antes de que ese “problema” llegara, y luego llegaron muchísimos más, convirtiendo al láser en una herramienta imprescindible, que ha sido y sigue siendo ampliamente utilizado en diversos campos, como en la medicina, las telecomunicaciones, el procesamiento de materiales (corte, grabado, soldadura, etc.), y el de las mediciones de alta precisión para la manufactura avanzada de piezas en la industria

y el control de calidad, por mencionar sólo algunos. Es difícil imaginar algún sector productivo que no se beneficie del empleo de algún láser. Los láseres están por todos lados, pero generalmente pasan desapercibidos a excepción de los espectáculos de luces que se presentan por ejemplo en algunos conciertos musicales.

Hoy en día se cuenta con láseres de muy diversos tamaños, potencias y longitudes de onda de emisión, cada uno de los cuales resulta más conveniente para ciertas aplicaciones. Algunas de ellas han alcanzado desde hace unas pocas

décadas al hogar y la vida diaria. De hecho, casi todos hemos hecho uso de aplicaciones del láser, siendo algunas tan cotidianas como la lectura de códigos de barras de los productos en los supermercados, al escuchar un CD o ver una película en DVD, al usar un apuntador láser o ¡al navegar por Internet! En esta supercarretera de la información, los vehículos son pulsos de luz que viajan por fibras ópticas que transportan a lo largo del planeta la información que solicitamos o que compartimos, ya sea en forma de texto, imágenes, video, voz, etc.



LA INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA EN ENERGÍA SOLAR

Impacto, alcance, desarrollos, contexto regional y nacional, así como el fortalecimiento que esta área aporta al CIO en general

MANUEL PEÑA

Cuando leemos o escuchamos el término “Energía”, se nos viene a la mente numerosas definiciones complicadas y/o conceptos abstractos de nuestra educación básica. El término “Energía” más ampliamente aceptado se refiere simple y llanamente a *la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo*. La unidad de medida para cuantificarla es el Joule (J), en honor al físico inglés James Prescott Joule, y en el Sistema Internacional de Unidades tiene su equivalencia con el Watt · segundo ($W \cdot s$). Entonces, la energía se puede manifestar de diferentes maneras, dependiendo el cambio o el trabajo que se quiera provocar. Por ejemplo, la energía mecánica, que tiene como objetivo relacionar el trabajo necesario para provocar el movimiento de

un objeto. La energía eléctrica, que está relacionada con una diferencia de potencial entre dos puntos y se relaciona con la corriente eléctrica. O la energía térmica, que se asocia con la cantidad de energía que pasa de un cuerpo caliente a un cuerpo frío en forma de calor. Estos son solo algunos ejemplos cotidianos de nuestra interacción con la energía. Existe sin embargo otro tipo de energía que nos debería resultar bastante cotidiana, especialmente a los que vivimos en el planeta tierra, y con ello me refiero a la Energía Solar. Si nos basamos en la definición que hemos mencionado anteriormente, la energía solar podría definirse como la capacidad que tiene el sol para realizar trabajo. ¡Y vaya que el sol realiza trabajo! Pensemos en to-



Bhadla Solar Park en Rajasthan, India

das las implicaciones que tiene el sol para la vida del planeta. El sol nos proporciona calor (energía térmica), nos proporciona iluminación (energía electromagnética), nos proporciona alimento mediante el aprovechamiento de la luz solar de las plantas (energía bioquímica) y más. Resulta además que conforme ha avanzado el entendimiento de nuestro astro rey, hemos aprendido a sacarle un mayor provecho, he aquí algunos ejemplos:

En la actualidad, la mayoría de la población está familiarizada con lo que es un panel fotovoltaico. Estos son cada vez más comunes en techos de viviendas y comercios. Sin embargo, pocos saben que la primera celda fotovoltaica que se constru-

yó data de 1883, ¡hace más de 130 años! todo esto gracias a Charles Fritts, quien recubrió una lámina de oro con selenio, un material semiconductor, lo que permitía generar electricidad con una eficiencia de tan solo el 1%. Hoy en día la tecnología solar fotovoltaica basada en silicio (con una eficiencia que ronda el 16-20%) pareciera haber alcanzado su madurez en el mercado nacional e internacional, con ejemplos como Bhadla Solar Park en Rajasthan, India, la mayor planta fotovoltaica del mundo, con una capacidad instalada de 2,245 MW; se estiman que se utilizaron cerca de 8 millones de paneles fotovoltaicos en un área de 57 km², ¡casi 20 mil campos de fútbol! (<https://www.nsenenergybusiness.com/projects/bhadla-solar-park-rajasthan/>).

Además, la energía solar fotovoltaica ha logrado convertirse en una tecnología capaz de proveer control y regulación de la red eléctrica auxiliar a escala comercial, despejando así toda la incertidumbre que se ha generado en nuestro país el tema de inclusión de las energías renovables en la política de confiabilidad de la red eléctrica nacional (<https://www.globenewswire.com/news-release/2020/08/20/2081321/0/en/First-Solar-Power-Plant-in-Chile-is-World-s-First-to-Deliver-Grid-Services.html>).

Por otro lado, la energía solar como fuente de calor es algo con lo que históricamente el ser humano ha estado familiarizado. Se cree incluso por algunas tablillas de arcilla halladas en vesti-

gios arqueológicos, que uno de los primeros usos de la energía solar de concentración se dio por allá por los años 2000 A.C, en los que las sacerdotisas de Mesopotamia encendían el fuego sagrado de los altares mediante el uso de espejos curvos de oro pulido. Sea esto cierto o no, lo que es cierto es que gracias al avance del conocimiento humano el uso del calor solar va más allá del uso ceremonial o del mero confort térmico. Es posible aprovechar ese calor del sol (energía solar térmica) para solventar procesos térmicos del hogar y la industria. Sistemas de captación solar, como los calentadores solares, nos proveen de agua caliente para uso sanitario sin tener que recurrir al uso de calderas de gas. En la industria el uso de sistemas de con-



Noor Complex Solar Power Plant, en Marruecos

centración solar permite alcanzar mayores temperaturas con las cuales se puede solventar procesos de la industria alimenticia, farmacéutica, textil, automotriz entre otras (<https://inventivepower.com.mx/solucion-en-energia-solar/proyectos-instalados/>). Un concentrador solar es un sistema optomecánico que re-direcciona la luz solar hacia un receptor con el fin de aumentar la densidad de energía (muy similar a como funciona una lupa). Este tipo de dispositivos concentradores de radiación solar se pueden utilizar para procesos de calor en la industria, así como para plantas de generación de energía eléctrica. Un ejemplo de ello es la planta de Noor Complex Solar Power Plant, en Marruecos. Esta planta tiene una capacidad instalada de 580 MW y proporciona energía eléctrica a cerca de ¡1 millón de habitantes! (<https://www.ecohz.com/renewable-energy-solutions/power-plants/noor-solar-power-in-morocco/>). Solo por mencionar un dato, la eficiencia de conversión de energía solar térmica supera el 70%. Es por esto que los sistemas termosolares se posicionan cada vez más como una alternativa muy prometedora para solventar nuestras necesidades de calor y electricidad. Además, existen sistemas híbridos que mediante el uso de celdas fotovoltaicas y disipadores de calor generan electricidad y calor al mismo tiempo aumentando la eficiencia global del sistema hasta en un 85% (<https://www.pv-magazine.com/2020/07/16/cpv-solar-thermal-system-delivering-lcoe-of-0-03-kwh/>). Si lo ponemos en términos monetarios, aumentar la eficiencia de conversión de energía solar a térmico-eléctrica, conlleva a aprovechar mejor la fuente primaria de energía (el sol), con lo cual a mayor aprovechamiento, menor costo nivelado de energía tendrá la tecnología solar.

Como es de apreciar, la ciencia y el desarrollo de sistemas que aprovechen la energía solar en beneficio de la sociedad es un proceso gradual que ha ocurrido gracias a la investigación de numerosas áreas del conocimiento científico. El Grupo de Investigación e Ingeniería en Energía Solar (GIIE-Sol) de la Unidad Aguascalientes del CIO trabaja en la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) de sistemas termosolares y fotovoltaicos para mejorar su competitividad y proveer soluciones a necesidades de calor y electricidad en la sociedad y la industria. En términos generales, se pueden definir 7 áreas claves dentro del actuar del GIIE-Sol:

1. Evaluación del recurso solar.
2. Diseño óptico y mecánico.
3. Optimización de componentes.
4. Instrumentación y control.
5. Pruebas ópticas, térmicas y eléctricas.
6. Sistemas inteligentes.
7. Aplicaciones termosolares y fotovoltaicas.

Cada una de estas áreas, genera grandes retos técnicos que a su vez proveen enormes áreas de oportunidad para la región y el país. México, al estar posicionado en el llamado “cinturón solar” (Latitud: 23.5 °N), es uno de los países más privilegiados del mundo en términos de irradiación solar. Se estima que únicamente para la región semi-árida del Bajío se tiene una irradiación solar promedio de 5.5 kWh/m², y las zonas desérticas del norte del país de ¡hasta 6 kWh/m²!, muy superior a otras regiones de Europa que aprovechan mejor su poco recurso solar. Si bien la energía solar es sumamente abundante en nuestro país, existen todavía pocos esfuerzos a nivel nacional con sistemas industriales que aprovechen este privilegio. En particular,

quisiera ahondar en las aplicaciones termosolares y fotovoltaicas que se desarrollan en el GIIE-Sol del CIO y que representan un esfuerzo complementario con la comunidad científica por aprovechar más y mejor la energía que nos provee el sol en nuestro país.

El desarrollo de sensores inteligentes como medio para la cuantificación de la irradiancia solar mediante metodologías de visión artificial presenta enormes ventajas con respecto a los radiómetros tradicionales: su bajo costo y su capacidad de programación permiten identificar la dinámica del cielo; y con ello, predecir el comportamiento de la irradiancia solar en horizontes cortos de tiempo "Nowcasting". Este proyecto es un esfuerzo multidisciplinario e interinstitucional en donde participan: el CIO con sus unidades Aguascalientes y León, el CentroGeo y el IG-UNAM.

Derivado de la madurez alcanzada ya por las celdas de silicio, se siguen investigando mate-

riales semiconductores alternativos que proporcionen una mayor eficiencia de conversión de energía (electromagnética-eléctrica). Existen ya celdas de uso comercial (aunque limitado), basadas en la unión de múltiples capas de distintos materiales semiconductores (como una especie de sandwich de semiconductores), llamadas celdas Tandem o de Multi-unión. Estas capas aprovechan ciertas longitudes de onda del espectro electromagnético para convertir la luz solar en energía eléctrica con una eficiencia de hasta 40% (<http://suncoreus.com/cpv-technologies/cpv/>). Si bien requieren de elementos ópticos para aprovechar mejor la radiación solar, y esto las hace costosas comparadas contra los otros tipos de celdas mencionadas, son una alternativa prometedora que el GIIE-Sol investiga para reducir costos y volverla comercialmente competitiva (Proyecto liderado por el Dr. Arturo Díaz).

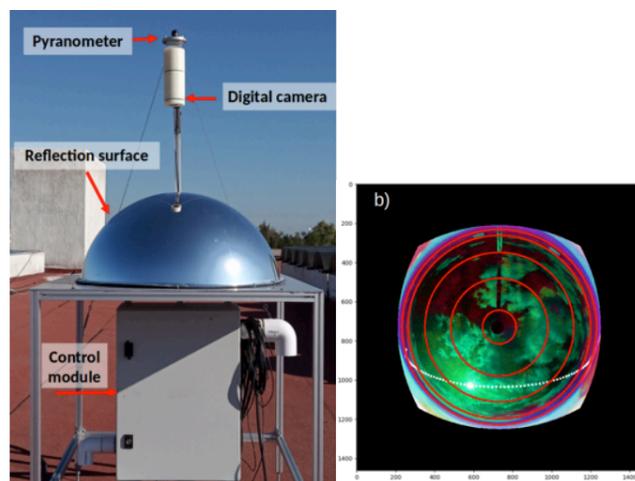
El desarrollo de sistemas de concentración solar que permitan alcanzar temperaturas

medias de operación (100-300 °C) para atender necesidades de la industria (calor solar de proceso) es un tema de gran interés para el GIIE-Sol. Es por ello que se han realizado esfuerzos de vinculación con la industria local, en particular con la empresa Inventive Power® (de capital 100% nacional), que permita mejorar el rendimiento y la robustez de estos sistemas y con ello alcanzar las temperaturas de operación requeridas para los procesos térmicos industriales (Proyecto liderado por el Dr. Manuel Peña).

Dos proyectos muy interesantes con los que cuenta el GIIE-Sol son la obtención de combustibles solares (H_2 , CO, metano, etc.) usando energía solar concentrada y el uso de energía solar para llevar a cabo la purificación de agua. Al respecto, se han obtenido los recursos por parte del CONACYT para diseñar y construir prototipos en los cuales, puedan llevarse a cabo pruebas experimentales, con la finalidad mejorar el desempeño



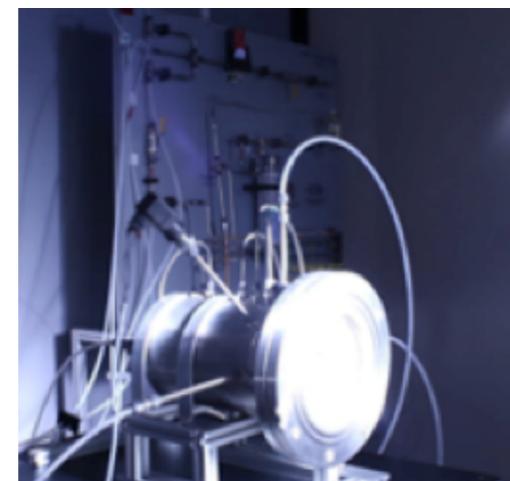
Concentrador desarrollado por la empresa Inventive Power® con apoyo del GIIE-Sol



Sistema de predicción de Irradiancia Solar en horizontes cortos de tiempo "Nowcasting"



Sistema de seguimiento solar para celdas multi-unión de alta concentración



Reactor termoquímico

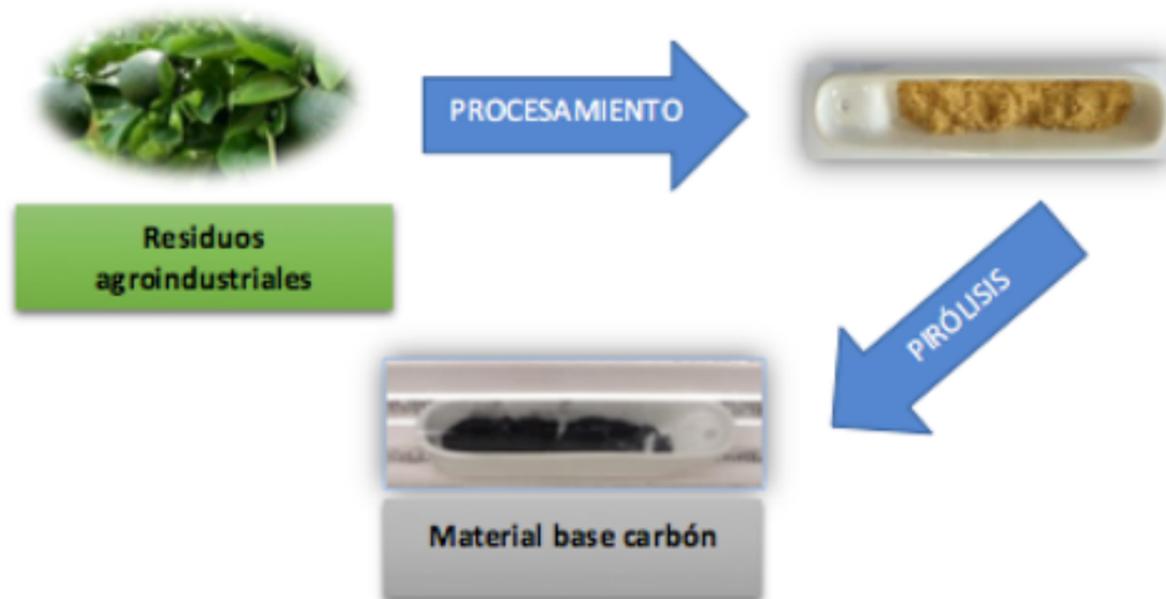


Sistema Solar para la Potabilización de Agua

de este tipo de sistemas, hasta conseguir grados de madurez tecnológica que permitan su posible patentamiento o transferencia de tecnología. (Proyecto liderado por el Dr. Carlos Pineda).

Dentro del GIIE-Sol también se integran investigadoras posdoctorantes como la Dra. Nancy Gpe. González Canché, quien realiza investigación orientada hacia el desarrollo de recubrimientos absorbentes solares, a partir de materiales sustentables. Su estancia la realiza dentro del marco del programa Estancias Posdoctorales para Mujeres Mexicanas Indígenas en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

Como se puede apreciar, el GIIE-Sol busca incidir de manera positiva en la atención de oportunidades para el aprovechamiento de la energía solar. La misión del grupo es la de generar I+D+I que permita solventar los grandes retos sociales e industriales en materia energética, posicionado al CIO como un referente nacional e internacional, acorde al enorme potencial solar del país; migrando en el esfuerzo hacia un país más sustentable, democratizando el acceso a la energía renovable, todo esto con ciencia y tecnología nacional por el bien de la sociedad. ▀



Síntesis de materiales base carbón a partir de residuos agroindustriales.

DIRECCIÓN DE PROYECTOS

CURSO

PROGRAMA DE EDUCACIÓN CONTINUA

El programa de educación continua del CITTAA tiene por objetivo promover las competencias tecnológicas que impulsen a las MiPYMES y grandes empresas de cualquier giro, para desarrollar ventajas competitivas basadas en gestión tecnológica e innovación.

Informes (costos): direccion.tecnologica@cio.mx



GUILLERMO GONZÁLEZ CAMARENA

¿Inventor de la televisión en color?

MANUEL SERVÍN

ZACARÍAS MALACARA

Ing. Guillermo González Camarena



Desde hace años, los autores nos hemos interesado en la historia de la invención de la televisión en color, atribuida en México al Ing. Guillermo González Camarena en 1940. Esta narrativa la hemos oído en muchas ocasiones, como en los antiguos noticieros de Jacobo Zabudovsky. Abajo ponemos dos videos (hay varios mas) en YouTube sobre el Ing. Gonzales Camarena:

1. *González Camarena - La invención de la TV a Color.*

<https://www.youtube.com/watch?v=FLfUEDEzDn4>

2. *¿Quién inventó la televisión? – El primer televisor a color.*

<https://www.youtube.com/watch?v=IdQgJcs70lo>

El desarrollo de una tecnología relevante para el público general y los perfiles de los hombres responsables de esos avances han sido presentados en un sinnúmero de ocasiones como héroes singulares con un perfil fuera de todo contexto. En

el imaginario colectivo se ha llegado incluso a dimensionar sus aportaciones a un alcance mucho mayor que sus logros. A ochenta años del más importante logro de Guillermo González Camarena, el desconocimiento de sus aportaciones permanece incluso en personas que dicen conocer ese campo de las telecomunicaciones: la televisión y en particular, la televisión a color. El Ing. Guillermo González Camarena (1917-1965) inventó y patentó en 1940 un sistema electro-mecánico de televisión en color (TV color) llamado, sistema tricromático secuencial de campos. En la figura vemos la carátula de esta patente 2,296,019 en la US Patent Office (USPTO) del 19 de agosto de 1940. Sin embargo González Camarena no inventó la tecnología de los transmisores y receptores de TV color que se usaron en México desde 1968 hasta el año 2010. Esta tecnología fue creada por la compañía estadounidense: Radio Corporation of America (RCA).

El sistema de TV color de González Camarena era un sistema electro-mecánico que usaba un filtro tricolor rotativo que al girar expone secuencialmente los colores rojo, verde y azul delante de un televisor en blanco y negro. Con este sistema electro-mecánico tricolor enfrente de una TV blanco y negro uno puede lograr una versión simplificada de un televisor en color. Haciendo un análisis más documentado podemos ver que hubo decenas de patentes de sistemas electro-mecánicos de TV color antes de la patente del Ing. González Camarena. Solo para mostrar unas cuantas, se listan las siguientes patentes (la fecha corresponde al año de la solicitud):

• **1925 US PATENT 43,219 TELEVISION SYSTEM, Vladimir Zworikin,**

• **1928 US PATENT 1,925,554 TELEVISION APPARATUS AND THE LIKE, John Baird.**

• **1938 US PATENT 2,200,285 TELEVISION IN NATURAL COLORS, Robert Lorenzen,**

• **1938 US PATENT 2,191,515 COLOR TELEVISION, Otto von Bronk.**

• **1938 US-PATENT 2,259,884, COLOR TELEVISION SYSTEM, Alfred Goldsmith.**

• **1939 US-PATENT 2,375,966, SYSTEM OF TELEVISION IN COLORS, Georges Valensi.**

Aunque las patentes de 1925 y 1928 no dicen explícitamente TV color, leyéndolas, podemos ver que estos inventos son para TV en color. En aquellos años (1925-1950) hubo decenas de patentes de TV color por inventores solitarios y asociaciones nacionales que podemos consultar en la páginas WEB de la USPTO.

Tal vez el más conocido fue John Baird que en 1940 hizo una demostración pública de su televisión de color (sistema electro-mecánico) usando un filtro rotativo con tres colores (similar al de González Camarena) y que podemos consultar en el sitio: <http://www.bairdtelevision.com/colour.html>. Haciendo el esfuerzo mental para ubicarse en 1940, uno puede ver que los esfuerzos del Ing. González Camarena si contribuyeron al esfuerzo internacional de inventores de TV color usando (casi siempre) sistemas electro-mecánicos. El haber obtenido González Camarena una patente en la oficina estadounidense de patentes, avala que este invento si tuvo algunas contribuciones originales a nivel mundial.

Sin embargo la televisión de color que conocimos en México desde los juegos olímpicos de 1968, fue un invento exclusivo de la empresa RCA. Esta compañía se dio a la tarea de inventar la TV color completamente electrónica (sin ningún artilugio mecánico) y culminó en el estándar del National Television System Committee (NTSC) en 1953. Además de que la TV color NTSC debía de ser





únicamente electrónica, el reto más importante sin embargo fue que esta nueva tecnología debía ser compatible con los televisores en blanco y negro ya existentes (23 millones en 1953; "TUBE The Invention of the Television," HARCOURT 1996). En otras palabras, las transmisiones de TV color debían ser recibidas dentro de los 6 megaciclos de ancho de banda de los antiguos televisores blanco y negro sin ninguna modificación a estos aparatos. Cumplir con este requisito de compatibilidad, fue tal vez, el reto más importante que tuvo la RCA para su sistema de

TV color. Es por ello que ningún ingeniero, en solitario, hubiese tenido ni los millones de dólares, ni el conocimiento en ciencia y tecnología que la compañía RCA tenía para inventar la TV color. Después de 1945, podemos decir que los inventores solitarios son solo un romántico invento literario de las películas de Hollywood (acuérdense del Doctor Emmett "Doc" Brown en "Regresando al Futuro" de 1985). Sin el esfuerzo técnico y económico de la RCA, estimamos que la invención de la TV color se hubiese demorado al menos diez años más. La historia

de este importantísimo desarrollo tecnológico fue publicada por la RCA misma en "PRINCIPLES AND DEVELOPMENT OF COLOR TELEVISION SYSTEMS," por George Brown del Research Department, RCA Laboratories Division, Princeton, N. J., paginas 144-205 (June 1953). Esta joya documental de la tecnología del siglo XX se puede consultar en: <https://worldradiohistory.com/ARCHIVE-RCA/RCA-Review/RCA-Review-1953-June.pdf>.

Finalmente hay que decir que en las primeras décadas del NTSC los colores eran mal reproducidos por los televisores. Se decía en broma, que NTSC significaba Never The Same Color (nunca el mismo color). Esto se debía a que implementar un circuito de amarre de fase confiable, con bulbos, para demodular el color era difícil. Además los televisores a color costaban mucho más que los de blanco y negro. Entonces, a principios de los 60's González Camarena propuso un sistema muy ingenioso: el Sistema Bicolor Simplificado Mexicano, usando solo dos colores, el rojo y el cian. La gran ventaja de este sistema es que no necesitaba el sofisticado circuito de demodulación del color del NTSC, aunque la fidelidad cromática disminuía. La idea era transmitir alternativamente una imagen de color rojo y la siguiente de color cian. En este caso, el receptor TV color era un televisor de blanco y negro modificado para remplazar el cinescopio blanco y negro por el cinescopio tricolor del NTSC. Pensamos que este sistema bicolor hubiese sido una buena y más barata alternativa que el NTSC para el México de los 60's hasta tal vez los 80's en donde los receptores NTSC con circuitos integrados se hicieron más baratos y confiables.

https://cio.mx/archivos/temporales/1964_07_Electronics_World_1964_07_MERGED_CAMARENA.pdf

En conclusión, podemos ver que antes del estándar de TV-color, NTSC de 1953, hubo decenas de inventores independientes como el Ing. González Camarena que desarrollaron sus versiones de TV color, casi siempre electro-mecánicas. No está por demás hacer énfasis que el reto tecnológico para desarrollar el estándar para la TV color NTSC, no podría haber venido de algún solitario inventor, porque (como dijimos), ningún inventor tenía la capacidad técnica y económica suficientes como para inventar la TV color como la conocimos en México entre 1968 y 2010.

US-Patent 2,296,019A, González Camarena: <https://patents.google.com/patent/US2296019A/en>

González Camarena en Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Guillermo_Gonz%C3%A1lez_Camarena

Televisión en color en Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Televisi%C3%B3n_en_color 





SERVICIOS TECNOLÓGICOS DEL CIO

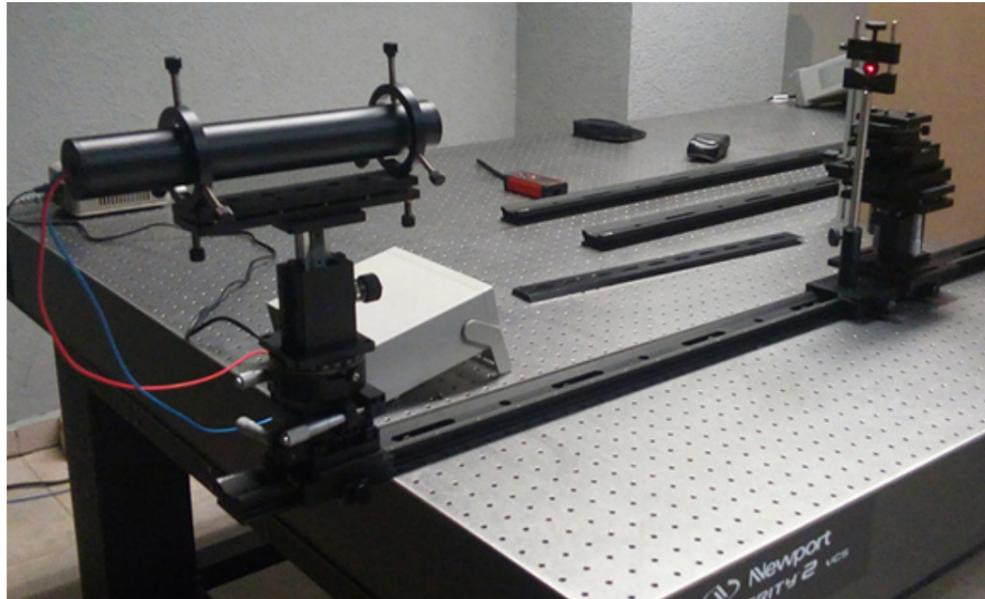
valor agregado para la industria y la investigación

MARTÍN ORTÍZ

En el Centro de Investigaciones en Óptica, A.C., particularmente en su Unidad Aguascalientes, se tiene como objetivo generar conocimiento y llevarlo a la práctica a través de una cartera de servicios especializados de consultoría, asesoría y capacitación que pueden ser diseñados de acuerdo con las necesidades del sector productivo. A lo largo de los años, a partir de la creación de la Unidad, se han desarrollado e implementado una serie de servicios tecnológicos con base en las necesidades de la industria local y regional, algunos de ellos fueron más allá de realizar una medición o un servicio especializado, como es el caso de que además de rea-

lizar una medición, se proporciona capacitación y asesoría al cliente para la adquisición de equipo e incluso apoyarle en la puesta en marcha de algún laboratorio en su empresa. Los laboratorios con los que se cuenta en la Unidad y que se caracterizan por ofrecer dichos servicios son:

Laboratorio de Fotometría y Radiometría, dentro de los servicios que presta este laboratorio, se encuentran, entre otros: Caracterización de fuentes de luz (Luminarias: incandescentes, fluorescentes, Led's, etc.). Caracterización de luminarias automotrices (Faros, calaveras, direccionales, etc.). Mediciones de niveles de iluminancia (Lx) y



luminancia (cd/m^2), Temperatura de Color Correlacionada (TCC), Coordenadas Cromáticas CIE, Índice de Reproducción de Color (IRC), Curva de respuesta espectral, distribución espacial luminosa. Medición de materiales retroreflejantes (medición de coeficiente de retroreflectividad en señalamientos viales, textiles etc.). Caracterización de señalamientos de seguridad, pinturas, etc. Medición de luminancia para la evaluación de materiales fotoluminiscentes, pantallas, autopartes tales como: tableros indicadores, botones, espejos, palancas de velocidades, etc. Caracterización de fuentes de radiación UV (medición de potencia radiante, Curva de Respuesta Espectral, dosimetría, etc.), caracterización de procesos de esterilización por UV y curado. Determinación de niveles de iluminación y uniformidad de espacios de trabajo, invernaderos, hospitales, bibliotecas, vialidades, etc.

Por su parte, en el *Laboratorio de Aplicaciones Láser* se realizan servicios de: Diagnóstico de sistemas láser de corte, grabado, soldadura, limpieza, etc. (medición de potencia, verificación de alineación y enfoque, limpieza de componentes ópticos, entre otros), mantenimiento preventivo y correctivo, asesorías para la implementación de sistemas láser de corte, grabado, soldadura, de acuerdo a las necesidades de la industria.

También contamos con un *Laboratorio de Visión Artificial*, en el cual se atienden servicios relacionados con medición y pruebas de distorsión en espejos automotrices, diagnóstico y asesoría para la implementación de sistemas de visión en líneas de producción para control de calidad de sus productos.

Aunado a estos laboratorios, en el *Laboratorio de Espectroscopia Raman*, dedicado ma-

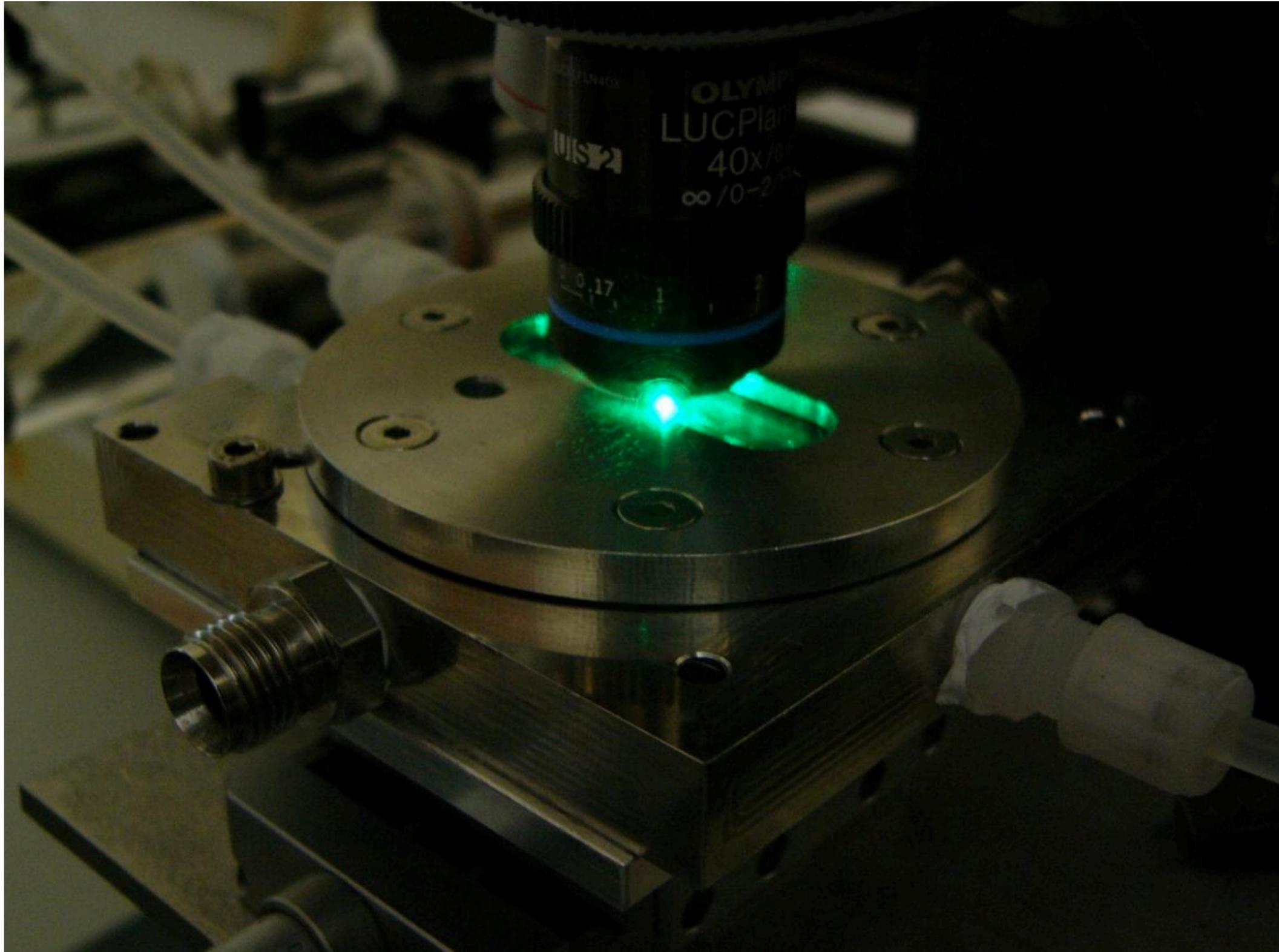
yormente a investigación, se realizan servicios de caracterización de materiales mediante espectroscopia Raman (polímeros, pigmentos, pinturas, solventes, cerámicas, óxidos metálicos, entre otros).

En el *Laboratorio de Espectrocolorimetría*, acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), se realizan servicios de calibración de espectrofotómetros UV-Vis, calibración de espectrocolorímetros, calibración de brillómetros, medición de materiales de referencia para UV-Vis, medición de materiales de referencia para color, medición de materiales de referencia para alto brillo, calibración de luxómetros y cabinas de luces para comparación de color; además se realizan los siguientes servicios: Medición de color, Formulación de color en textiles, Aplicación de prueba Hue-Test, Mediciones de transmitancia, absorbancia y reflectancia.

El *Laboratorio de Innovación y Caracterización Solar Térmica y Fotovoltaica (LICS-TF)*, es

un laboratorio de reciente creación enfocado al área de energías renovables, aparte de realizar investigación en dicha área, cuenta con la capacidad para realizar servicios tales como: Caracterización de sistemas de concentración solar, Comparación de piranómetros para la industria Foto-Voltaica y Termosolar, Dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos aislados e interconectados a la red eléctrica (SFVI), Servicio de medición de Carbón orgánico total, Servicio de medición de demanda química de Oxígeno, Medición en películas delgadas de: coeficiente de sombreado, coeficiente global de transferencia de calor y coeficiente visible térmico, Medición de parámetros básicos in-situ, cuerpos receptores (pH, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, DQO, etc.) así como Medición de área superficial por fisisorción de gases (área BET) y Diagnóstico energético.





Por otro lado, el personal de dichos laboratorios también ofrece cursos de capacitación a la industria, dentro de los cuales se encuentran: Radiación UV, Básico de iluminación, Colorimetría básico, Formulación de color textil a nivel laboratorio, Sistemas láser en la industria, Visión artificial, Fotometría y color, Diseño óptico de no-imagen para sistemas de iluminación, Evaluación del recurso solar y sus aplicaciones, Curso teórico-práctico de sistemas fotovoltaicos y curso de eficiencia Energética.

Cabe mencionar que cada uno de los laboratorios cuenta con la capacidad para poder implementar arreglos ópticos y opto-electrónicos específicos para la solución de necesidades de la industria, de tal manera que posterior a dicha implementación, estos se pueden adicionar a la cartera de servicios especializados ofertados.

Por último, es importante comentar que de alguna manera, la mayoría de los servicios que se ofrecen, así como los equipos con los que cuenta cada uno de los laboratorios, han sido utilizados por investigadores del CIO principalmente, para verificar alguna característica de sus muestras que requieren para sus investigaciones, sin descartar que también se han utilizado en proyectos de colaboración con otras instituciones locales, regionales y nacionales. ■



Evento de aniversario en 2020.

ACTIVIDAD ACADÉMICA EN EL CIO

Unidad Aguascalientes

RODOLFO MARTÍNEZ

La Unidad Aguascalientes del CIO inició actividades en el año de 1996, con domicilio en el centro de la ciudad de Aguascalientes, y desde el año 2000 se encuentra en sus instalaciones actuales, al sur-poniente de la ciudad. Destinada a realizar investigación básica y aplicada, así como servicios para empresas, en sus primeras dos décadas contó con estudiantes provenientes de diferentes universidades del estado de Aguascalientes que realizaron servicio social, prácticas profesionales y tesis de licenciatura. También dentro de esta etapa se realizaron algunas tesis de posgrado,

maestría y doctorado, y estancias posdoctorales. La incorporación de más personal de investigación, y el apoyo de técnicos e ingenieros, permitió que en 2015 se iniciara el fortalecimiento del posgrado en nuestra Unidad Aguascalientes. Así, al final del 2015 se impartió el curso propedéutico para la primera generación de estudiantes del posgrado de optomecatrónica que cursarían su posgrado completo, de inicio a fin, en nuestra Unidad Aguascalientes. De esta forma, en 2016 se contó con las primeras dos generaciones de estudiantes del posgrado de Optomecatrónica.



Ese mismo año, y como parte del plan de fortalecimiento de las actividades académicas, se realizaron los primeros talleres de óptica, robótica y energías renovables, que desde entonces se han impartido año con año. El crecimiento en las actividades académicas continuó en 2017 al incorporarse los primeros estudiantes de doctorado y además en 2018 se retomó el ingreso de estudiantes de posgrado del programa interinstitucional de ciencia y tecnología (PICYT) en el que participa el CIO. Así, para el 2018 la actividad académica había tomado el impulso necesario para

crecer tanto en número de estudiantes de pregrado, maestría, doctorado y posdoctorado, como de programas de posgrado, optomecatrónica, ciencias, ingeniería óptica, ambiental y mecatrónica, realizando investigación y desarrollo tecnológico en áreas como láseres, espectroscopía, colorimetría, energías renovables, control, robótica, inteligencia artificial, procesamiento de imágenes, realidad aumentada, pruebas ópticas no destructivas, iluminación, sensores, dispositivos termo solares y fotovoltaicos, fibras ópticas, concentradores solares, química solar, visión artificial, etc.

Con todo este crecimiento, se pasó de tener los primeros cinco alumnos en 2016 a una plantilla de veintisiete alumnos de posgrado a inicios del año 2020, con un crecimiento constante en el número de alumnos cada año. Esto nos permitió organizar en 2019 la primera exposición de pósters en donde los alumnos tuvieron la oportunidad de compartir la descripción, desarrollo y resultados de sus proyectos de investigación.

Al momento, en CIO-Aguascalientes se encuentra una comunidad estudiantil dinámica que es parte del comité estudiantil del CIO, y pertenecen a los capítulos de estudiantes CIO-OSA-SPIE; se han organizado para participar en los eventos deportivos y celebraciones de aniversario, también participan activamente en los talleres y seminarios que se organizan en nuestra Unidad Aguascalientes.

En un contexto corto, esta ha sido la jornada académica del CIO Unidad Aguascalientes, que en años recientes se ha consolidado en el estado de Aguascalientes. A través de las diferentes actividades de reactivación y promoción del posgrado, el CIO-Aguascalientes es una opción importante en la formación de capital humano a nivel posgrado, maestría y doctorado, para alumnos de pregrado que hacen sus prácticas profesionales y su tesis de licenciatura; y también lo es para estudiantes de posdoctorado e investigadores visitantes que enriquecen nuestra actividad académica. En este sentido, en los últimos años hemos visto crecer y desarrollarse a nuestro programa de posgrado de manera gratificante para todos los que estamos involucrados en esta importante tarea. ■



Estudiantes de posgrado.



Exposición de proyectos en sesión de póster.



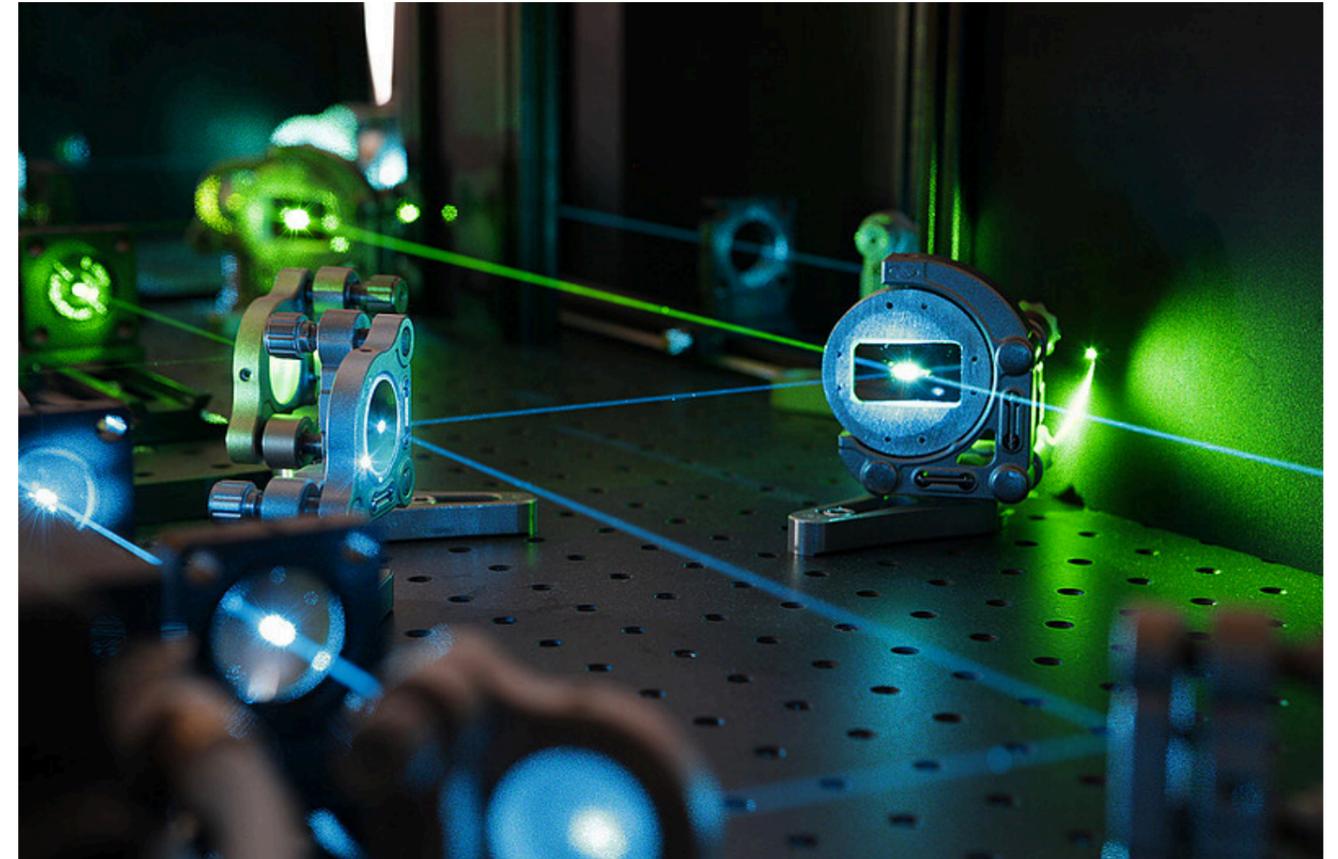
LABORATORIO DE ESPECTROSCOPIA RAMAN

y sus aplicaciones

CLAUDIO FRAUSTO

La espectroscopia es una subdisciplina de la óptica que estudia la interacción de la radiación electromagnética y la materia, mediante el análisis del espectro, a través de un sistema óptico. En física el espectro es la descomposición de la radiación electromagnética en sus diferentes frecuencias y/o longitudes de onda. Un ejemplo de espectro es el arcoíris (*Figura 1*) en donde se descompone la luz blanca del sol en sus colores debido a la refracción de la luz por las gotas de lluvia. Otro ejemplo de espectro es el que se obtiene al refractarse la luz blanca por medio de un prisma. Hay otros ejemplos en donde se necesita poner más atención para ver el espectro de la luz como observar una lámpara a través de una malla con agujeros muy pequeños, el reflejo de la luz en un disco compacto, entre otros.

El estudio del espectro se remonta al siglo XVII, cuando Isaac Newton descubrió por primera vez que enfocar una luz a través del vidrio la dividía en los diferentes colores del arco iris (conocido como espectro de luz visible). Llevó siglos de investigación desarrollar el estudio de este fenómeno en un campo coherente que pudiera usarse para sacar conclusiones útiles con aplicaciones en la vida cotidiana. Generalmente, el análisis espectral se basa en detectar la absorción y/o emisión de radiación electromagnética por la materia. En la absorción se da el proceso por el cual dicha radiación es captada por la materia, es decir se gana energía. En la emisión, proceso contrario, la radiación es emitida por la materia, es decir se pierde energía. Esta energía pudo haber sido ganada previamente bajo ciertas circunstancias experimentales controladas



o no controladas. La producción y el análisis de un espectro generalmente requiere lo siguiente: (1) una fuente de luz (u otra radiación electromagnética), (2) un elemento dispersor para separar la luz en las longitudes de onda que la componen, y (3) un detector para percibir la presencia de luz después de la dispersión. El sistema óptico utilizado para separar la luz en sus longitudes de onda y detectar el espectro se llama espectrómetro. El objetivo de la espectroscopia es obtener información de la materia por medio de sus espectros tales como estructura interna, temperatura, identificar sus áto-

mos o moléculas, etc. La espectroscopia tiene aplicaciones en casi todas las áreas científicas como: ciencias físico matemáticas y químicas, ciencias de cómputos e ingeniería, ciencias biológicas, ciencias de la salud, ciencias agrícolas o ambientales, ciencias terrestres y atmosféricas, ciencias interdisciplinarias, ciencias sociales, entre otras. Por ejemplo, en astronomía la espectroscopia permite explorar la luz de las estrellas hasta el punto de conocer muchas de sus características y propiedades por medio del espectro de estas, tales como su temperatura, composición química y movimiento.



Figura 1. Arcoiris.
<https://www.tigttagworld.co.uk/film/what-is-a-rainbow-PRM00012/>



Figura 2. Algunas variedades de miel de abeja.
<https://www.hunaja.fi/en/about-honey-and-the-bee/different-types-of-honey/>

En medicina se usa para conocer diversas variables fisiológicas. Involucrando el procesamiento de alimentos y bebidas, seguridad y empaque. Así mismo, ya que el espectro es como si fuera algo así como la huella digital del material, la espectroscopia se usa en controles de calidad. En este sentido, en el laboratorio de Espectroscopia Raman del CIO unidad Aguascalientes se ha estado realizando investigación básica y aplicada, principalmente, en el área de biofotónica y caracterización óptica de materiales. En el sector Agro-alimentario se han analizado diversos tipos de muestras como embutidos, quesos, miel de abeja, ceras, frutos, etc. En el caso de las mieles y ceras es necesario tener controles de calidad espectroscópicos debido a que las variedades de mieles (Figura 2) son muy amplias ya que las flores de cada planta, de las cuales las abejas recolectan néctar, tienen un efecto en el sabor, la consistencia y el color de la miel; así mismo, dependiendo del origen de la planta, la miel pue-

de cristalizar rápidamente, como es el caso de la miel de mezquite, y/o permanecer líquida durante más tiempo como es el caso de la miel de aguacate. También se ha trabajado en el análisis de plantas, como las cactáceas, en donde mediante espectroscopia Raman se analizó que tipo de cristales de oxalato sintetiza cada especie (Figura 3). Debido a que las técnicas espectroscópicas son no destructivas también se pueden aprovechar para analizar otro tipo de muestras como es el caso de piezas de arte y piedras preciosas. En el caso de piezas de arte es necesario tener la huella espectroscópica de los materiales originales que la componen en dado caso que se necesite una restauración. En este sentido en el laboratorio se trabajó en identificar los pigmentos usados en las acuarelas (Figura 4) de la obra gráfica de Alfredo Dugès. En el caso de piedras preciosas en el laboratorio se analizó el ámbar de Chiapas (Figura 5). El ámbar es una piedra preciosa de origen vegetal, y por lo tanto

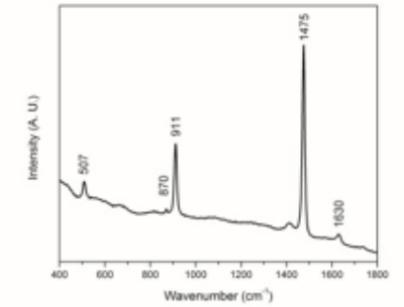
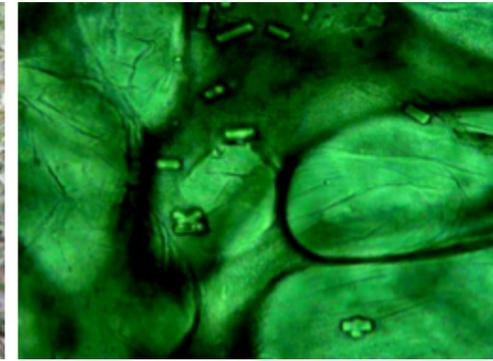


Figura 3. Ejemplar de *Stenocactus multicostatus* y cristales de oxalato de calcio presentes en la células de esta con su correspondiente espectro Raman.

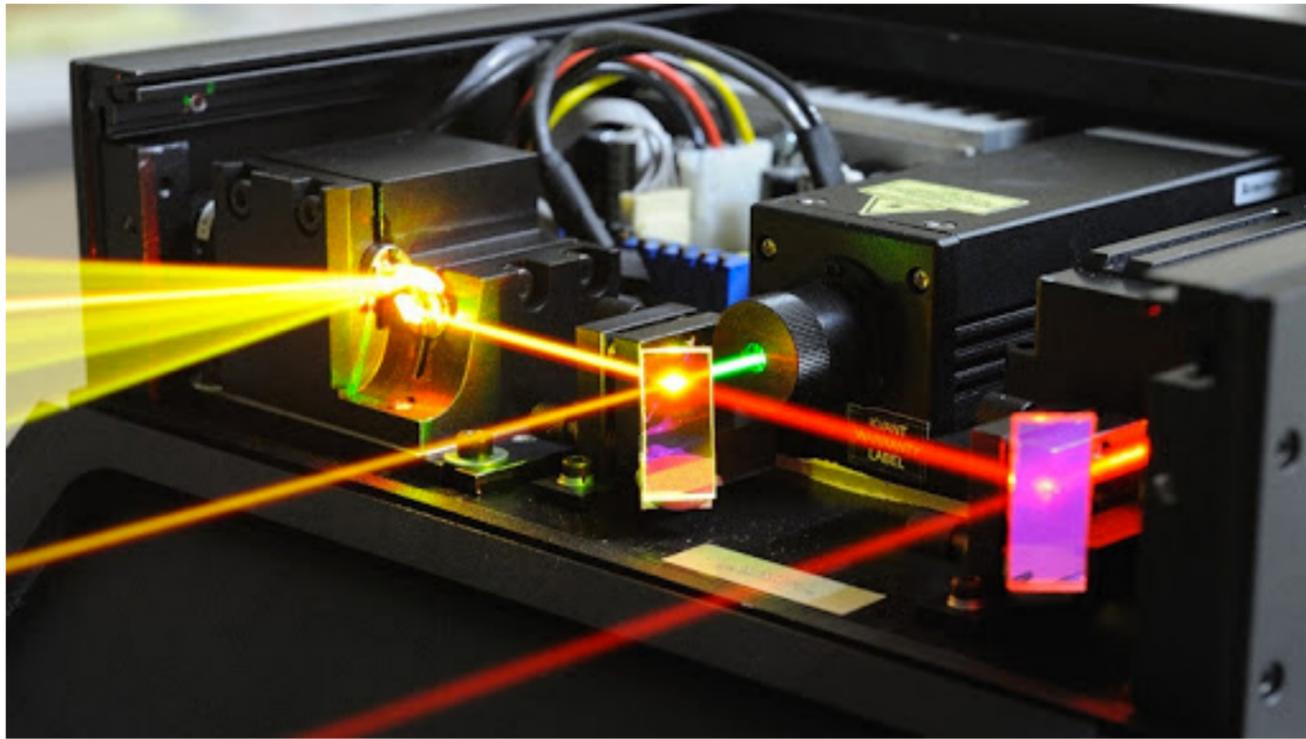
pertenece al grupo de piedras preciosas orgánicas, al igual que las perlas o los corales entre otras. Algo que se debe tener en cuenta tratándose de una gema escasa y muy demandada es que a menudo intenta ser falsificada con cierto tipo de plásticos y vidrios, por lo tanto, como control de calidad, la espectroscopia es muy útil en estos y otros casos. ▀



Figura 4. Acuarela creada por Alfredo Dugès.
<http://vamonosalbable.blogspot.com/2010/11/la-obra-grafica-de-alfredo-duges.html>



Figura 5. Ambar de Chiapas.
<https://www.gob.mx/se/articulos/sabias-que-el-ambar-de-chiapas-tiene-denominacion-de-origen>



LABORATORIO DE FOTOMETRÍA Y RADIOMETRÍA

JUAN MANUEL BUJDUD

La luz tiene un gran impacto en virtualmente cada fase de la experiencia humana dado que percibimos la mayor parte del mundo que nos rodea a través de la visión, lo anterior gracias a que la luz es reflejada, transmitida o emitida y llega a nuestros ojos. Pero ¿qué es la luz? Se puede decir que es un tipo de radiación que forma parte del espectro electromagnético a la cual nuestro ojo es sensible, más precisamente, es una pequeña porción comprendida en el intervalo de 380 nm a 760 nm,

como se puede ver en la Figura 1. Sin embargo y de manera común, en ocasiones también se incluye las porciones de radiación ultravioleta e infrarroja como parte de la luz.

Además de permitirnos percibir las cosas ¿para qué más sirve la luz? Existe una gran cantidad de aplicaciones en donde se requiere caracterizar y evaluar las propiedades físicas de esta radiación, siendo la Fotometría la ciencia encargada de ello. Cabe mencionar que una característica

importante de la luz es su color, y la Colorimetría es una parte de la Fotometría dedicada a establecer teorías y metodologías para la cuantificación y especificación del mismo. Así, dependiendo de lo que se quiera determinar, existen diversas magnitudes físicas que se pueden obtener mediante la implementación de técnicas de medición de acuerdo a procedimientos establecidos en la normatividad internacional, como pueden ser: Flujo luminoso total, Distribución espectral y espacial, Intensidad Luminosa, Iluminancia, Coordenadas de Color, Temperatura de Color Correlacionada, Longitud de Onda Dominante, Coeficientes de Retroreflexión, Luminancia, etc.

En el CIO, desde hace varios años se han desarrollado proyectos y realizado servicios en el área de la Fotometría, como son: Diseño de Iluminación en Refrigeradores (MABE), Registro Colorimétrico en Acuarelas (U. de Gto.), Medición de Retroreflexividad en Viales (SEMEX), Medición de Potencia Radiante UV (DANONE), Elaboración de Anteproyectos de Norma para Iluminación de Vialidades (IMT), entre otros. Sin embargo, el CIO consciente

de la falta de un laboratorio en la región que satisficiera las necesidades en esta área del conocimiento y atendiendo las demandas de diferentes sectores económicos de la industria, en el año 2016 se creó el Laboratorio de Fotometría y Radiometría (LFyR) en la Unidad Aguascalientes. El objetivo de este Laboratorio fue el de contar con infraestructura de vanguardia y personal especializado para apoyar a la industria y poner a su disposición los medios para acelerar su crecimiento tecnológico y económico por medio de beneficios tales como, la oferta de una cartera de servicios especializados, la disminución en costos de servicios, tiempos de respuesta cortos, aumento en su competitividad, etc. Muestra de lo anterior, fue la construcción de un túnel fotométrico de 40 m de longitud (el de mayor longitud de una institución pública en el país), ver Figura 2. Este túnel permite la realización de servicios especializados únicos en el país para la industria automotriz y de autopartes; así mismo, es de hacer notar la infraestructura de punta con que cuenta el LFyR, destacando los siguientes equipos (ver Figura 3):

- Sistema goniofotométrico para la caracterización de fuentes de luz y luminarias para iluminación (Led, incandescentes, fluorescentes, etc.)
- Sistema goniofotométrico para la caracterización de luminarias automotrices y autopartes (faros, calaveras, luces de stop, piezas retroreflejantes, etc.)
- Sistema espectrofotométrico con esfera de integradora de 1 m de diámetro para la caracterización de fuentes de luz y la determinación de eficacias luminosas
- Cámara Fotométrica o Colorímetro de Imagen para la evaluación de tableros automotrices, pantallas, íconos luminosos de autopartes, materiales fotoluminiscentes, guías de luz, etc.
- Retroreflectómetros para la caracterización de materiales retroreflectivos (señalamientos viales, textiles, etc.)

- Espectrómetros, colorímetros, Medidor de irradiancia espectral, Radiómetros para la evaluación y caracterización in situ de fuentes de luz, espacios de iluminación, etc.

El LFyR oferta servicios estandarizados de medición, así como consultorías, asesorías y programas de capacitación diseñados para proveer al sector productivo y gubernamental con una plataforma técnicamente sólida y competente. Algunas de las empresas e instituciones a las que se les ha brindado servicios y asesorías son: Insituto Mexicano del Transporte (IMT), Secretaria de Marina (SEMAR), Estado Mayor Presidencial, SEMEX, LEUKEN, JOHN DEERE, CONTINENTAL, Instituto Politécnico Nacional (IPN), HERSAN, Bufete de la Plata, TROGRIM,

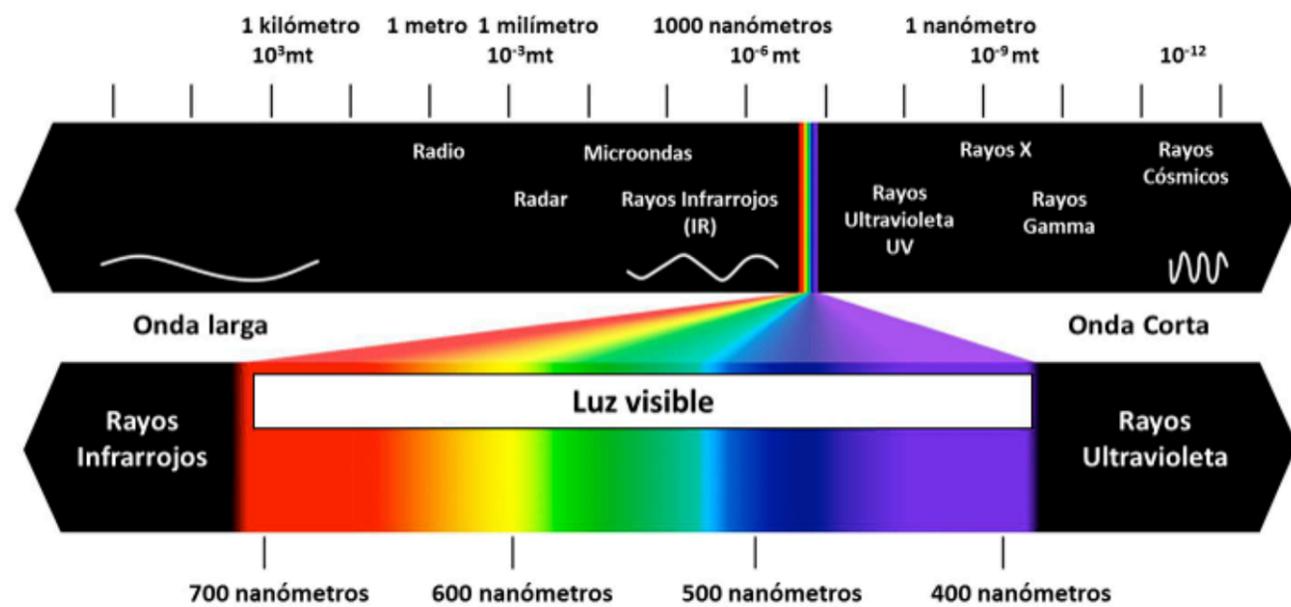


Figura 1. Espectro electromagnético.
<https://kattygiovanna.wixsite.com/linkat/single-post/2017/02/22/Lo-m%C3%ADnimo-que-debemos-saber-del-color>

SIALATO, ANCE, etc. Finalmente, y no menos importante, cabe destacar los trabajos de colaboración y apoyo que se realizan con diferentes investigadores tanto del CIO como de otras instituciones (UAA, CULagos, U. de Gto., ITCelaya, etc.) en el desarrollo de proyectos de investigación, como son: Evaluación de la eficacia fotométrica de fósforos para la producción de luz blanca, Caracterización de Fuentes de Luz para el control de irradiación para diversas aplicaciones, Caracterización de alimentos (quesos, embutidos, mieles, ceras, carne de rana, etc.) para la detección de adulteraciones, determinación de parámetros físicos como color, luminancia, fluorescencia, etc., para posibles denominaciones de origen, estudios de procesos de maduración, etc. ▀

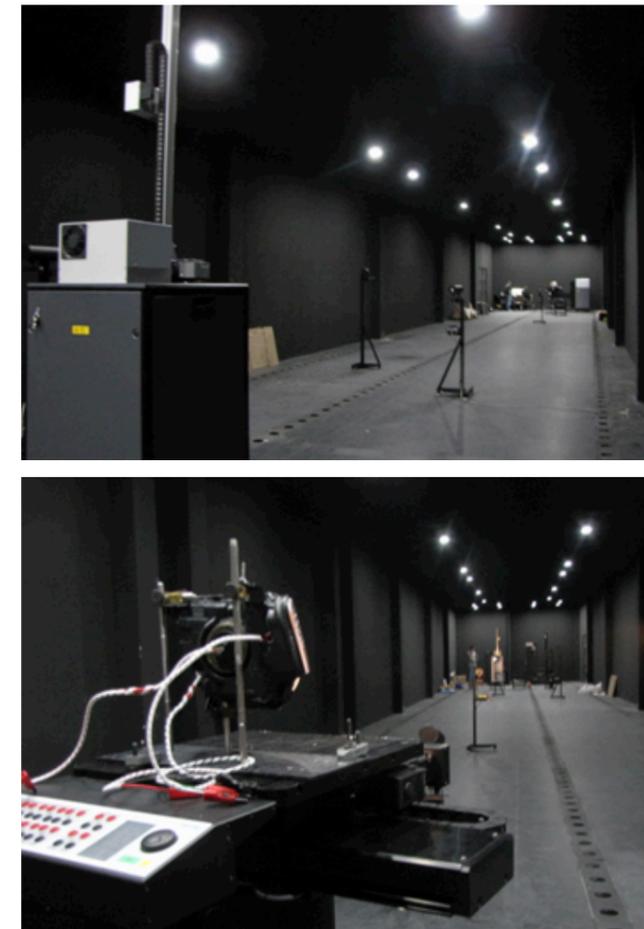


Figura 2. Túnel Fotométrico.



Figura 3. Equipos con los que cuenta el Laboratorio de Fotometría y Radiometría.

LABORATORIO DE OPTOELECTRÓNICA

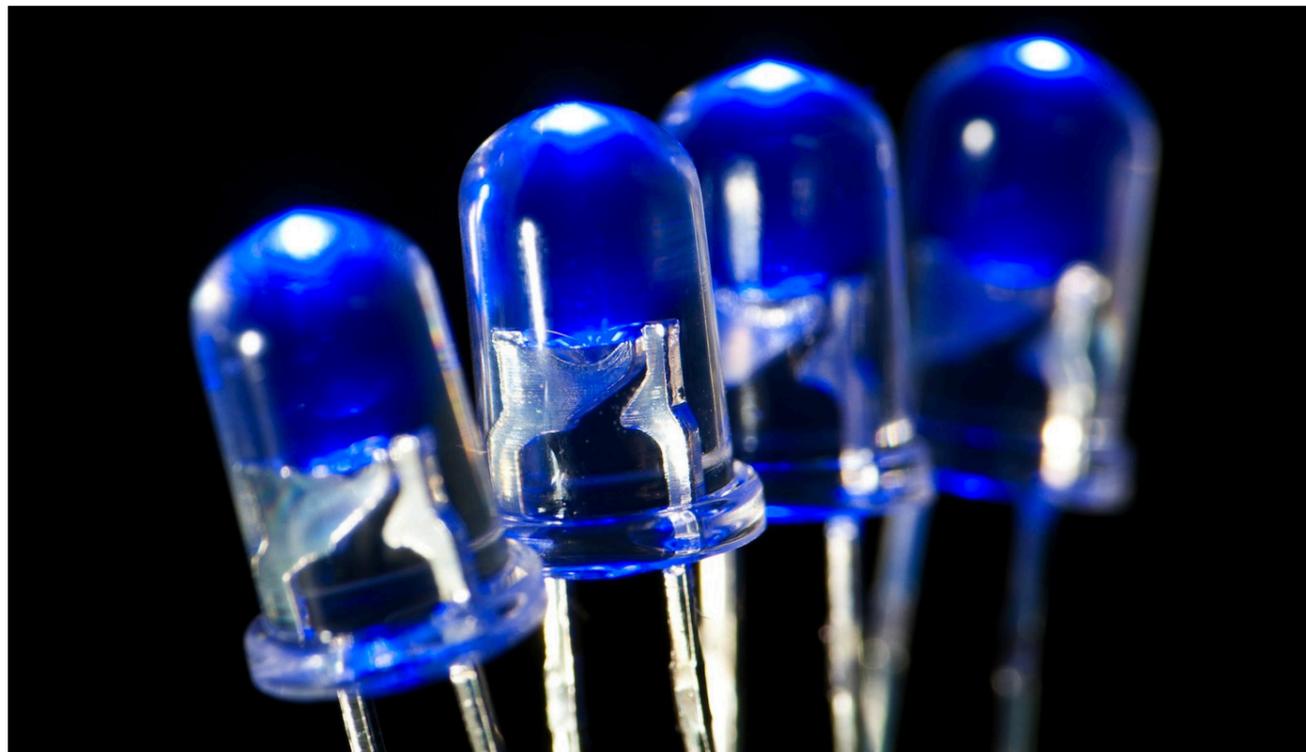
Óptica y Electrónica aplicada

DANIEL MAY

RODOLFO MARTÍNEZ



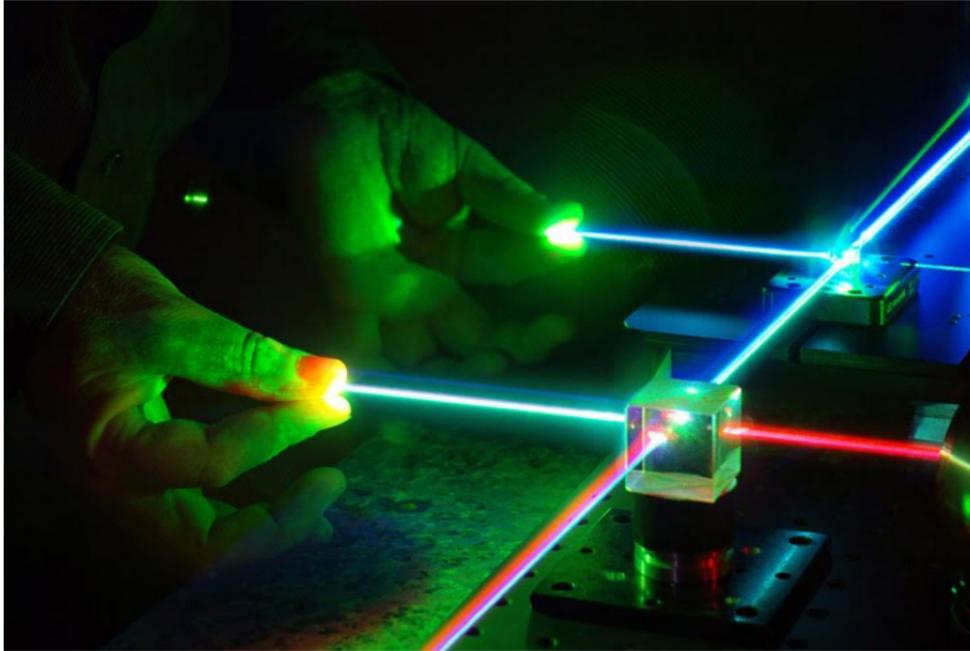
Figura 1.- Laboratorio de Optoelectrónica.



Las fibras ópticas, los chips fotónicos y los láseres son tecnologías que se encuentran en nuestra vida cotidiana y que normalmente asociamos a las telecomunicaciones, pero sus aplicaciones son tan variadas que pueden ir desde la detección de contaminantes y el control de calidad, hasta la detección de anticuerpo SARS-COV-2 (Covid-19); esto gracias a la combinación de las disciplinas de óptica y electrónica, llamada comúnmente optoelectrónica.

El Laboratorio de Optoelectrónica del Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. centra sus actividades en el estudio y aplicaciones de dispositivos y sistemas que nos permitan generar, detectar y controlar la luz (*Fig. 1*). Esta interacción óptica-electrónica surge de hecho de forma natural, ya que es indispensable el uso de dispositivos y controles electrónicos durante el desarrollo de experimentos, así como para realizar la integración y/o desarrollo de un equipo o instrumento funcional.

Las actividades de investigación que realizamos incluyen: el desarrollo de nuevas fuentes de luz láser, así como el desarrollo de sistemas sensores basados en fibras ópticas; estos sensores se utilizan para medir parámetros como: temperatura, curvatura, deformación, índice de refracción, nivel de líquidos, etc. En estos sistemas sensores se desarrollan algoritmos novedosos



para procesamiento de señales, así como nuevos esquemas de medición, y sistemas que miden en un solo punto o con varios puntos de medición simultánea a lo largo de la misma fibra, <https://www.dropbox.com/s/d1dybwhfja8hae/Temperature%20fiber%20sensor.mp4?dl=0>.

Es importante mencionar que, si bien empleamos fibras ópticas convencionales, un componente importante es el diseño y fabricación de fibras especiales, las cuales incluyen múltiples núcleos, orificios que corren a lo largo de la fibra, así como geometrías diversas. Esta libertad en el diseño de la fibra óptica, nos permite obtener sensibilidades muy superiores a las que se obtienen al usar fibra óptica convencional. Además, los orificios integrados en la fibra nos brindan la posibilidad de

hacer fluir líquidos con potenciales aplicaciones en el desarrollo de biosensores.

Realizamos también investigación en el área de óptica integrada, esto es, el desarrollo de circuitos fotónicos en donde en lugar de que se propague corriente eléctrica lo que propagamos es luz a través del dispositivo. Lo anterior se logra al delinear o grabar estructuras ópticas sobre el circuito fotónico que nos permiten manipular la luz láser y realizar operaciones específicas. Un ejemplo es el desarrollo de switches fotónicos, en donde la luz se direcciona sin tener que convertir la luz a señal electrónica y viceversa. Esta tecnología nos permite también el desarrollo de dispositivos plasmónicos integrados, esto es, propagar la luz en películas metálicas muy delgadas



Figura 2.- Prototipo para medir índice de refracción.

con lo que podemos aumentar la sensibilidad de los sensores. Recientemente estamos trabajando en el desarrollo de dispositivos optofluídicos, que nos permiten la integración de dispositivos ópticos y fluidos de manera simultánea, los cuales son la base para desarrollar sensores biológicos. Actualmente lideramos un proyecto para la detección de anticuerpos en pacientes infectados por COVID-19, en donde se integran el desarrollo de un sensor microfluídico y un instrumento de fluorescencia, a través de los cuales se realiza la medición de dichos anticuerpos. La ventaja de esta prueba es que permite detectar anticuerpos aun en pacientes asintomáticos, y de esta forma complementa los resultados de la prueba estándar de Reacción en cadena de la polimerasa, co-



Figura 3.- Prototipo para medir distribución de presión plantar.

nocida como PCR por sus siglas en inglés (Polymerase Chain Reaction).

Aprovechando las capacidades antes mencionadas hemos realizado el desarrollo de algunos prototipos, entre los que podemos mencionar el prototipo de un refractómetro de fibra óptica, ver Fig. 2; los refractómetros de fibra óptica son comúnmente utilizados para medir índice de refracción en sustancias, y debido a que éste es una característica de la materia, cualquier cambio del valor de índice de refracción con respecto a un valor esperado nos puede indicar contaminación en la sustancia, o procesos químicos que están ocurriendo en ella; por tanto los refractómetros encuentran aplicaciones en control de calidad, monitoreo de procesos, etc. También se ha trabajado en el desarrollo de un pro-

totipo para monitorear la distribución de presión en la planta del pie utilizando sensores electrónicos (piezoresistivos), ver Fig. 3; este tipo de sistemas se puede utilizar para identificar algunos padecimientos de las extremidades inferiores, como tobillo y rodilla; y también se puede utilizar en el seguimiento de tratamientos o en procesos de rehabilitación.

Recientemente se realizó un proyecto para la empresa Novatec León S.A. de C.V., en colaboración con el Laboratorio de Soluciones en Ingeniería (CIO León), en donde se desarrolló un digitalizador de alta precisión para comparar directamente la geometría fabricada con el diseño CAD (control de calidad), así como una cabina de inspección para evaluar la propagación de la luz a través de

las guías de luz de faros automotrices (Fig. 4).

Es importante mencionar que, en Aguascalientes hasta donde tenemos conocimiento, somos el único lugar en donde se realiza investigación en las líneas mencionadas, y a nivel nacional existen tan solo algunos grupos en otros centros y universidades. También es importante mencionar que, más allá de las aportaciones en indicadores académicos y de investigación, por la naturaleza misma del laboratorio este se complementa muy bien con las diferentes actividades en la Unidad Aguascalientes y el CIO en general. Lo anterior nos permite establecer colaboración tanto en el ámbito de investigación como el desarrollo de proyectos, los cuales contribuyen a los objetivos de pertinencia del CIO hacia la sociedad. ▀

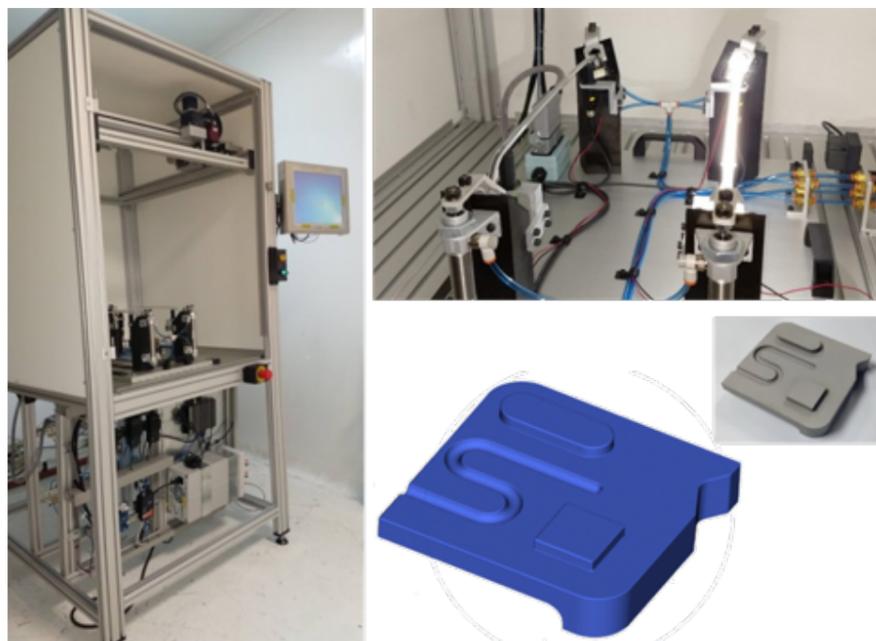


Figura 4.- Cabina de inspección de guías de luz y la evaluación de un par de guías de luz. Se muestra también una pieza metálica y su digitalización en color azul.



PROGRAMA DE EDUCACIÓN CONTINUA

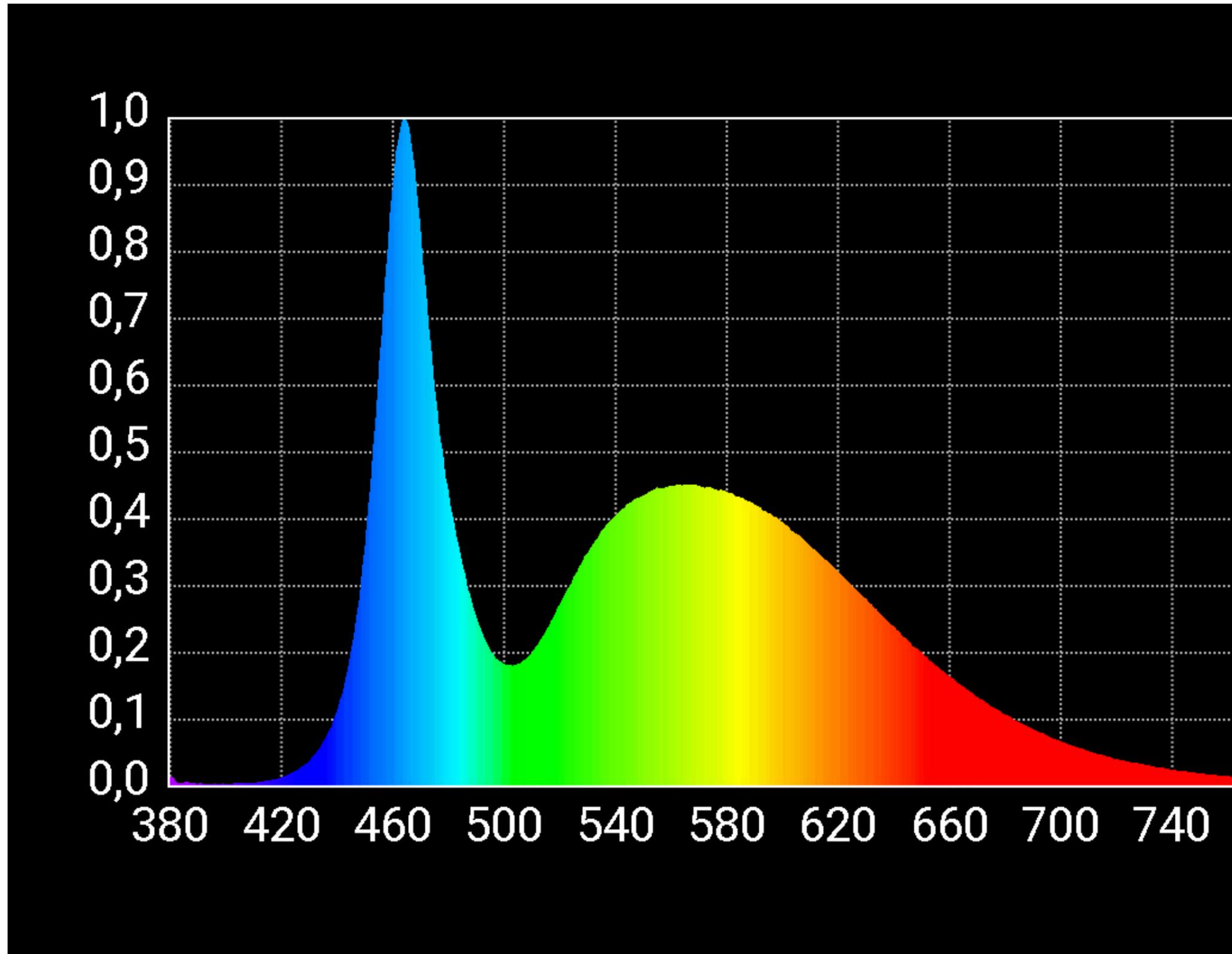


ANÁLISIS Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA CURSO

OCTUBRE
28

NIVEL BÁSICO





LABORATORIO ACREDITADO DE ESPECTROCOLORIMETRÍA

CUAUHTÉMOC NIETO

La colorimetría es la ciencia que estudia la evaluación del color, en el humano se refiere a la evaluación visual de color, mientras que instrumentalmente nos referimos a la medición de color con un espectrocolorímetro. La colorimetría define los atributos del color: Tono (amarillo, rojo, azul, etc.), Saturación (qué tan vivo o apagado se ve el tono) y Claridad (qué tan claro u oscuro se ve el tono) y se representan como estímulos cromáticos en función de valores triestímulos (X, Y y Z), un observador estándar (10° o 2° y se refiere a la caracterización del ojo humano en la visión de color) y diferentes fuentes de iluminación definidas por la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) como D65 (luz de día medio a una temperatura de color de 6500 °K), Tipo A (Luz incandescente a una temperatura de color de 2856 °K), CWF (Luz fluorescente a una temperatura de color de 3100 °K), etc. Estos se representan en el siguiente diagrama de cromaticidad *Fig. 1*.

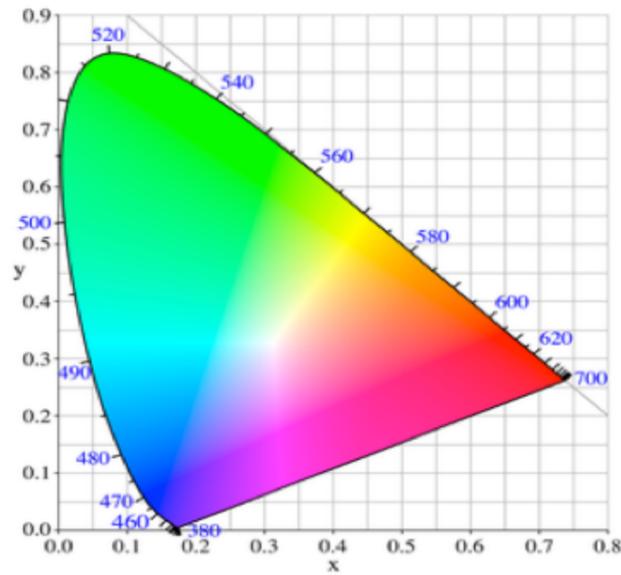


Figura 1. Diagrama de Cromaticidad x,y

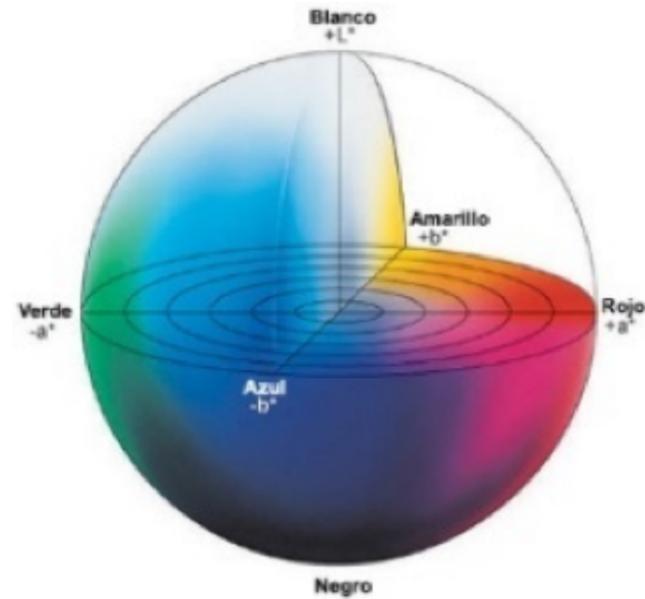


Figura 2. Diagramas CIEL*a*b* y L*C*h*

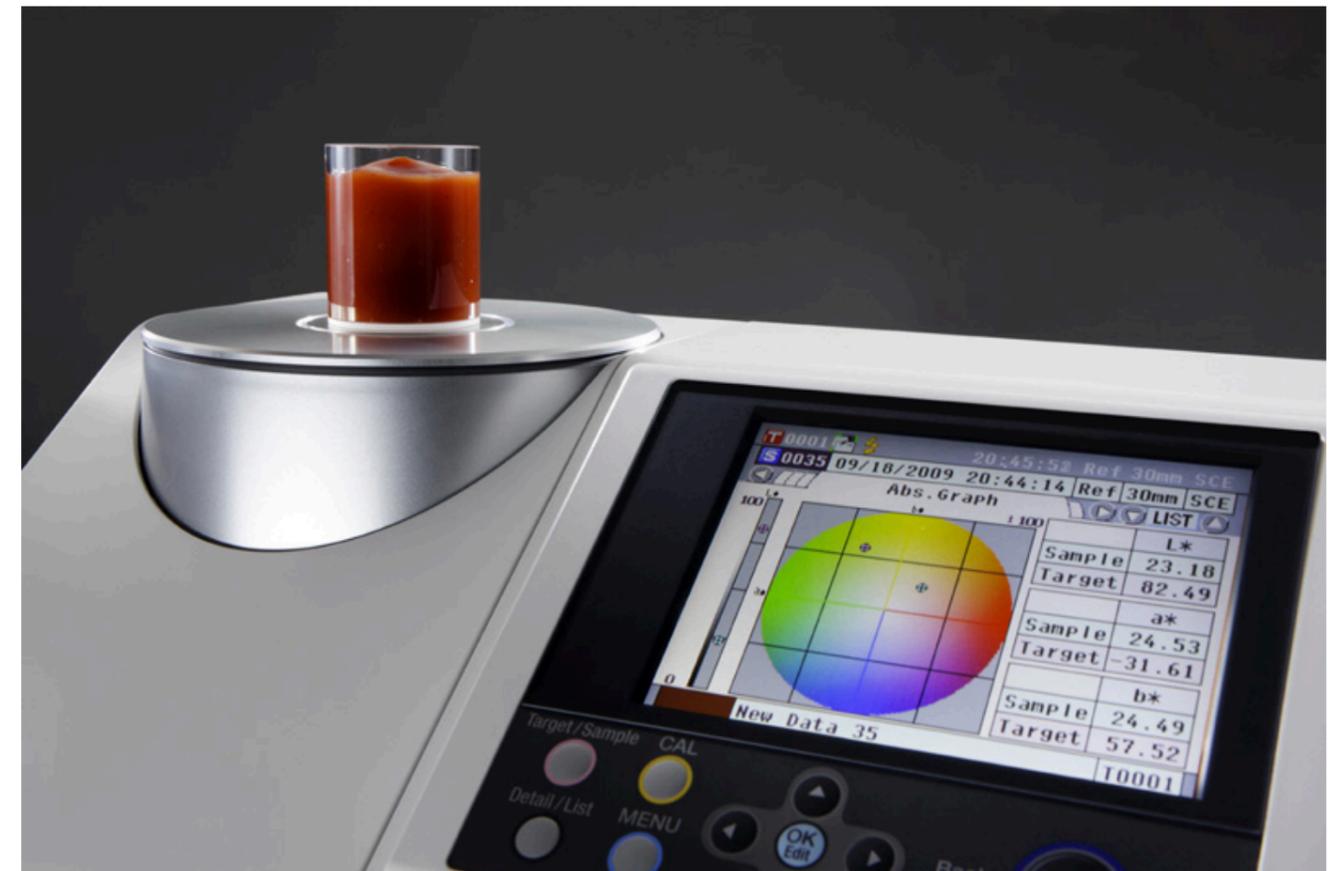
En este diagrama el color de un objeto se representa en coordenadas de color x,y con independencia de su claridad. Posteriormente la CIE desarrolló el sistema CIEL*a*b* en coordenadas cartesianas y el sistema L*C*h* en coordenadas polares, en ellos se representan de manera tridimensional los atributos del color: Tono, Saturación y Claridad como se muestra en la Fig. 2.

En estos sistemas se puede evaluar la diferencia total de color que hay entre un lote de producción y un estándar, esta diferencia se representa como ΔE_{ab} . Lo ideal es que ésta diferencia sea 0 y eso indica que numéricamente el lote de producción es idéntico al estándar; conforme se aleja de 0, las diferencias perceptibles al ojo humano se van haciendo presentes y ahí

es donde se deben establecer tolerancias de color; es decir, hasta qué valor de ΔE_{ab} el ojo no percibe diferencias. En algunos tonos, las diferencias numéricas no corresponden con las diferencias perceptibles, por lo que surgió la ecuación de color CMC (ΔE_{CMC}), esta ecuación evalúa diferencias de color en función de la apariencia, y establece un valor de $\Delta E_{CMC} = 1$ como la frontera entre que ve o no ve el ojo diferencias de color. La importancia de medir el color radica en asegurar que los productos coloreados sean consistentes lote a lote de producción, para ello es importante que el instrumento mida correctamente por lo que una manera de asegurar la calidad de los resultados es con la calibración periódica del instrumento. Ésta consiste en comparar

1. Calibración de Espectrocolorímetros	6. Calibración de Luxómetros
2. Calibración de Espectrofotómetros UV-Vis	7. Calibración de Materiales de Referencia de Color
3. Calibración de Brillómetros	8. Calibración de Filtros de Densidad Neutra
4. Calibración de Cabinas de Luces para evaluación visual de color	9. Calibración de Filtros Óxido de Holmio y didimio
5. Calibración de Materiales de Referencia para Brillo	

Tabla 1. Servicios de calibración ofertados por el LEC.



valores medidos por el instrumento con valores certificados, los materiales de referencia que se utilizan en la calibración son cerámicos de color como los que se muestran en la Fig. 3.

La calibración de un instrumento debe ser realizada por un laboratorio acreditado en la norma ISO/IEC 17025:2017; General requirements for the competence of testing and calibration laboratories; esta norma exige que el laboratorio mantenga un Sistema de Gestión de la Calidad, lo que implica tener un Manual de Calidad, Procedimientos Administrativos, Técnicos y Registros como evidencia del trabajo del Laboratorio, toda esta información es auditada cada año por la entidad mexicana de acreditación (ema). La acreditación genera confianza en la competencia del laboratorio para emitir resultados fiables y adecuados a las necesidades de sus clientes, de ahí su importancia. El Laboratorio de Espectrocolorimetría (LEC) del Centro de Investigaciones en Óptica, AC, Unidad Aguascalientes, a partir de Septiembre del 2005 cuenta con la acreditación OP-18 ante la entidad mexicana de acreditación (ema), como Laboratorio Secundario de Calibración en magnitudes de Óptica; en sus inicios el alcance acreditado sólo permitía ofertar servicios de calibración de Espectrocolorímetros y Espectrofotómetros UV-Vis y se atendía sólo a empresas locales; con el tiempo surgió la necesidad de ampliar los alcances de acreditación y se logró la acreditación para ofertar servicios de calibración de brillómetros; con este nuevo servicio se empezaron a atender empresas de la región, nacionales e incluso algunas fuera de México. Recientemente el laboratorio nuevamente amplió alcances y se acreditó para calibrar Cabinas de Luces y Luxómetros lo que permite ahora poder ofrecer servicios integrales, ya que hay empresas que requieren la calibración

de espectrocolorímetros, brillómetros, cabinas de luces y luxómetros. En la Tabla 1 se mencionan los servicios que actualmente oferta el laboratorio. Como parte de los laboratorios de calibración acreditados por ema, el Laboratorio participa con uno de sus miembros como Experto Técnico de ema en las magnitudes de Óptica para evaluar la conformidad de otros laboratorios acreditados, de esta manera el Laboratorio tiene una participación constante en actividades de evaluación de la conformidad. El impacto de la participación del Laboratorio en la metrología del país es de suma importancia ya que contribuye indirectamente en la evaluación del cumplimiento de certificaciones, especificaciones y calidad de los productos que se fabrican en las empresas de México. ▀



Figura 3. Materiales de Referencia Certificados

conferencias VIDEO

EL CONOCIMIENTO A TAN SOLO UN CLIC

PLATAFORMA
Google Meet

PARA MÁS INFORMES
divulgacion@cio.mx



#CienciaenelCIO

Ciencia para todas las personas







DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

en la Unidad Aguascalientes

FERNANDO MARTELL

La unidad Aguascalientes ha tenido un crecimiento relevante en los últimos seis años y sus actividades son cada vez más diversas y con un mayor impacto en el estado de Aguascalientes, tanto en la ciudad Capital como en algunos de los municipios del estado, e incluso en algunas localidades de otros estados. Este crecimiento ha tenido dos ejes fundamentales, por una parte, la inversión en infraestructura que se ha realizado a través de los fondos mixtos del Conacyt y el Gobierno Estatal que han atendido demandas específicas del estado. El segundo eje fue la integración de más personal científico y tecnológico gracias



al cambio de residencia de varios de los compañeros de León así como a la llegada de un grupo de investigadores del programa de “Catedras” CONACYT que fueron reclutados para apoyar los proyectos institucionales y para fortalecer las actividades académicas y de investigación. Hoy en día además de las áreas que en la Unidad llamamos tradicionales y que han dado grandes aportaciones al CIO como los son: espectrocolorimetría, espectroscopia raman, aplicaciones láser y visión artificial, se han sumado nuevas áreas de investigación y desarrollo tecnológico como fotometría y radiometría, sensores de fibras ópticas, metrología óptica, energía solar, robótica y automatización.

La principal actividad de divulgación del centro ha sido la promoción de visitas guiadas, que se da a grupos de estudiantes tanto de universidades como de escuelas preparatorias. Estas visitas son posibles gracias a una buena coordinación y a la participación entusiasta de investigadores y tecnólogos de la unidad; cabe mencionar que se han recibido visitas de preparatorias de Zacate-

cas, León, CD de México, Oaxaca, Michoacán, Sinaloa entre otras. De igual forma, personal del CIO es usualmente invitado a impartir conferencias y charlas en los diferentes foros y congresos académicos que organizan las principales instituciones educativas del estado como el Instituto Tecnológico de Aguascalientes (ITA), la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), la Universidad Politécnica de Aguascalientes (UTA), por mencionar algunas. En la unidad Aguascalientes se realizan anualmente los talleres de Óptica y Óptomecatrónica, Energías Renovables y el de Robótica, así como la organización bianual del “Congreso Regional en Energías Renovables” que ha contado con la participación de alumnos no solo de la región sino de todo el país. En cuanto a las actividades de difusión y divulgación en el sector industrial se llevaron a cabo los “Foros para la Identificación de Necesidades Tecnológicas”, actividad que se realizó como parte del proyecto de creación del Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica del Estado de Aguascalientes para el sector Auto-

motriz (CITTAA) y del cual el CIO es el centro líder. Estas actividades han permitido un acercamiento con el clúster automotriz de Aguascalientes, grupo MAEN; también se ha participado en algunas sesiones de organismos empresariales ofreciendo charlas en temas de ingeniería y tecnología.

Con organismos del sector gobierno se participa de manera muy activa y regular en actividades de difusión y divulgación, ya sea con el Instituto para el Desarrollo de la Sociedad del Conocimiento del Estado de Aguascalientes (IDSCEA), o con el Centro para la Competitividad Industrial, A.C. (CECOI), ambos dependen de la Secretaría de Economía del gobierno del Estado. En el CECOI se han impartido charlas en industria 4.0 y se han atendido iniciativas del IDSCEA, una de ellas fue la impartición de un Diplomado en Industria 4.0, el cual tuvo mucho éxito, dado que participaron más de 40 alumnos y que fue posible gracias a la participación de los Centros públicos de investigación que tienen sede en Aguascalientes como el CIATEQ, CIMAT, INFOTEC y CIO, y que se realizó como una estrategia para pro-

mover el trabajo en conjunto de estos cuatro centros. Con el IDSCEA se colabora también en charlas de difusión que se realizan en el museo Descubre, se participa como evaluadores de proyectos y concursos, y se tiene un convenio para una exhibición en temática de óptica en una de las salas del museo. En estas actividades de divulgación cabe destacar que en la unidad Aguascalientes se realizó el año pasado una conferencia de mujeres en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática) y también se realizó una reunión de la asociación de egresados del Instituto Politécnico Nacional y se participó en un evento del SICES y CICEG en León en un foro de la industria del cuero, calzado y marroquinería con una charla de industria 4.0 y un caso de estudio del desarrollo de un sistema de visión artificial.

Es así como conjuntando las fortalezas de la Unidad Aguascalientes, tanto de su personal como de su infraestructura, se han detonado las diversas actividades de divulgación y difusión de la ciencia y la tecnología en los diferentes sectores de la sociedad. ■



PROYECTOS DESARROLLADOS EN LA UNIDAD AGUASCALIENTES PARA BENEFICIO DEL ESTADO Y LA REGIÓN

(2019 · 2020)

MARTÍN ORTÍZ

El crecimiento que ha tenido la Unidad Aguascalientes del Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO) tanto en personal como en infraestructura, ha permitido una mayor participación en las diferentes convocatorias del CONACYT, del Instituto para el Desarrollo de la Sociedad del Conocimiento del Estado de Aguascalientes (IDSCEA) y la Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior (SICES) de Guanajuato, como lo son Fondos Mixtos (FOMIX), Problemas Nacionales, Fondos de Innovación, entre otras, y proyectos de vinculación con empresas. Parte del crecimiento en infraestructura se ha realizado a través de proyectos enfocados a atender demandas específicas de proyectos FOMIX; dentro de los proyectos que se estuvieron trabajando y concluyeron dentro de los dos últimos años se encuentran:

Proyectos de Infraestructura

Fondo Mixto Conacyt - Gobierno de Aguascalientes – “Fortalecimiento de la Infraestructura del Laboratorio de Innovación y Caracterización de Sistemas Termosolares y Fotovoltaicos (LICS-TF)”, cuyo objetivo general es el de incrementar las capacidades tecnológicas en el Estado de Aguascalientes y la región que permitan el desarrollo de sistemas termosolares y fotovoltaicos para aplicaciones diversas, incrementando las innovaciones tecnológicas en este sector e impactando de forma directa las patentes registradas en el Estado, así como contribuir al crecimiento y generación de nuevas empresas en el sector; impactando en tres ejes principales: Investigación y Desarrollo Tecnológico, Servicios de Evaluación y Caracterización, y capacitación y formación de recursos humanos especializados. Se



Proyectos Vinculación Solar

cuenta con una nave que alberga 6 laboratorios relacionados en temas de energía solar y equipo para ofertar algunos servicios del área.

Fondo Mixto Conacyt - Gobierno de Aguascalientes – “Creación del Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de Aguascalientes para el sector Automotriz (CITTAA)”. Este proyecto nació de una demanda específica del estado para apoyar el desarrollo de la cadena de proveedores del sector automotriz, cuyo objetivo general es articular de forma asociada y complementaria las capacidades de los Centros de Investigación asociados al mismo que permitan incrementar la competitividad de las empresas del sector Automotriz y Autopartes, Electrónica y Tecnologías de la información del Estado de Aguascalientes, para detonar la industria de proveeduría local y atraer nuevas inversiones e industrias en los sectores. Ahora, debido a los cambios de gobierno, su nueva vocación se ha extendido a todo el sector industrial y estará enfo-

cado a la generación de recursos propios para el CIO, con el reto de vincularse a los demás centros que se sumen a esta iniciativa enfocada en el desarrollo de proyectos tecnológicos y la atención de las necesidades de las empresas del Estado y la región. Se cuenta con una nave y varios laboratorios equipados para la realización de servicios y un edificio con laboratorios para desarrollo tecnológico y capacitación especializada.

Proyectos Convocatorias Problemas Nacionales

Proyectos de desarrollo científico para atender problemas nacionales - “Diseño y Construcción de Potabilizador Integral Solar de Agua Para Comunidades Rurales”. El objetivo de este proyecto fue el de tratar de conjuntar las áreas de oportunidad en los temas de caracterización y predicción de recurso solar, sensado por fibra óptica, desarrollo de colectores solares, diseño de materiales para fotocatalisis; así como, diseñar, construir, instru-



Potabilizador

mentar y poner en marcha un equipo autónomo de potabilización de agua, el cual solamente requiere de energía solar para su correcto funcionamiento, aplicando áreas de la ingeniería como la mecatrónica y la óptica para el desarrollo del sistema y para realizar pruebas que permitieran contar con un prototipo funcional. El prototipo desarrollado tiene el potencial de ayudar a resolver el problema de gestión integral del agua, seguridad hídrica y derecho del agua, sobre todo en comunidades rurales, las cuales, muchas veces consumen agua directamente de pozos o de cuerpos receptores.

Proyectos de Vinculación

“Desarrollo e implementación de una planta piloto híbrida de concentración fotovoltaica (CPV) para incrementar la eficiencia en la generación eléctrica y la producción de agua caliente en la industria”. El objetivo de este proyecto fue desarrollar e implementar una planta piloto híbrida de concentración fotovoltaica (CPV) de foco lineal para optimizar

la generación de electricidad y la producción de agua caliente para uso industrial considerando los costos de generación de sistemas convencionales; el impacto a mediano plazo sería disminuir la dependencia tecnológica y aprovechar mejor los recursos naturales y el enorme potencial solar con el que se cuenta en el país. Empresa vinculada. Solar Industries.

“Desarrollo y caracterización de un concentrador solar de canal parabólico diseñado para aplicaciones industriales de calor de mediana-alta temperatura y la producción de electricidad”. El objetivo de este proyecto fue diseñar, desarrollar y caracterizar un concentrador solar de canal parabólico que permitiera solventar las necesidades de calor de proceso en aplicaciones de mediana y alta temperatura de la industria mexicana, así como para la generación de electricidad mediante plantas termosolares. Se desarrollaron diversas pruebas para el análisis del rendimiento mecánico, térmico y de cualificación óptica, así como la identificación

Proyecto LICs-TF "Hangar"

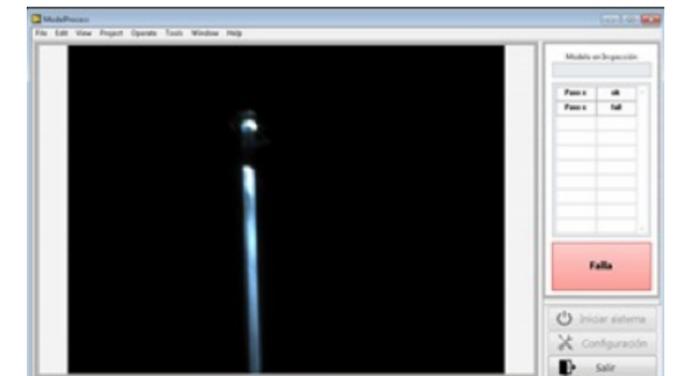
de posibles mejoras al diseño, manteniendo como prioridad la competitividad de la tecnología y de la empresa; el impacto a mediano plazo sería disminuir el desabasto de energía y mejorar la calidad de vida de la sociedad mexicana, generando una cadena de valor agregado en la producción de productos locales mediante el uso de energías alternativas y sustentables como la solar. Empresa vinculada Inventive Power S.A. P.I. de C.V.

"Sistema para evaluar las dimensiones y desempeño óptico de piezas plásticas para faros automotrices". El objetivo de éste proyecto fue diseñar, construir y caracterizar un sistema de inspección que determine la calidad de piezas plásticas para faros automotrices, el cual consistió primero en determinar el perfil y dimensiones físicas de la pieza y compararlas contra el diseño original de la pieza, y en una segunda etapa de inspección evaluar la propagación de la luz a través de las guías de onda del faro, determinando la intensidad y longitud de onda en toda la longitud de la guía. Este sistema consta de un digitalizador 3D de alta precisión (> 10 micras) basado en luz estructurada y dos cámaras en estéreo y un sistema automatizado de evaluación mediante una cabina cerrada. El sistema funciona para cualquier tipo de guía de cualquier modelo de auto. El impacto a corto plazo será mantener la competitividad de la empresa reduciendo el "scrap" y tiempos de postproceso en línea de producción. Empresa vinculada Novatec León, S.A. de C.V.

"Sistema de custodia y vigilancia remota autosustentable para áreas confinadas en ambientes explosivos bajo estándares de SEDENA", que fue apoyado por el programa de estímulos a la innovación (PEI) en su convocatoria 2018. El objetivo del proyecto en el CIO fue desarrollar e integrar un sis-

tema fotovoltaico aislado de la red eléctrica y que cumpliera las especificaciones para operar en polvorines y diseñado para suministrar energía por hasta siete días consecutivos para garantizar la operación del sistema de Custodia y Vigilancia desarrollado por el CIATEQ. Empresa vinculada Green Life Systems, S.A. de C.V.

A partir de los proyectos previamente descritos se puede entender la nueva dinámica en la que estamos inmersos en la unidad Aguascalientes, que atiende necesidades de los diversos sectores de la sociedad, tanto demandas específicas del estado, proyectos para atender problemas nacionales y proyectos de innovación tecnológica vinculados con empresas productivas. El reto ante la nueva coyuntura del país será el de seguir colaborando y vinculándonos con todos los entes que decidan integrarse al eslabón del desarrollo tecnológico e innovación para atender las necesidades de la industria y la sociedad. ▀

Setup Sistema en cabina / Proyecto Novatec**Imagen del software realizando medición / Proyecto Novatec**

PUBLICACIONES RECIENTES



1. AUTORES

*Laura Alejandra Ireta-Muñoz (estudiante CIO),
Eden Morales-Narváez (CIO)*

TÍTULO

"Smartphone and paper-based fluorescence reader: A do it yourself approach"

REVISTA

Biosensors

EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

Las técnicas de biosensado son de particular importancia para evaluar las condiciones clínicas en pacientes con problemas de salud o bien para valorar alguna condición de salud específica. Estas técnicas se basan en la utilización de diversos reactivos para obtener información acerca de un nivel químico en el organismo que potencialmente represente un peligro para un individuo en particular, por ejemplo, las tiras reactivas que miden el nivel de glucosa en sangre. En este sentido, muchos de estos análisis se hacen en laboratorios especializados donde el paciente debe suministrar una muestra de algún fluido corporal para su análisis o bien, como se comentó, utilizar alguna técnica casera, como lo son las tiras reactivas para personas diabéticas, con la finalidad de tener una referencia de su nivel de azúcar en sangre de manera continua. La evolución de estas técnicas de análisis para utilizarse fuera de laboratorios sofisticados, ha llevado a utilizar materiales novedosos como nanocristales a base de puntos cuánticos para detectar características especiales en muestras de tipo biológicas o inclusive para detectar contaminantes y otras propiedades en una amplia variedad de muestras. La detección oportuna de ciertos componentes bio-químicos en el organismo, puede realizarse mediante lectores de fluorescencia, usando nanocristales a base de puntos cuánticos. Estos lectores permitirían tomar decisiones de salud oportunas que eviten complicaciones innecesarias a pacientes con alguna enfermedad específica. Es precisamente en esta línea que los autores nos presentan una manera simple y útil para potencialmente medir algunos parámetros bio-químicos, basado en un lector de fluorescencia utilizando un "teléfono inteligente" y filtros ópticos a base de diferentes papeles comunes como el celofán y la cartulina negra. Al combinarlos con nanocristales de puntos cuánti-

cos comerciales, es posible medir señales de fluorescencia, las cuáles pueden ser producidas por determinados componentes químicos presentes en una muestra biológica (sangre, saliva, etc). De esta forma, procesando estas señales, el mismo teléfono inteligente puede indicarle al paciente y a su médico de cabecera (en tiempo real), su condición clínica y tomar decisiones que pueden salvaguardar su salud. Esta propuesta actualmente está en proceso de patentarse.

PARA UNA CONSULTA DETALLADA

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

2. AUTORES

Eduardo Coutino-Gonzalez (CIO), Maarten Roeffaers, Johan Hofkens

TÍTULO

"Highly luminescent metal clusters confined in zeolites"

REVISTA

Structure and Bonding. Springer, Berlin, Heidelberg.

EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

En éste capítulo, perteneciente a la serie de publicaciones "Estructuras y enlaces", los autores realizan una revisión acerca de las técnicas actuales para obtener clústeres metálicos con propiedades ópticas estables que les permitan ser eficientemente luminiscentes, es decir, emisores consistentes de luz cuando son excitados con alguna radiación incidente. Este tipo de propiedades luminiscentes en clústeres metálicos, son importantes debido a las potenciales aplicaciones que materiales de este tipo pueden tener: desde utilizarlos como materiales para mejorar la eficiencia luminosa de LEDs hasta marcadores que se usan en muestras biológicas, como células, para resaltar estructuras específicas en la misma. En particular, los autores revisan técnicas que utilizan a la zeolita (minerales aluminosilicatos porosos) como elemento estabilizador de ciertos clústeres metálicos (así denominados, ya que consisten de sólo algunos a decenas de átomos que les proporcionan características únicas como lo es su alta luminiscencia).

PARA UNA CONSULTA DETALLADA

https://doi.org/10.1007/430_2020_54



3. AUTORES

Jorge Molina-González (Estudiante CIO), Abril Arellano-Morales (Estudiante CIO), Octavio Meza, Gonzalo Ramírez-García, Haggeo Desirena (CIO)

TÍTULO

"An anti-counterfeiting strategy based on thermochromic pigment activated by highly Yb3+ doped photothermal particles"

REVISTA

Journal of Alloys and Compounds

EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

En esta publicación, los autores proponen una estrategia en base a pigmentos termo-crómicos contaminados con partículas foto-térmicas, para evitar la falsificación de documentos impresos en papel o acetato, así como de diseños electrónicos. A lo largo de la publicación, los autores analizan el efecto de dopar el elemento químico Yterbio (Yb3+) con partículas híbridas de estroncio/circonio (Sr/Zr) en pigmentos utilizados para imprimir papel, acetatos o tarjetas electrónicas y los efectos foto-térmicos que se genera tanto al iluminar el pigmento con una longitud de onda de 975nm (luz no visible, en el rango del cercano infrarrojo) como al aumentar la temperatura del pigmento. Con este estudio, los autores proponen una estrategia versátil y robusta para evitar la falsificación, por ejemplo, de papel moneda, boletaje para conciertos o rifas o para acceso a lugares restringidos.

PARA UNA CONSULTA DETALLADA

<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.156709>

4. AUTORES

María del Socorro Hernández-Montes (CIO), Fernando Mendoza-Santoyo (CIO), Mauricio Flores Moreno (CIO), Manuel de la Torre-Ibarra (CIO-Ags), Luis Silva Acosta (Estudiante CIO), Natalith Palacios-Ortega (Estudiante CIO)

TÍTULO

"Macro to nano specimen measurements using photons and electrons with digital holographic interferometry: a review"

REVISTA

Journal of the European Optical Society-Rapid Publications

EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

En esta revisión de la holografía digital interferométrica, los autores abordan los aspectos más importantes sobre las mediciones desde un nivel macroscópico hasta un nivel nanométrico de diferentes especímenes. La holografía digital interferométrica es una técnica de medición que permite medir las dimensiones (grosor, altura, anchura), con una resolución de hasta cientos de nanómetros (el grosor de un cabello humano mide 100 micrómetros, 1 micrómetro equivale a 1000 nanómetros) diversos objetos materiales y muestras biológicas, como células y bichos. En la holografía digital se utiliza un láser o LED's, para iluminar un objeto. La luz que se transmite a través del objeto o que se refleja de él, es capturada con una cámara digital y, al mismo tiempo, se dirige una parte de la luz utilizada para iluminar el objeto, directamente hacia la cámara con la ayuda de espejos, divisores de luz, lentes, etc., y la cámara registra un patrón particular como producto de las dos iluminaciones (la proveniente del objeto y la que proviene directamente de la fuente de iluminación). Este patrón de luz se procesa con la ayuda de una computadora, aplicando algoritmos que analizan a la luz a partir de sus propiedades que presenta como una onda viajera. Gracias a la utilización de fuentes de iluminación que no son visibles, como haces de electrones, es posible analizar muestras con resoluciones y dimensiones de unos cuantos nanómetros o menos, cómo pueden ser moléculas y virus. Todos estos tópicos, son revisados y explicados por los autores.

PARA UNA CONSULTA MÁS DETALLADA

<https://doi.org/10.1186/s41476-020-00133-8>

5. AUTORES

Abundio Dávila (CIO), Juan Antonio Rayas (CIO)

TÍTULO

"Single-shot phase detection in a speckle wavemeter for the measurement of femtometric wavelength change"

REVISTA

Optics and Lasers in Engineering

EXTRACTO DE LA PUBLICACIÓN

El fenómeno del moteado o "speckle" es una consecuencia intrínseca al utilizar un láser para iluminar cualquier objeto no especular (que no sea tipo "espejo") o que presente cualquier tipo de rugosidades o imperfecciones que están en las dimensiones de la longitud de onda (color) del láser que se utiliza. Estas motas o "speckles" son utilizados para medir algunas propiedades de los objetos que se iluminan con luz láser. En esta publicación, los autores utilizan esta propiedad para detectar la información de fase como consecuencia del cambio en la longitud de onda (color) del láser con la que se ilumina una esfera integradora. El concepto de fase se refiere a que el reflejo de las ondas de luz que ilumina a la esfera integradora, van a tener diferencias con respecto a la onda de luz incidente y estas diferencias (que pueden ser retraso o adelanto con respecto a un punto fijo de la onda) son utilizados para realizar cierto tipo de mediciones. Una esfera integradora, como su nombre lo indica, es una esfera la cual contiene un pequeño orificio donde se hacen incidir ondas de luz y, en su interior, contiene uno o varios detectores de luz donde "detecta" los múltiples reflejos de las ondas de luz que se hacen incidir dentro de ella. En este caso, los autores son capaces de registrar patrones de moteado cuyo cambio les permite detectar cambios en la longitud de onda del láser incidente en una escala de "femtometros" (siguiendo con la referencia del grosor del cabello humano que mide 100 micrómetros, 1 micrómetro equivale a 1,000,000,000 -mil millones- de femtómetros). Esto es precisamente útil para medir esas pequeñas variaciones en la fase de la onda de luz incidente y la detectada.

PARA UNA CONSULTA MÁS DETALLADA

<https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2019.105856>

CAPACITACIÓN 2020

"INNOVAMOS PARA EL ÉXITO DE NUESTROS CLIENTES"

Ofrecemos cursos a la medida, adecuados a las necesidades de su empresa.



CENTRO DE INVESTIGACIONES
EN ÓPTICA, A.C.



cursos	fecha	sede	duración
Administración de equipos de medición cubriendo el requerimiento 7.6 de las normas iso 9001-iso/ts16949	28 y 29 octubre	León	16 h
Taller de fibra óptica con aplicación a la Industria automotriz	25 y 26 noviembre	León	16 h
Colorimetría básico	2 y 3 diciembre	Ags.	16 h

TAMBIÉN CONTAMOS CON CURSOS ESPECIALIZADOS.

- Holografía digital (mapas de vibración)
 - Taller de fabricación óptica
 - Óptica básica
 - Procesamiento digital de imágenes
- Tecnología en infrarrojo
 - Tecnología láser
 - Metrología óptica

INFORMES

direccion.tecnologica.mx

Loma del Bosque 115 · Col. Lomas del Campestre · León, Guanajuato, México · Tel. (477) 441 42 00 Ext. 157



Conoce la Ley General de Responsabilidades Administrativas.
Recuerda que...

Las **personas servidoras públicas** tienen prohibido designar, nombrar o intervenir en **asuntos relacionados con familiares (madres, padres, hijos, hijas, nietas, nietos, hermanos, hermanas, sobrinos, sobrinas, tías, tíos, primos y primas), cónyuges, concubinos y concubinas** como personal de estructura, honorarios o base en el servicio público*.

*Artículos 63 bis y 75 de la Ley General de Responsabilidades Administrativas.



GOBIERNO DE
MÉXICO

FUNCIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA

Conoce la Ley General de Responsabilidades Administrativas.
Recuerda que...

Todas las **personas servidoras públicas**, tienen que elaborar su **declaración patrimonial anual con veracidad.**

Recuerda que se pueden realizar verificaciones y **en caso de detectar inconsistencias, se inicia la investigación correspondiente*.**

*Artículos 30 y 60 de la Ley General de Responsabilidades Administrativas.



GOBIERNO DE
MÉXICO

FUNCIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA

COMITÉ DE ÉTICA

Conoce la Ley General de Responsabilidades Administrativas.

Recuerda que...

Las **personas servidoras públicas**, deben de conocer las **disposiciones que regulan el ejercicio de sus funciones** y llevar a cabo las tareas de su cargo **en apego a la legalidad***.

*Artículo 7, fracción I, de la Ley General de Responsabilidades Administrativas.



GOBIERNO DE MÉXICO

FUNCIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA

FUNCIÓN PÚBLICA



INMUJERES
INSTITUTO NACIONAL DE LAS MUJERES

FUNCIÓN PÚBLICA



INMUJERES
INSTITUTO NACIONAL DE LAS MUJERES

10 consejos PARA SER MEJOR PAPÁ

Pasa tiempo con tu hijo
No escondas las muestras de cariño
Evita los gritos



Lee con tu hijo
Da ejemplo
No le sobreprotejas
Crea recuerdos felices en su memoria
Enséñale cada día algo nuevo
Muéstrate optimista
Crea un ambiente de amor y respeto

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: 01 (55) 5322-6030 o al correo: contacto@inmujeres.gob.mx

Misoginia se define como la aversión y también el odio hacia las mujeres o niñas. Se la considera como el homólogo sexista de la misandria. La misoginia puede manifestarse de diversas maneras, que incluyen denigración, discriminación y violencia contra la mujer.



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: 01 (55) 5322-6030 o al correo: contacto@inmujeres.gob.mx

Ciudadanos Alertadores Internos y Externos de la Corrupción

Esta plataforma es un mecanismo de participación ciudadana para alertar actos graves de corrupción configurados en tres conductas en las que se encuentren involucradas personas servidoras públicas federales: cohecho, peculado y desvío de recursos públicos. Contamos con los mecanismos para garantizar en todo momento el anonimato de las alertas, la confidencialidad de las comunicaciones y la identidad de las personas alertadoras. Tu participación es clave para el combate a la corrupción.

Enviar alerta

*Lee los términos y condiciones



CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ÓPTICA, A.C.