

# INFORME

## DE RESULTADOS Y AVANCES

### 2016

#### Contenido

Introducción	1
1. Generación del Conocimiento (GC)	2
2. Vinculación y Transferencia Tecnológica (VTT)	8
3. Formación de Recursos Humanos (FRH)	9
4. Apropiación de la Ciencia (AC)	12
5. Mejora Organizacional (MO)	14

## Introducción

En su Plan Estratégico 2013-2018, el Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO) presentó objetivos generales para cada eje estratégico, *Generación de Conocimiento, Formación de Capital Humano, Vinculación y Transferencia Tecnológica, Apropiación de la ciencia y Mejora Organizacional*, así como objetivos particulares y líneas de acción que han permitido dar cumplimiento a dichos ejes. Con ellos se promueve desarrollar investigación básica y aplicada que contribuya a la generación de conocimiento; al desarrollo de tecnología e innovación en el campo de la óptica y Fotónica que fortalezca el liderazgo tecnológico del CIO y del país y promueva la formación de nuevas empresas basadas en el conocimiento; ofrecer el mejor programa de posgrado en óptica y fotónica y contribuir al desarrollo de una cultura científica y tecnológica de nuestra sociedad.

Con base en estas líneas de acción, identificamos oportunidades en los diferentes sectores productivos en los que la óptica puede aportar soluciones y, a través de foros internos de consulta, orientamos nuestras áreas de investigación para lograr un mayor impacto en los sectores clave para el desarrollo del país tales como *energía, salud, manufactura y alimentos*. Para ello, hemos generado nuevos espacios de laboratorios, cinco en 2016 para un total de 20 nuevos en los últimos cuatro años, que fortalecen nuestras capacidades para atender las áreas de impacto y nuevas líneas estratégicas de investigación. Destacan por su naturaleza y capacidades el Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión (LOV) y el Laboratorio de Micro y Nano Dispositivos Fotónicos (LAMINADF). Implementamos nuevas estrategias para atraer investigadores jóvenes a través de convocatorias internacionales y con el apoyo de comités que se integran específicamente para analizar los perfiles y propuestas de investigación de los candidatos, lo cual garantiza la calidad y pertinencia del personal de nuevo ingreso a las áreas en donde se busca tener un mayor impacto. En los últimos cuatro años se han incorporado 12 nuevos investigadores, dos ingresaron en 2016 y dos más lo hicieron en enero de 2017, cuatro son cátedras adscritos a CIO-Aguascalientes (CIO-A).

Se han mantenido los esfuerzos de apoyo a la investigación científica con recursos propios a través de convocatorias internas, que están orientadas a proyectos específicos en complemento a convocatorias externas que tradicionalmente se han estado atendiendo. Gestionamos recursos extraordinarios para el fortalecimiento de la infraestructura de uso común, adquisición de equipos para los nuevos laboratorios, sustitución de equipos obsoletos, así como remodelación y construcción de nuevos espacios.

Realizamos el diagnóstico de los indicadores de productividad de las actividades de investigación, tales como artículos publicados, dirección de tesis, impartición de clases, alumnos graduados, participación en convocatorias, pláticas dentro y fuera de congresos y actividades de vinculación. Con base en este diagnóstico se inició la revisión del reglamento de estímulos para el personal científico-tecnológico que esperamos concluir en el otoño de este año.

Concluimos la revisión del *Lineamiento Académico de los Programas de Posgrados del Centro*, mismo que será sometido para su aprobación al Consejo Directivo del CIO en la primera sesión de este año. Después de una revisión detallada de la estructura curricular de nuestros tres programas de posgrado se redefinieron los perfiles en cada caso y se cambió la curricula a una estructura más ágil que optimice recursos, se definieron un grupo de cursos básicos comunes a los tres programas, un grupo

de cursos obligatorios por especialidad de acuerdo a nuestras líneas de investigación estratégicas, y un grupo de cursos optativos. En cada uno de los cursos se asignaron profesores titulares y el cuatrimestre en que serán impartidos. El proceso de admisión fue revisado y actualizado para que facilite la inclusión de estudiantes internacionales, se actualizaron tanto el examen de admisión como los cursos propedéuticos reduciendo este último a un curso de matemáticas básicas y un curso de radiación electromagnética. Esta reestructuración entró en vigor a partir de las generaciones que ingresaron a la Maestría y el Doctorado en Ciencias (Óptica) en septiembre de 2016, y en enero de 2017 para el programa de optomecatrónica.

Las estrategias y líneas de acción establecidas para la Unidad CIO-A comenzaron a mostrar resultados positivos. Se incrementó la actividad académica con estudiantes de posgrado del CIO y de pregrado de universidades locales y foráneas, se incrementó el número de proyectos estableciendo un equilibrio entre proyectos de ciencia básica y desarrollo tecnológico, se incrementó la divulgación lo que permitirá una mayor apropiación del centro en la sociedad y una mayor presencia en el sector productivo en el estado. Se ha fortalecido el área de instrumentación, optoelectrónica, óptica integrada y energía solar. Se crearon nuevos laboratorios: Laboratorio de radiometría y fotometría, diseño y caracterización de sistemas termosolares y fotovoltaicos, dispositivos optoelectrónicos, electrónica e instrumentación, y visión artificial. La Unidad cuenta actualmente con 3 ingenieros y 8 investigadores, (4 de ellos cátedras), este año esperamos alcanzar al menos diez investigadores.

Durante el 2016 tuvimos 225 empleados de los cuales 151 fue personal científico-tecnológico (60 investigadores, 24 ingenieros, 67 técnicos), 12 contrataciones temporales como posdoctorados, 3 estancias de investigación y 2 estancias sabáticas, 48 administrativos y 9 contratados por honorarios. Al cierre del ejercicio contamos con una plantilla de 190 empleados. El 98.3% de los investigadores pertenecen al S.N.I. de los cuales 62% se ubica en los niveles II y III. La promoción de los investigadores en el S.N.I ha sido constante en los últimos 5 años. El promedio de edad de la plantilla de investigadores del CIO en León, es de 50 años y en CIO-A es de 37.

## 1. Generación de Conocimiento (GC)

### ***Apoyos a la investigación***

Durante el periodo que se reporta trabajamos con 48 proyectos de investigación, con un monto total de financiamiento externo de \$ 28,868.34\*, que contrasta con 34 proyectos en 2015, ver Figura 1a. De esta manera superamos la meta comprometida tanto por el número de proyectos por investigador (81.4%) como por el monto de ingresos externos respecto a recursos fiscales destinados a investigación (18.5%). El 59% de la plantilla de los investigadores cuentan con financiamiento externo para el desarrollo de su investigación. De estos, 15% corresponden a proyectos de desarrollo tecnológico. Es importante destacar que 6 del total de proyectos son de carácter interinstitucional lo que nos permite cumplir la meta en el rubro respectivo.

El incremento significativo en el número de proyectos en ejecución es resultado de una mayor participación en convocatorias externas. En 2016 participamos en 12 convocatorias y enviamos 51 propuestas de las cuales fueron aprobadas 16 con un financiamiento total de \$35,765.69\*, lo que equivale a 31% de aceptación, ver Figura 1b. Además, continuamos con la estrategia de fortalecer la

investigación interinstitucional con recursos internos, en 2016 tuvimos una convocatoria conjunta CIO-CICY donde apoyamos 8 proyectos de investigación semilla o exploratorio en temas de óptica aplicada a la biología, recursos naturales, energía y ciencias del agua con un monto total \$500.00\* por cada institución. Como resultado de esta colaboración obtuvimos financiamiento por \$ 4,000.00\* en la convocatoria de problemas nacionales para el desarrollo de un concentrador solar para la potabilización de agua e áreas rurales.

Los proyectos sobre energía termosolar iniciados por las 4 Cátedras-Conacyt en CIO-A han reportado avances importantes. Los catedráticos han atraído estudiantes de licenciatura y posgrado a sus proyectos, han impartido cursos de posgrado, impartido pláticas de divulgación de la ciencia, organizado congresos y talleres, y publicado artículos de investigación. Han atendido las diferentes convocatorias y demandas de la industria obteniendo financiamiento de la convocatoria de infraestructura 2016 a través de dos proyectos por un monto total de \$ 5,535.00\*, los cuales se invertirán en el fortalecimiento del Laboratorio de sistemas termosolares y fotovoltaicos (además del proyecto de problemas nacionales por un monto de \$ 4,000.00\* mencionado en el párrafo anterior que es liderado por una Catedra Conacyt).

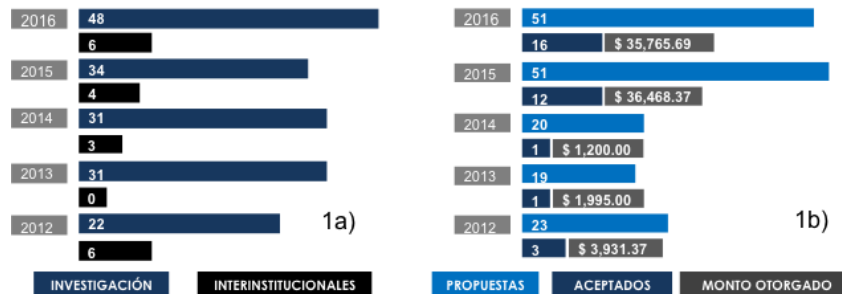


Figura 1. Relación de proyectos de investigación en desarrollo (a) y (b) sometidas a concurso, aceptadas y monto otorgado.

### Áreas de investigación

En el Plan Estratégico 2013-2018 del CIO, se establecen las áreas estratégicas de investigación que agrupan nuestro quehacer científico y que son: *Fibras ópticas y láseres, ingeniería óptica, nanofotónica, óptica no-lineal y pruebas ópticas no destructivas*, y se establecen una serie de acciones para fortalecerlas e iniciar aquellas líneas emergentes o en donde nos hemos quedado rezagados. Estas áreas se reflejan en el Programa de Investigación de Largo Aliento (PILA), *Naturaleza del Universo*, del cual formamos parte y es dominada básicamente por la coordinación dos de Centros CONACYT. Específicamente, participamos en el módulo 3 (Interacción luz-materia) donde se identificaron las siguientes temáticas que abarcan tópicos de frontera que es deseable impulsar y fortalecer a nivel nacional, y que coinciden con nuestras áreas estratégicas: Biofotónica y microscopía óptica; Esparcimiento y óptica estadística; Láseres y fuentes novedosas de luz; Materiales y metamateriales ópticos; Óptica cuántica; Óptica no lineal y procesamiento óptico de materiales; Plasmónica y nanofotónica.

En el CIO hemos implementado diferentes acciones para ampliar el alcance e impacto de nuestras áreas de investigación estratégicas. Para robustecer la investigación que hacemos en biofotónica y microscopía óptica e impactar en el sector salud, en el año que reportamos se puso en marcha un laboratorio totalmente equipado (inversión mayor a los \$ 5,000.00\*) con capacidades para el manejo de muestras biológicas (cultivo celular y manejo de tejido biológico). Este se complementa con el laboratorio de microscopía óptica puesto en marcha en 2015 y que está equipado con un microscopio confocal-multifotónico, un microscopio de epifluorescencia y un equipo con capacidad para realizar micro y nano Raman. Estas acciones se verán reforzadas con el financiamiento por \$ 4,000.0\* obtenidos de convocatorias CONACYT para el desarrollo de esta área. En 2016 se contrató a un investigador con especialidad en el desarrollo de sensores biofotónicos para aplicaciones biomédicas, cuyo perfil se complementa con el de la investigadora con especialidad en biofotónica que contratamos en 2015. De esta manera, nuevos recursos humanos y laboratorios, robustecen y complementan las capacidades ya existentes en el Centro para realizar investigación de frontera. Con la incorporación del nuevo investigador contaremos con un grupo mayor a diez investigadores realizando investigación en esta área desde diferentes aproximaciones.

Para fortalecer las actividades del LOV contratamos a un técnico con doctorado y especialidad en esta área. Debe destacarse que la creación de este Laboratorio Nacional en 2015, nació justamente bajo una perspectiva de incidir en temáticas de largo aliento y de pertinencia para las necesidades del país. El laboratorio tiene como propósito realizar investigación básica y aplicada que permita desarrollar instrumentación de última generación y un mayor entendimiento de los modelos de visión que nos lleven a desarrollar las técnicas e instrumentación necesarias para la evaluación y corrección de algunos problemas visuales. En su segundo año de operación recibió financiamiento por aproximadamente \$ 3,000.00\* de convocatoria CONACYT más financiamiento interno.

En el área de fibras ópticas y láseres, continuamos apoyando con financiamiento interno el desarrollo de fuentes láser basadas en fibras ópticas como medio activo. En particular, las iniciativas para generar prototipos de láseres de fibra de alta potencia del que ya tenemos 100 watts de salida, y de láseres con emisión en longitudes de onda larga que esperamos obtener 10 Watts a 2 micras. Estos tipos de láseres tienen aplicaciones industriales y de salud, y en el CIO apostamos por su desarrollo. El desarrollo de estos prototipos contiene conocimiento científico propio, además de que trae aparejado beneficios colaterales por los problemas de ingeniería que se tienen que resolver. También continuamos apoyando el desarrollo de sensores de fibra óptica y sistemas microfluídicos para aplicaciones diversas. En el año que reportamos esta área recibió financiamiento por más de \$4,500.00\* de convocatorias CONACYT y apoyo interno.

En el área de óptica no lineal, continuamos con el apoyo al laboratorio de fotónica cuántica que se convirtió en un laboratorio nacional asociado al de materia cuántica recibiendo financiamiento por \$1,000.00\*. En este laboratorio, que inicio actividades en 2015 con la contratación de un joven investigador, se realiza investigación enfocada a aplicaciones en el área de comunicaciones (fuentes de luz en estado cuántico optimizado e integradas en chips) y tomografía coherente con fuentes de luz cuánticas, cuenta con una inversión en equipamiento mayor a los \$ 3,500.00\*. A inicios de 2017 se integró una nueva investigadora en esta línea de investigación.

En el área de nanofotónica se está realizando investigación enfocada al estudio de metamateriales por cálculo de primeros principios, aplicaciones biomédicas, y diseño de fuentes de iluminación de estado sólido y de celdas solares de última generación aprovechando las propiedades ópticas de materiales nanométricos y moleculares. Las aplicaciones biomédicas incluye detección (biosensores), imagen, diagnóstico y terapia de diferentes problemas de salud especialmente detección de proteínas asociadas a algunos tipos de cáncer y otros problemas de interés nacional. En este sentido, se ha continuado con la estrategia de generar acciones de acercamiento con instituciones del sector salud para resolver estos problemas bajo una perspectiva multidisciplinaria. Se habilitó un nuevo laboratorio (Lab de fotofísica y óptica no lineal) donde se estudian nanopartículas orgánicas para detección e imagen, así como fenómenos de transporte de carga.

La importancia del desarrollo de nuevas celdas solares, en particular orgánicas, permitió que el laboratorio de materiales enfocado al desarrollo de este tipo de dispositivos se convirtiera en 2016 en un Laboratorio Nacional Asociado al de Grafeno liderado por CIQA. En este laboratorio se han obtenido eficiencias del 8.5%, y construido un prototipo de paneles solares para alimentar pequeños dispositivos como teléfonos celulares. En el laboratorio de nanofotónica se desarrollan celdas solares a base de nanomateriales donde hemos obtenido eficiencias de 7.5% y de perovskitas con eficiencias del 17%. En todos los casos, tales eficiencias corresponden a las mayores reportadas en su tipo en México. Para ambos laboratorios, en el año que reportamos obtuvimos financiamiento por \$ 2,500.00\* de convocatorias CONACYT.

El tema de energías renovables incluye el aprovechamiento de la energía solar térmica. En este caso, hemos fortalecido las capacidades en este tema en CIO-A, donde el Estado tiene especial interés en desarrollar este tipo de tecnología para su uso en la región. Actualmente contamos con cuatro investigadores (catedras) realizando investigación y desarrollo tecnológico en este tema, que obtuvieron financiamiento por más de \$ 9,500.00\*a través de un FOMIX, además de dos proyectos de la convocatoria de Conacyt de infraestructura y uno de problemas nacionales, con lo que hemos incrementado la infraestructura para el desarrollo de concentradores solares. Además se obtuvo un proyecto PEI de \$750 00.00\* relacionado con esta tecnología y liderado por una cátedra Conacyt. Nuestras actividades en el área de energías renovables están contenidas dentro del PILA correspondiente a energía y que esta en construcción.

### **Consortios**

El CIO participa en el ECATI-Automotriz para atender la demanda tecnológica del sector. Como parte de esta iniciativa, lideramos el proyecto para el establecimiento del Centro de Investigación y Transferencia Tecnológica de Aguascalientes para el sector Automotriz (CITTAA) formado por el consorcio de 12 CPI. El CITTAA será un espacio físico desde donde el consorcio atenderá y promoverá la formación de la cadena productiva que demanda este sector estratégico para Aguascalientes y el país. Para el desarrollo de este proyecto, hemos obtenido financiamiento por \$ 74,000.00\* a través de convocatoria FOMIX, y deberá concluirse el primer semestre del 2018. En el año que se reporta pusimos en marcha el laboratorio de radiometría y fotometría que fortalecen las capacidades de CIO-A para atender el sector automotriz. Es el resultado de una inversión de \$ 19,000.00\* dede 2015, \$ 10,000.00\* del FOMIX y 9,000.00\* de CONACYT.

A lo largo de 2016, trabajamos en el proyecto para la formación del consorcio de óptica aplicada (COA) formado por el CICESE-CIO-INAOE y que se instalará en las instalaciones del CICESE localizadas en el PIT Monterrey. Este consorcio establecerá capacidades de metrología y pruebas no-destructivas, visión robótica e instrumentación con el objetivo de atender las demandas del sector productivo de la región, promoviendo y aprovechando la sinergia que se genere entre los CPI presentes en la región. También participamos en el consorcio agroalimentario de Aguascalientes liderado por CIATEJ y donde participan CIO-CIQA-CIBNOR, en el año que se reporta recibió financiamiento por \$ 54,000.00\*. Participamos además en el consorcio sobre biomimetismo liderado por el INECOL con capacidades instaladas para el desarrollo de nuevos materiales y donde ahora se gestiona un proyecto FORDECYT multidisciplinario. Con nuestra participación esperamos promover y aprovechar la sinergia que se genere de la interacción entre los centros participantes y contribuir al fortalecimiento de nuestra riqueza natural. Además, iniciamos trabajos para la formación e instalación del consorcio de energía liderado por CIMAV y donde también participan CIDESI, CIO y CICESE.

Las actividades de investigación en las áreas descritas han motivado nuestra participación en diferentes redes nacionales, entre las que podemos mencionar: la red de nanociencia y nanotecnología, de energía, de materia cuántica y de biofotónica. Además, continuamos con la implementación de acciones encaminadas a ampliar el alcance de la investigación que se realiza en el Centro, a potenciar su impacto y a eficientar el uso de recursos. Algunos ejemplos de estas acciones son: i) se realizaron talleres teórico-prácticos en temáticas de nuestras líneas estratégicas y en las que el CIO tiene liderazgo; estos talleres estuvieron dirigidos a estudiantes de ciencias e ingenierías; ii) se continuó con el apoyo y fomento de estancias posdoctorales en líneas de investigación prioritarias bajo una perspectiva de conformación de grupos de investigación sólidos bajo la dirección de un investigador líder; iii) el plan de fortalecimiento de infraestructura se realizó bajo la filosofía de “equipos de uso común” para el servicio de un número amplio de investigadores; iv) se ha mantenido la política de acercamiento a otros centros de investigación con la finalidad de impulsar investigación multidisciplinaria. A nivel internacional, y con la finalidad de realizar intercambio científico y académico, formalizamos un convenio para un programa de doble grado tanto de maestría como doctorado con la Universidad de Dayton en USA que inició en septiembre de 2016. También hemos formalizado convenio para participar en el programa International Master on Control for Green Mechatronics donde también participan la UANL (Mex), Texas A&M en Qatar, U. Técnica Federico Santa María (Chile), U. Católica de Temuco (Chile), U. of Jordan at Amman (Jordan), programa que es liderado por la University of Burgundy Franche-Comté (UBFC, Francia) y que dará inicio en septiembre de 2017.

### **Producción científica**

Resultado de la investigación que realizamos en el año que reportamos, publicamos 119 artículos en revistas indexadas de circulación internacional y referero riguroso con un factor de impacto promedio de 2.35 y con un número de artículos publicados por investigador de 2.02. Esto refleja un incremento sostenido tanto del factor de impacto de las publicaciones como del número de artículos publicados desde 2014, ver Figura 2. Del total de artículos científicos 14 de ellos han sido publicados en revistas con factor de impacto mayor a 3, las revistas con mayor número de publicaciones incluyen: *Applied Optics* (9 artículos), *Optics Communications* (5 artículos), y *Optics Express* (9 artículos).

Adicionalmente se publicaron 5 capítulos en los siguientes libros: *Contemporary Optoelectronics*, *Nuclear Chemistry*, y *Fiber Optics Sensors*.

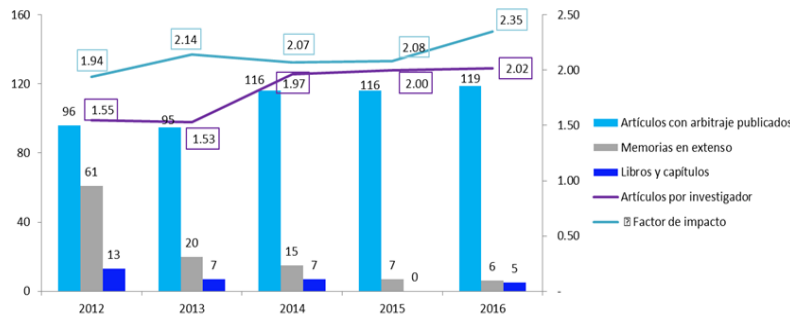


Figura 2. Producción científica

En este año que reportamos organizamos el VII Congreso Nacional de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud en conjunto con el INAOE donde se registraron más de 70 participantes. Se apoyó la organización del XII Internation Congress NANOTECH 2016 realizado en Pto. Vallarta y organizado por la División de nanociencia de la SMF y la U. de G. en Cd. Valles, se registraron más de 100 participantes. Organizamos el XIII Congreso Participación de la Mujer en la Ciencia con 963 participantes, 13 conferencias plenarias y 950 carteles. Los investigadores del CIO presentaron 62 trabajos en diferentes congresos nacionales (Plenaria 2, Invitadas 1, Pláticas 26, Posters 33) y 89 en congresos internacionales (Invitadas 9, Pláticas 24, Posters 56). Presentamos además 73 conferencias especializadas, y 21 memorias in extenso nacionales e internacionales, ver Figura 3.

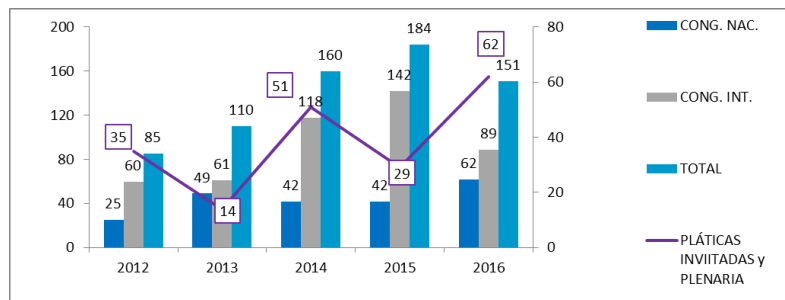


Figura 3. Congresos Nacionales e Internacionales.

Finalmente, el indicador de Propiedad industrial solicitada ha superado la meta comprometido con 5 solicitudes de patente ingresadas al IMPI. Actualmente el Centro cuenta con 8 patentes concedidas, así como 2 modelos de utilidad y se encuentran 12 en trámite. Las solicitudes de petente muestra una clara tendencia del establecimiento de una cultura de protección intelectual, ver Figura 4.



PATENTE	AÑO ANT.	2013	2014	2015	2016
PATENTES MEXICANAS CONCEDIDAS	4 2004-2010	1	1	1	
PATENTES EXTRANJERAS CONCEDIDAS		1			
MODELOS DE UTILIDAD CONCEDIDOS		1	1		
SOLICITUD DE PATENTE EN TRÁMITE EN MÉXICO	2 2011-2012	2	1	2	5
SOLICITUDES DE PATENTE EN TRÁMITE EN EL EXTRANJERO	1 2005				

Figura 4. Propiedad Intelectual

## 2. Vinculación y Transferencia Tecnológica (VTT)

En el año que se reporta, mantuvimos la acreditación de nuestros tres laboratorios de Metrología acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditación (ema). *Laboratorio de Metrología Dimensional* (magnitud dimensional) con número de acreditación: D-85, vigente a partir del 2009-10-21, *Laboratorio de Espectrocolorimetría* (magnitud óptica) con número de acreditación: OP-18, vigente a partir del 2009-09-27, *Laboratorio de Fuerza* (magnitud Fuerza) con número de acreditación: F-46, vigente a partir del 2012-04-18. El objetivo de los Laboratorios de Metrología, es cubrir las necesidades de servicios de calibración y medición en diferentes ramas de la Industria de la región como la industria automotriz, metal-mecánica, textil, alimentos, aeroespacial, entre otras. Ampliamos la acreditación en la magnitud dimensional creando dos nuevos laboratorios donde se realizan los servicios catalogados como de alta exactitud, tales como calibración y medición de patrones con máquina unidimensional, medición y calibración de redondez, rugosidad y perfil con la que se obtuvo la acreditación de 23 nuevos servicios para un total de 33 servicios de este tipo. Esta ampliación es el resultado de una alianza con Steinbeis México (STM, oficina de transferencia tecnológica donde el CIO participa con el 6%), a través de dos proyectos PEI. Esta alianza contempla la formación de dos start up, uno por cada laboratorio, para comercializar los mencionados servicios. Los laboratorios, así como los equipos, forman parte del inventario del CIO, nuestra obligación es mantener los laboratorios operando y responder a los servicios solicitados por estas dos nuevas empresas. Sin embargo, el CIO puede vender en forma directa dichos servicios sin compartir las utilidades con las nuevas empresas.

De manera similar, solicitamos a la *ema* ampliar alcances en la magnitud de óptica para ofrecer además de calibración de color, servicios de luxómetros y cabinas de iluminación, con lo que podremos evaluar los diferentes sistemas de iluminación automotriz, calaveras, la reflectancia de las placas automotrices, y cualquier tipo de material retroreflejante (chalecos de seguridad, señalización, pinturas, pantallas y vialidades, etc.). También se podrá evaluar luminarias de uso general, ya sea residencial y comercial, para determinar que cumplan con la normatividad requerida. Esto es resultado de la ampliación de nuestras capacidades en CIO-A que consta de un tunel fotométrico de 40 m de longitud, que es uno de tres en el país, un laboratorio de radiometría y uno de espectrocolorimetría. Con esta ampliación de capacidades, el CIO ofrece en total 66 servicios en los tres Laboratorios de Metrología Acreditados.

Con las capacidades de servicios tecnológicos descritas, atendimos un total de 265 clientes para un total de 1354 servicios, además de cursos y asesorías para un ingreso de \$ 3,110.00\*. También desarrollamos productos tecnológicos (proyectos tecnológicos) que nos generaron ingresos por \$ 16,037.34\*, además de un ingreso de \$ 1, 497.98 por productos financieros, recuperación de cartera vencida y otros productos, por lo que en el año que reportamos tuvimos ingresos propios totales por \$ 20,645.31\*. Permanecieron vigentes 26 proyectos de transferencia de tecnología (I+D) con un monto de venta total de \$56,528.33\* en donde participaron 17 investigadores/ingenieros como responsables de proyectos. Del total de proyectos, 8 son nuevos aprobados durante el año que se reporta (6 PEI, 1 FINNOVATEG, 1 pago directo del cliente) por un monto mayor a los \$ 16,500.00\*. Estos nuevos proyectos es el resultado de la participación de 19 proyectos en el programa PEI 2016. En 2017 participamos con 22 propuestas en la convocatoria PEI por un monto total de \$ 50,450.68\* del cual solo fue aprobado 1 por un monto total de \$876.77. Esperamos que a través de la convocatoria FINNOVATEG 2017 y de estímulos fiscales podamos lograr otros proyectos, aunque con dichas condiciones económicas consideramos muy difícil poder cumplir nuestra meta de ingresos propios para el 2017. Con la finalidad de dar difusión y sensibilizar a los empresarios para el aprovechamiento de los diferentes programas de apoyo, en coordinación con la Secretaría de Innovación Ciencia y Educación Superior (SICES) del estado, se llevaron a cabo dos talleres a empresarios.

Continuamos fortaleciendo nuestra relación con nuestros socios tecnológicos y el desarrollo de proyectos de alto impacto nacional; actualmente contamos con 17 sociedades tecnológicas. Con SEDENA definimos líneas estratégicas para el desarrollo de proyectos de interés nacional, mismas que se plantearán por SEDENA en la Red Temática Nacional de Aeronáutica (RTNA). Continuamos con nuestro trabajo colaborativo con el grupo de desarrollo de la Fuerza Aérea Mexicana. Llevamos a cabo el segundo *Workshop SANT* (Sistema Aéreo No Tripulado) con el objetivo de lograr la continuidad del proyecto, así como reuniones con cada uno de los grupos de trabajo de las diferentes disciplinas que conforman este proyecto de innovación. Formalizamos con el Instituto de Astrofísica de Canarias el proyecto para el Pulido de prismas HORS, que contribuye a la internacionalización de nuestros servicios de manufactura óptica.

### 3. Formación de Capital Humano (FCH)

En el año que reportamos, ejecutamos líneas de acción para la difusión y promoción de los programas de posgrado que incluyeron 144 actividades en las que se atendieron a 3300 estudiante (86 Charlas y promoción en eventos, 49 visitas guiadas en el CIO, 7 talleres, 1 congreso, 1 estancia de jóvenes de excelencia), se visitaron 30 Instituciones de Educación Superior en México y 6 en el extranjero. En Cuba se participó en el congreso Tecnolaser y en Colombia se visitaron a 6 universidades. Se realizaron 7 talleres (óptica y fotónica, sensores óptico, reconstrucción 3D, robótica, energía renovables, láseres, fibras ópticas) impartidos por 29 investigadores y apoyo de CONACYT por \$ 327.725\*. Participaron 114 estudiantes, entre ellos 4 extranjeros, 9 alumnos de nivel maestría y 2 de doctorado. Realizamos el II Congreso Regional de Energía Renovables (en CIO-A) con apoyo de CONACYT por \$ 327.872\*. Se registraron 438 asistentes, 53 carteles, 21 orales, y 6 ponencias magistrales, se otorgaron 22 becas (2 a extranjeros). Continuamos con nuestro programa "Jóvenes de

Excelencia" con apoyo CONACYT a través del programa Jóvenes Talentos por un monto de \$200.00\*. Recibimos más de 100 solicitudes de las cuales solo fueron aceptados 30 estudiantes con los mejores promedios (3 extranjeras) que realizaron una estancia por un mes en diferentes laboratorios de investigación del CIO.

Las acciones de difusión de nuestros posgrados se tradujo en un aumento del 15% de alumnos que presentaron examen respecto al año anterior. En los dos procesos de admisión (verano, otoño), registramos 255 candidatos de los cuales 130 presentaron exámenes de admisión y fueron aceptados 51 de ellos, lo que representa un porcentaje de aceptación del 39%, ligeramente por debajo del 45% que registramos en 2015, ver Figura 5. Es decir, se ha venido aumentando la base de selección y reduciendo los seleccionados lo que esperamos se traduzca en un mejor desempeño en nuestros programas.

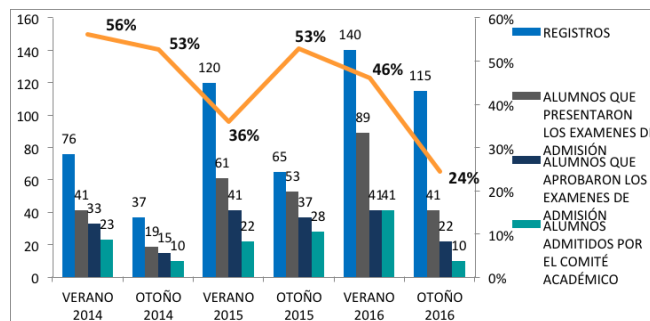


Figura 5. Alumnos durante el proceso de admisión

La matrícula en 2016 estuvo conformada por 179 estudiantes, ver Figura 6. Al término del año que se reporta, 108 se mantuvieron vigentes, 42 se graduaron, 4 se encuentra en suspensión y 25 son bajas del posgrado. Lo que representa en promedio 3.03 alumnos por investigador, 33 de estos estudiantes son extranjeros (Colombia, Cuba, India, Chile, Bolivia, E.U.A., Sambia y Venezuela) que equivale al 18% del total de alumnos. De los 42 estudiantes graduados, 14 son de Doctorado, 19 de Maestría en Ciencias y 9 Maestría en Optomecatrónica, que representa un indicador de Generación de Recursos Humanos de 0.712, superior a la meta establecida de 0.58. La eficiencia terminal de nuestro programa de Doctorado es 62%, el de Maestría en Ciencias es 67% y el de Maestría en Optomecatrónica de 68%, el promedio de los tres posgrados es del 66%. Este cálculo se obtiene de acuerdo con la norma del PNPC, que consiste básicamente en promediar la eficiencia terminal de las últimas 5 generaciones de egresados, es decir, las últimas 5 generaciones que han rebasado los 30 meses desde su ingreso en el caso de maestrías y 54 meses en el caso de Doctorado, ver Figura 7. Es importante mencionar que uno de los requisitos para poder graduarse de doctorado es la publicación de dos artículos en revistas referenciadas, con factor de impacto total de uno. Varios de nuestros estudiantes publican tres o más artículos.

De los estudiantes graduados 15 estaban en rezago académico: 10 de Doctorado, 2 de Maestría en Ciencias y 3 de Maestría en Optomecatrónica. Adicionalmente, 2 estudiantes rezagados de Doctorado presentaron examen de grado en enero de 2017. Se han graduado 464 estudiantes en toda la historia de nuestros posgrados de los cuales 192 son de doctorado. De estos últimos el 60% (116) pertenecen

al SNI, y de éstos el 23% se encuentran en los niveles II y III. Todos se encuentran laborando en alguna Institución de Educación Superior, Centro de Investigación nacional o extranjera. El 18% de nuestros egresados se encuentran en el extranjero, ya sea laborando, realizando estudios doctorales o estancias posdoctorales en países como, Bélgica, Chile, España, EUA, Finlandia, Francia, Inglaterra, Japón, Suecia y Suiza. El 85% de los graduados de Maestría en Ciencias continuó con estudios de doctorado, y el 36% en el caso de Optomecatrónica.

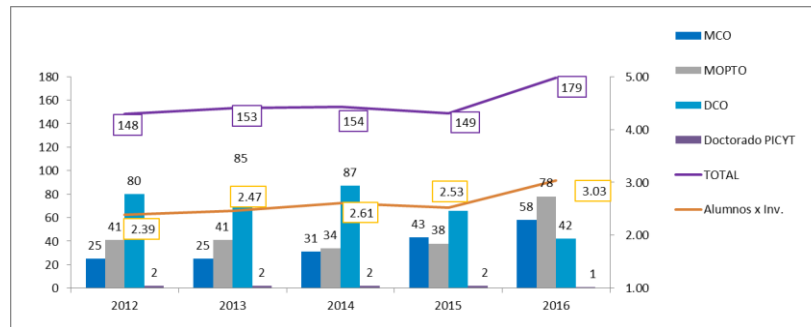


Figura 6. Alumnos Inscritos

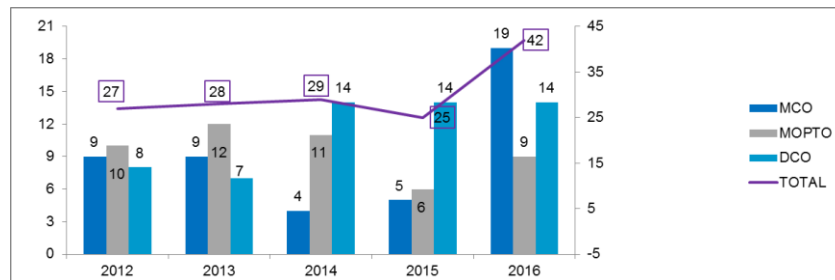


Figura 7. Alumnos Graduados

En el periodo que se reporta impartimos 105 cursos, (17 en CIO-A, 6 División Ciencias de Ingeniería de la U. de Gto. dentro del programa de Ing. Física, 4 en UTL dentro del programa Técnico Superior en Optomecatrónica, 3 en Universidad Politécnica de Aguascalientes en el programa de Energías Renovables, el resto en el CIO-L), de los cuales 21 se impartieron en inglés. Llevamos a cabo 15 cursos en los Laboratorios de Posgrado, 11 para los posgrados del CIO y 4 para la UTL, y se apoyaron adicionalmente 3 asignaturas con la realización de alguna práctica. Se impartió también un taller de fotografía en el marco de 2ª feria del libro.

En 2016 se formalizaron un total de 62 nuevas becas, 52 dentro la Convocatoria para Becas Nacionales 2016 del CONACYT (22 para estudiantes de Doctorado, 13 para estudiantes de la Maestría en Ciencias y 17 para estudiantes de la Maestría en Optomecatrónica) y 10 becas dentro de la Convocatoria Sustentabilidad Energética 2015–2016” CONACYT-SENER (2 para Doctorado, 2 para Maestría en Ciencias y 6 para Optomecatrónica). Así, en 2016 se logró la asignación y formalización de un total de 62 nuevas becas para estudiantes de nuestros posgrados. Esto representa más del doble de becas gestionadas y formalizadas con respecto al año anterior.

El monto disponible para becas institucionales (capítulo 4000) en el 2016 fue de \$1'345.50\*. Aproximadamente el 50% (\$ 640.669\*) fue destinado para apoyar a alumnos de nuestros programas de posgrado con actividades que complementan su formación académica. Al cierre del año que se reporta se otorgaron un total de 567 apoyos para 222 estudiantes. Apoyamos 111 actividades de movilidad académica para 93 de nuestros estudiantes, incluye estancias de investigación, visitas a laboratorios, asistencia a cursos y congresos, eventos de divulgación de la ciencia, difusión de los posgrados y estancias en la industria. El 20 % de las actividades fueron realizadas en el extranjero y el 50% de los eventos fueron atendidos por estudiantes del Doctorado. Más del 50% de monto disponible fue destinado a apoyar alumnos externos (253 estudiantes) que realizan alguna actividad académica en el Centro, como residencias, estancias, prácticas profesionales, veranos de la ciencia, tesis, estancias de investigación, talleres de especialización y cursos propedéuticos.

En la Biblioteca implementamos nuevas acciones para atraer un mayor número de usuarios, cambiamos algunos estantes por nuevos móviles que nos dan más espacio libre para los usuarios, habilitamos una sala para la proyección de videos educativos, habilitamos una sala privada para grupos y habilitamos la sala de lectura para que funcione 24/7. Adquirimos un total de 217 nuevos títulos en 342 ejemplares con lo que el CIO cuenta con un total de 17,116 títulos en 19,984 ejemplares. Como parte de los apoyos institucionales, realizamos 7 aplicaciones del examen *TOEFL ITP*, en los que se evaluaron 106 aplicantes, 32 externos y 74 estudiantes del CIO. De estos últimos 30 alcanzaron el puntaje requerido para la obtención del grado.

Continuamos con el apoyo a los capítulos estudiantiles de la Sociedad Internacional de la Óptica y Fotónica (SPIE), de la Sociedad Americana de Óptica (OSA) del CIO, que tienen como objetivo promover actividades de divulgación de la óptica dentro y fuera de la institución. Realizaron un total de 11 actividades.

#### 4. Apropiación de la Ciencia (AC)

El nuevo Museo de Óptica y Fotónica del CIO (*Ilumina*, planetario y museo de luz) es un proyecto que incrementará cualitativamente y cuantitativamente las actividades de divulgación y difusión de la institución y se espera sea un referente en la oferta museística y de divulgación científica en Guanajuato al operar seis días de la semana. Inició su ampliación en 2015 con una inversión de \$ 11,400.00\* con apoyo CONACYT y tendrá una construcción total de 1,123 m<sup>2</sup> en dos niveles (antes teníamos 150 m<sup>2</sup>). Contará con 430 m<sup>2</sup> de superficie para salas temáticas sobre óptica, 150 m<sup>2</sup> de superficie para exposiciones temporales, 100 m<sup>2</sup> para un laboratorio de ciencia y tecnología para niños y jóvenes, equipado con computadoras touchscreen, plataformas de desarrollo de prototipos electrónicos Arduino, componentes electrónicos y ópticos para armar prototipos, robots Lego y drones, impresoras 3D, sensores y actuadores diversos. Contará también con un planetario digital con domo fijo de 9 metros de diámetro y capacidad para 50 personas, y 6 telescopios astronómicos de diferentes tipos, incluyendo uno solar. para atender el recién formado club de astronomía. Este planetario será único en el estado, será un atractivo turístico y definitivamente ayudará a fomentar las vocaciones científicas en las nuevas generaciones, y contará con los espacios y condiciones adecuadas para atender el club de ciencia de los niños y el recién creado club de astronomía, ambos realizados en

forma mensual. En el año que se reporta se invirtieron \$ 3,500.00\* de recursos de nuestro fideicomiso con lo que ha quedado habilitado la primera planta excepto el planetario, ver Figura 8.



Figura 8. Diferentes perspectivas de los que será el nuevo de óptica y fotónica.

Durante el 2016 llevamos a cabo 471 actividades de acercamiento de la ciencia y la tecnología a la sociedad. Estas actividades incluyen 133 de divulgación atendiendo a más de 8 mil personas a través de conferencias, exposiciones temporales, visitas al museo de ciencias, talleres extramuros y observaciones astronómicas y solares. Reportamos 338 notas de difusión del quehacer sustantivo del Centro en más de 108 diferentes medios masivos de comunicación. 30% de éstas partieron originalmente de un medio o agencia de noticias nacional, lo que permite que los resultados y logros de la institución alcancen públicos y espacios mediáticos en todos los estados del país e incluso del extranjero. Es importante señalar que, por ejemplo 3 de estas notas - *Prueba óptica para determinar tequilas adulterados*, *Normas para regular iluminación*, *Fibra óptica para automóviles* - fueron replicadas en 70 periódicos, 24 radiodifusoras y 43 blogs distintos en todo el país.

Se emitieron 15 cápsulas de televisión por TV4 que llega a todos los municipios de Guanajuato. Nuestra participación en la agencia de noticias CONACYT, nos ha permitido impactar a más de 160 mil personas con cada nota, entrevista o reportaje que en ella se publica, así como a más de 7 mil medios nacionales e internacionales, pues reciben directamente de la agencia los boletines. Podemos decir con certeza que nuestras incidencias fueron vistas, leídas y escuchadas al menos una ocasión en todos los estados del país. Actualmente el CIO tiene apertura y disponibilidad de espacios en más de 200 medios, con públicos y audiencias diversas pero bien definidas en su tipo, incluyendo revistas impresas con lectores de interés industrial y académico. En el año que se reporta publicamos tres números de nuestra revista digital (Noticio) para la difusión de nuestro quehacer donde se reportaron los principales logros, resultados y eventos de mayor alcance e impacto. La distribución de nuestra revista alcanza a más de 100 instituciones y empresas 6000 lectores aproximadamente, que van desde miembros de las IES, CPI's, medios de comunicación local (León y Aguascalientes), cámaras y clientes del CIO. Durante el 2016 desarrollamos 4 proyectos con financiamiento externo para el club de ciencia para niños y jóvenes, el club de astronomía y la semana de la ciencia y la tecnología, con un monto ejercido de \$181,081.91\*. El Club de Niños en la Ciencia, que es un programa permanente

dirigido a niños, jóvenes y padres de familia que los acompañan. Se dio inicio además al Club de Astronomía en el cual se realizaron 9 eventos, tratando distintos temas de astronomía.

Realizamos nuevos programas de divulgación, como el Programa "Detectives de la Luz", con el objetivo de fomentar las vocaciones científicas y tecnológicas desde temprana edad, acercando a los niños a la investigación científica y al desarrollo de tecnología. Durante el evento los participantes (59 estudiantes de 5to y 6to grado de primaria) desarrollaron proyectos en los laboratorios de investigación, asesorados por investigadores, técnicos y estudiantes de posgrado. Al final presentaron sus trabajos en exposiciones orales y carteles. Otro nuevo programa fue el "Laboratorio de Ciencia y Tecnología Creativa para Niños y Jóvenes", con este laboratorio se busca que niños y jóvenes adquieran conocimientos y desarrollen habilidades que les permitan crear tecnología mediante proyectos que involucren programación de computadoras, electrónica, mecánica, matemática y óptica de una forma amena. El laboratorio está dirigido a niños y jóvenes que tengan interés y curiosidad por aprender sobre ciencia y tecnología. Este laboratorio se ha venido equipando con apoyo de un proyecto FOMIX del estado de Guanajuato.

Participamos en la organización del primer Festival de las Artes, Ciencias y Humanidades promovido por la Escuela Nacional de Estudios Superiores de la UNAM, Unidad León, conjuntamente con la Universidad de Guanajuato, el Gobierno Estatal a través de la Secretaría de Educación de Guanajuato, el Forum Cultural Guanajuato y el Instituto Estatal de la Cultura (a través de la Biblioteca Central Estatal) y el Gobierno Municipal de León a través de la Dirección General de Educación. Este festival se llevó a cabo en la ciudad de León en el mes de abril del 2016 con la finalidad de ampliar la oferta cultural de la ciudad a través de eventos artísticos y de divulgación del conocimiento. El Festival se realizó en 9 sedes de la ciudad, el evento fue gratuito y dirigido al público en general. Hubo 23 actividades académicas de divulgación de la ciencia y las humanidades, 11 presentaciones musicales, 1 presentación de danza, 1 presentación de teatro, 1 proyección de cine, 1 cuentacuentos, 1 observación astronómica, 7 Talleres científicos infantiles y juveniles, 2 Talleres de orientación alimentaria, 1 Activación física masiva, 1 Rally deportivo recreativo, para llevar a cabo este Festival colaboraron más de 700 personas.

Participamos activamente en la organización de la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología en el estado de Guanajuato donde se impartieron talleres y demostraciones experimentales. Presentamos un taller en el evento realizado en el zócalo de la ciudad de México. Colaboramos en la organización del Encuentro Nacional de Divulgadores XXXI en el marco del LIX Congreso Nacional de Física organizado por la Sociedad Mexicana de Física. Este encuentro consistió en la presencia de diferentes grupos de divulgación provenientes de universidades y centros de investigación del país para mostrar sus actividades a estudiantes de todos los niveles educativos. Para incrementar la participación de esos grupos se organizaron 10 visitas a los diferentes Centros del Saber de la ciudad de León.

## 5. Mejora Organizacional (MO)

El presupuesto original autorizado (PEF) fue de \$ 211,790.31\* de los cuales \$ 24,958.33\* corresponden a gasto de inversión. Con la finalidad de lograr una mayor eficiencia y coadyuvar al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del CIO se gestionó, a través de 3 carteras

de inversión, una ampliación presupuestal por \$10,364.00\*. Al cierre del ejercicio se modificó el presupuesto a \$ 222,007.54? lo que representa un incremento del 4.8%.

Al inicio del periodo que se reporta se emitió la convocatoria para promociones del personal Científico y Tecnológico. Se recibieron 14 solicitudes que fueron evaluadas por los integrantes del Comité Dictaminador Externo, recomendaron la promoción de 8 solicitudes mismas que se gestionaron ante la SHCP y autorizó el monto de \$ 543.64\*.

Considerando la productividad del personal científico, tecnológico, administrativo, se pagaron estímulos a 55 investigadores, 20 ingenieros, 58 técnicos y 42 administrativos por un monto de \$20,685.45\* del presupuesto fiscal y \$1,764.10\* de recurso Propio. 9 empleados recibieron estímulos por el concepto de desarrollo de proyectos tecnológicos por un total de \$ 929.25\*.

Dentro de la capacitación continua, para el personal tecnológico y administrativo, se llevaron a cabo 63 eventos de capacitación, participaron más de 260 empleados, con un total de 1,890 horas hombre de capacitación, con un costo de \$ 165.64\*. En el año que se reporta realizamos una reorganización del área administrativa y contable donde se establecieron procedimientos e indicadores para cada una de las actividades de esta área. Con ello, se redistribuyó la carga de trabajo con lo que esperamos reducir errores de registro, que facilite y agilice los procesos, que nos permita contar con la información en tiempo real necesaria para la toma de decisiones. Es interesante observar que todo el personal de estas áreas participó activamente en este proceso aportando ideas de mejora.