

# –CIC– Coordinación de la Investigación Científica

**Dr. Carlos Arámburo de la Hoz**

Coordinador ~ desde noviembre de 2007

El 2015 fue un año significativo por los esfuerzos de cierre de varias estrategias implementadas durante años previos, tales como: la renovación de la planta académica, la modernización del equipamiento, el crecimiento de la infraestructura física y de instalaciones, la notable mejora en los indicadores de productividad en docencia e investigación, así como en difusión y divulgación, el incremento en la vinculación con otros sectores y la descentralización de la ciencia en México. A la vez, se persiguió el aumento en el financiamiento tanto público como privado, se dio un gran impulso a la tarea docente, a los sistemas de evaluación de individuos y procesos, así como la consecución en la capacidad de rendir cuentas a la sociedad y analizar los aciertos y las dificultades del Subsistema de la Investigación Científica (SIC); asimismo, se promovió la internacionalización de estas comunidades.

Debe destacarse como sello de la gestión la habilidad para reunir esfuerzos en afanes de gran trascendencia para el propio Subsistema y para la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Dichos resultados se lograron en un ambiente de trabajo y colaboración entre las entidades del SIC, que resultó estimulante según los avances reportados para el periodo, contribuyendo así a la comprensión del mundo y a las opciones para hacer frente a sus problemas y transferirlas a la sociedad.

El 7 de diciembre de 2015 fue nombrado el doctor William Henry Lee Alardín, hasta esos momentos director del Instituto de Astronomía (IA), como coordinador de la Investigación Científica. El rector Enrique Luis Graue Wiechers le dio posesión de su nuevo cargo para el periodo 2015-2019 en un acto celebrado en la sala de reuniones del Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC).

En el contexto del nombramiento del nuevo Rector de la UNAM para el periodo 2015-2019, el entonces coordinador de la Investigación Científica, doctor Carlos Arámburo de la Hoz, participó como aspirante a la Rectoría con una interesante propuesta. De igual forma lo hicieron otros cinco integrantes del Subsistema o afines a éste: la directora de la Facultad de Ciencias, doctora Rosaura Ruiz; el doctor Francisco Bolívar, del Instituto de Biotecnología (IBt), el doctor Juan Pedro Laclette, del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBm), y el doctor Sergio Alcocer, del Instituto de Ingeniería (II).

El SIC y la CIC se volcaron al proceso y se vieron beneficiados con la lectura y discusión de los diferentes planes de trabajo de las respectivas candidaturas, lo que produjo un diálogo fructífero que vino a cuestionar prácticas, estrategias y conceptos de la universidad pública y la situó ante un mundo y un país con nuevas demandas, necesidades y problemas, a la vez que se le reconoció a la UNAM por sus novedosas capacidades, competencias, herramientas y funciones.

Como ejemplo de estas discusiones, se reflexionó sobre el hecho de que –desde hace más de una década y en forma análoga al concepto de capacitación utilizado en el sistema empresarial– al proceso de educar a las nuevas generaciones de científicos se le denomina “formación de recursos humanos”, sin embargo éste, se comentó, se trata de un complejo proceso de aprender a pensar y preguntar con base en el conocimiento científico, al mismo tiempo que la enseñanza consiste en empujar en los otros el apetito por saber, entender, resolver, seguir estrategias, bajo razonamientos críticos. Se trata entonces, se dijo, de la habilidad para contagiar una pasión. Ante este nivel de empeño, el concepto de “formación de recursos humanos”, se indicó, deviene estrecho, puesto que los alumnos no son un recurso del mercado, son y deberán ser el centro de una educación enfocada en el quehacer humano sustentable.

La mayoría de las reflexiones que el proceso favoreció estuvieron centradas en la Universidad que el país necesita y apuntaron a que la adopción de ciertos términos no se trataba sólo de una elección de una nomenclatura, sino de la apropiación de un modelo de universidad. Se externó la preocupación de que al atender los intereses de quienes financian la ciencia, se pudiera tener como consecuencia la pérdida de la autonomía. Otra de las preocupaciones expresadas fue la referente a la clasificación de productos primarios o secundarios (dentro de los primeros, considerados los artículos indizados en revistas de prestigio internacional), para evaluar el resultado de los esfuerzos universitarios, dejando en ocasiones la capacidad de salvar vidas o mejorarlas sin una valoración justa por parte de los propios sistemas de rendición de cuentas o por los *rankings* internacionales. Las discusiones advirtieron que es fundamental la reflexión ética, filosófica y política para darle guía a la institución y definir el sentido de su quehacer desde la autonomía, y que en el caso del SIC no se trata de una ciencia “pura” sino de una ciencia pública. Éstas fueron sólo algunas de las múltiples reflexiones de la puesta en común de los planes de los distintos candidatos a la Rectoría de la UNAM.

## CONTEXTO NACIONAL

En tanto la UNAM discutía sus nuevas rutas durante 2015, México sobrepasó los 122 millones de habitantes; tuvo la inflación más baja en su historia; en desigualdad obtuvo 0.49 puntos, siendo el tercer país más desigual de las 35 naciones integrantes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), sólo por debajo de Brasil y de Chile. El peso mexicano fluctuó de 12.85 a 14.95 dólares y cerró el año en 17.65 pesos; reportes económicos señalaron que mientras 46.5% de los mexicanos vive en pobreza, 1% acapara 21% de la riqueza; se fijó el salario mínimo en cuatro dólares diarios; en tanto, el Banco Mundial señaló que México es el mejor lugar en América Latina para hacer negocios, pero la

corrupción es la principal preocupación de quienes invierten en el país, pues ésta se ha llevado en años previos entre 3% y 10% del Producto Interno Bruto (PIB). Por su parte, el Banco de México (BM) al final del año aumentó en 25 puntos las tasas de interés, situando el indicador en 3.25%; a la par, las reservas de divisas se vieron disminuidas en 16,886 millones de dólares con respecto a 2014 (10% menos), según el último estado de cuenta. La dramática caída del precio del petróleo en el mercado internacional (el barril cayó a 24.11 dls.) afectó seriamente la economía mexicana que depende en 30% de este rubro; afortunadamente se compró un seguro por el precio de 50 dólares el barril y se implementó la reforma energética, abriéndose las primeras concesiones para la exploración petrolera por parte de compañías privadas en la zona sur del Golfo de México. Sin embargo, la primera subasta fracasa y es hasta octubre que se otorgan tres contratos de extracción. Al final del año, el gobierno de México adjudicó el 100% de los contratos para la extracción de hidrocarburos en 25 campos terrestres, ganados en la tercera fase por consorcios mexicanos o con capital nacional. Pemex abrió su primera estación de gasolina fuera de México, en Houston (Texas); en 2015 se logró que 23% de la energía fuera renovable; la producción de automóviles cae después de dos años; y la producción de acero entró en crisis.

En el ámbito de la seguridad y los derechos humanos el país avanzó en la defensa de sus garantías, sin embargo, se continuó sin respuesta convincente en múltiples asuntos importantes para la tranquilidad de los ciudadanos y en el Índice Global de Paz ocupó el puesto 144 de 162 países, debido a que la impunidad en homicidios empeoró en 24 de los 32 estados. La violencia asociada al narcotráfico siguió creciendo en los estados principalmente de Guerrero, Michoacán, Tamaulipas y Veracruz. Por otra parte, México ocupó el lugar 148 de 180 países por su grado de peligrosidad en el ejercicio del periodismo. El gobierno de México reconoce 24,000 desaparecidos; en la capital las extorsiones y los homicidios aumentaron, comparándose con regiones de alto riesgo como Tamaulipas y Sinaloa; los asesinatos crecieron 21% hasta agosto y los homicidios alcanzaron la peor alza en 17 años, según cifras de la Secretaría de Gobernación y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

En el campo de la política se dan elecciones de nueve gobernadores, 500 diputados y 1,009 alcaldes en julio, logrando el Partido Revolucionario Institucional (PRI) la mayoría; el Presidente Peña Nieto presentó su tercer informe de gobierno.

En relación con la ciencia, la educación, la cultura y la salud en 2015: cineastas mexicanos triunfan en Hollywood; Fernando del Paso gana el Premio Cervantes, siendo el sexto mexicano en lograrlo; en el Palacio de Bellas Artes se expusieron obras de Leonardo Da Vinci y de Miguel Ángel Buonarroti, nunca antes vistas en salas de América Latina (AL); cuatro escultores mexicanos expusieron en recintos públicos de Londres: Rivelino, Yazpik, Torres y Domenge. A un año de la creación del impuesto a las bebidas azucaradas, las ventas disminuyen 6% durante 2015, las empresas refresqueras niegan el hecho y en octubre del mismo año el impuesto se reduce a la mitad. La ciencia médica señala que la población mexicana es genéticamente propensa a la diabetes, a lo que se suma la dieta y la falta de ejercicio; a un año de la detección del virus de la chikungunya, se habían reportado 11,394 casos en México. Se conceden cuatro amparos para el uso medicinal de la marihuana y se pone a debate su legalización; según la OCDE, México es el país con mayor número de horas laborales al año,

pese a que la metodología para obtener el dato es diversa y por tanto no comparable entre las naciones, los países con menos horas son más productivos y a la vez reparten las cargas laborales entre más personas; el empresario Carlos Slim propone en foro internacional una semana laboral de tres días y 33 horas de trabajo para reducir el desempleo, además, retrasar la edad de jubilación; se llevan a cabo varios eventos a 30 años del sismo de 1985 en la búsqueda de una cultura preventiva al respecto. La Suprema Corte de Justicia Mexicana suspende a Monsanto la producción de soya transgénica en dos estados de la República.

Se dan grandes controversias alrededor la reforma educativa, pues de acuerdo a sus detractores ésta no parece ayudar a mejorar los procesos de aprendizaje en el país y sirve sólo para “evaluar” a los maestros. México se convirtió en 2015 en el país de AL con mayor patrimonio cultural reconocido por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco); el Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE) pasó de 0.43% del PIB en 2012, a 0.57% en 2015 (según reporte del Conacyt), todavía lejos del 1% estipulado por la Ley y del 2.36% promedio de los países de la OCDE; el presupuesto federal en ciencia, tecnología e innovación creció 46% de 2012 a 2015, al pasar de 59,323 millones de pesos a 91,650 millones de pesos. Otra de las áreas en que México ha avanzado es en la formación de “personal altamente capacitado”, pues de 2012 a enero de 2016 se incrementó 22% el número de estudiantes becados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), pues de 48,818 becas en 2012, aumentó a 58,290 en 2016. En el año que se reporta, el número de becados alcanzó una cifra histórica, 61,296 jóvenes recibieron apoyo para realizar un posgrado dentro o fuera del país; el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) contó con 21,257 miembros en 2014, y alcanzó la cifra de 23,203 en 2015, un incremento del 10.9%; las nuevas cátedras Conacyt contrataron a 800 investigadores en distintas instituciones. En infraestructura científica, según Conacyt se logró una inversión de 1,588 millones de pesos; la UNAM admitió a casi 46,000 alumnos para el curso 2015-2016 en sus entonces 113 carreras; México es la segunda economía de AL después de Brasil; a pesar de que ocupa el último lugar de la OCDE en cuestiones de educación, es de los que más gasta en el mundo (5.8% del PIB); con el propósito del intercambio académico, México (Conacyt) y la Unión Europea (Consejo Europeo de Investigación [CEI]) firmaron un acuerdo para que investigadores mexicanos trabajen en Europa por periodos de seis a doce meses y viceversa; finalmente, otro de los asuntos más destacado en el año fue la creación de la Secretaría de Cultura.

## ASPECTOS SUSTANTIVOS DEL SIC

Ante un México cuyas características pueden resumirse en un país mega diverso en su naturaleza, climas y geografía; en pluralidad de poblaciones, en culturas, capacidades y conflictos, y con una desigualdad clara en el acceso a la capacidad adquisitiva, a la política y a los bienes culturales; con una economía con serios problemas y nuevas posturas en el ámbito de la producción, particularmente en las energías; un México que por otro lado avanza considerablemente en la apuesta científica y educativa desde una perspectiva empresarial; un país con grandes problemas producto de la violencia, la corrupción y el deterioro económico en amplios sectores de la población; un México que al mismo tiempo enfrenta, como otras naciones, pandemias de salud, derivadas del cambio climático y el deterioro

ambiental; ante este panorama, el Subsistema de la Investigación Científica responde y contribuye de manera destacada en la apuesta por generar una economía respaldada en el conocimiento científico, a la vez que aprovecha e invierte de forma eficiente los recursos para ciencia, tecnología e innovación; y claro está, participa activamente en los campos de la salud, la sustentabilidad, en la construcción de nuevos materiales y energías alternas, produce distintos desarrollos tecnológicos, colabora en proyectos de investigación internacionales, crece extendiendo las actividades científicas a lo largo y ancho del territorio nacional y coadyuva en la definición de políticas públicas de diferentes ámbitos de la sociedad como la economía, la cultura, la salud y la ética, ofrece una amplia variedad de servicios nacionales, al mismo tiempo que estudia y analiza su propio quehacer.

Por su parte, la planta académica de 2014 a 2015 no solo creció en números, sino también en nuevos modelos de contratación, como las cátedras Conacyt, además de las estrategias de equidad de género y descentralización de la investigación en el territorio nacional; de rejuvenecimiento del conjunto de académicos, mediante la formación y contratación de jóvenes investigadores, al mismo tiempo que dio condiciones dignas de retiro para los académicos mayores de 70 años.

Con relación a los indicadores de productividad, la CIC editó y publicó el libro *La Ciencia en la UNAM 2015*, donde plasmó el esfuerzo por recabar, ordenar y darle sentido a un conjunto de información, que dio a conocer en cifras la trayectoria del SIC en sus aspectos cuantificables. Este libro tuvo origen en el esfuerzo previo, desde 2010, cuando se configuró un instrumento de informática construido a partir de la revisión de las tendencias nacionales e internacionales del quehacer científico, desde las cuales se le dio estructura conceptual al esqueleto de la base de datos y con los años se fue completando con la información más veraz posible. Con dicha información se generaron indicadores compartidos y otros que distinguen las prácticas entre las entidades académicas y las áreas; también se lograron estudios comparados que fueron dispuestos en esta publicación y que abarcan de 2000 a 2014, y en algunos datos hasta 2015. El libro terminó de imprimirse en noviembre del año señalado y da continuidad a dos textos anteriores, pero incorpora novedades importantes para comprender, evaluar y generar estrategias en el Subsistema, al tiempo que resultó un empeño por divulgar los resultados de este sobresaliente conjunto de comunidades de investigación, docencia y vinculación.

Algunos de estos indicadores generales fueron: el crecimiento de los académicos en el SIC entre el año 2000 y 2015 fue de 41.5%; en las sedes foráneas dicho crecimiento fue de 64.8%; en relación con la pertenencia al SNI la UNAM representó en el nivel nacional 21.3% y el SIC dentro de la UNAM 48.9% (2015); respecto de las publicaciones en uno de los índices de mayor prestigio en el mundo, ISI-Web of Science (WoS), en el periodo de 2000 a 2014 la UNAM publicó 30.89% de los artículos del país, de los cuales el SIC fue responsable de 21.2%; en el indicador de productividad individual (artículos indizados en ISI-WoS + Scopus/investigador/año) tuvo un fuerte incremento, pasando de 1.2 en 2000 a 2.1 en 2014, esto es, creció 75%; en las revistas *Science* y *Nature*, de 2001 a 2014 en México se publicaron 235 artículos, alrededor de la mitad fueron publicados por investigadores de la UNAM y 85% de éstos correspondieron a autores del SIC; en cuanto a las citas en México, en el periodo reportado la

UNAM obtuvo 36.9%, en tanto el SIC 78.2% del total de la UNAM; en el tema de los graduados de doctorado, de 2000 a 2014 se produjo el potencial humano calificado para duplicar el SIC de la UNAM (1,712). En 2014 el SIC produjo alrededor de 45% de todos los doctores graduados en la Universidad.

Otro de los aspectos sustantivos del año reportado fue la continuidad en la modernización del equipamiento, a través de la planeación y en el marco de la constitución de los laboratorios nacionales, regionales y universitarios, impulsados los primeros por el Conacyt y los siguientes por la propia UNAM, bajo la idea de adquirir infraestructura experimental de vanguardia y competitiva, buscando un uso eficiente de la misma, reduciendo costos en su mantenimiento y rediseñando la experimentación desde una perspectiva colectiva, es decir, compartiendo de mejor manera los recursos de la UNAM y los obtenidos a través del Conacyt y otras instituciones.

Este esfuerzo de reordenar la experimentación bajo un modelo de comunidad, tuvo caminos diversos y no fue una tarea fácil ya que implicó romper con el paradigma de un investigador y su laboratorio para pasar a un trabajo coordinado, capaz de reunir esfuerzos, ideas, recursos y competencia: en algunos casos, colaboraciones permanentes entre diferentes entidades académicas y organizaciones sólo requirieron de un proceso de formalización; en otros se detectó una carencia importante en el quehacer científico del país, para lo cual fueron convocados académicos de distintos centros de investigación con vistas a acordar la constitución de una empresa novedosa en el ámbito experimental; por otra parte, la existencia de recursos para apoyar esta estrategia generaron “apetitos” con base en los intereses compartidos entre varias organizaciones académicas, logrando la creación de otros nuevos laboratorios; esta capacidad de colaborar deviene de décadas de práctica interdisciplinaria que a su vez han derivado en proyectos de investigación transversales, esto es, que rebasan disciplinas e instituciones y que por lo general atienden una preocupación común desde diversos enfoques que se complementan.

Otro asunto destacado en el año fue la construcción de la plataforma LabUNAM, mediante la cual se actualizan y difunden las herramientas experimentales y los equipos científicos y tecnológicos con que cuenta la UNAM para realizar investigación y docencia de alta calidad; muestra, además, el potencial de investigación y de servicios que ofrecen los laboratorios de la UNAM hacia otros sectores productivos, a la vez que sirve de enlace entre la UNAM y el Sistema Nacional de Infraestructura Científica y Tecnológica del Conacyt.

El SIC creció, se reestructuró o adaptó a los nuevos requerimientos a través de dos estrategias fundamentales: en la unión de actividades o instancias antes separadas o en la separación de tareas o quehacer antes unidos. En 2015, en el caso del IBt, por razones de reorganización del trabajo, la Unidad Universitaria de Apoyo Bioinformático y la Unidad Universitaria de Secuenciación Masiva de ADN se fusionaron en la Unidad Universitaria de Secuenciación Masiva y Bioinformática. Esta fusión no afectó los objetivos ni misiones de las Unidades que se integraron, tampoco la atención a los usuarios, pero sí busca hacer más eficiente su desempeño. En el Instituto de Biología (IB) dos laboratorios se fusionaron, el de Biología Molecular y el de Botánica y Zoología, en el Laboratorio Temático de Biología Molecular. Se reestructuró el Laboratorio de Microscopía Electrónica, reuniendo los Laboratorios de

Macrofotografía y de Fotografía Científica. También en el IB se creó el Laboratorio de Cultivos de Tejidos Vegetales y Biodiversidad, sede Tlaxcala, con nueva infraestructura, instalaciones y espacios.

Se revisará a continuación el detalle de estas funciones durante el año 2015.

## COMPOSICIÓN DEL SIC EN 2015

En el periodo el SIC ha estado integrado por 30 entidades: 22 institutos y 8 centros; las entidades que se ubican geográficamente en la capital del país son 18 (en el campus de Ciudad Universitaria [CU]) y 12 las entidades ubicadas en otros estados de la República. Las comunidades del SIC se agrupan en tres grandes áreas del conocimiento: ciencias físico-matemáticas (CFM 13 entidades); ciencias químicas biológicas y de la salud (CQByS 10 entidades), y ciencias de la tierra e ingeniería (CTel 7 entidades). Integran el SIC a su vez cinco programas universitarios: el de Investigación en Salud (PUIS), el de Alimentos (PUAL), el de Estrategias para la Sustentabilidad (PUES), el de Ciencias e Ingeniería de Materiales (PUCIM) y el de Investigación en Cambio Climático (PINCC); asimismo, son parte del Subsistema, la Coordinación de Plataformas Oceanográficas (COPO) con sus dos buques: “El Puma” con base en Mazatlán, Sinaloa, y “El Justo Sierra” con base en Tuxpan, Veracruz; y la Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA).

Creada en 2013 la Unidad de Proyectos Especiales en Apoyo a la Investigación y la Docencia (UPEID) es también parte de la CIC, y dentro de ella se encuentran el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3), el Laboratorio Internacional de Investigación sobre el Genoma Humano (LIIGH) y la Red de Apoyo a la Investigación (RAI).

A su vez, forman parte del SIC la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) con sus dos museos: Universum y el de la Luz. Otros museos que forman parte del Subsistema son los del Instituto de Geología (IGI): el Museo Regional Mixteco Tlayúa, en Tepexi de Rodríguez, Puebla, y el Museo de Geología en Santa María la Ribera (Distrito Federal [DF]); a los que en 2010 se sumó el Museo del Instituto de Geofísica (IGf) también en el DF. Cuenta además con 18 unidades, 4 estaciones y 5 observatorios (más adelante se encuentra una descripción de la ubicación geográfica de éstas).

Finalmente y muy importantes son los servicios, tales como: el Servicio Sismológico Nacional, el Servicio Mareográfico Nacional, el Servicio Geológico Nacional, el Servicio Oceanográfico Nacional y el Servicio Magnético Nacional; además las grandes Colecciones Biológicas Nacionales, el Herbario Nacional y el Jardín Botánico en el IB, entidad que maneja además dos importantes reservas ecológicas, ubicada una en Chamela, Jalisco, y la otra en Los Tuxtlas, Veracruz. También está el Observatorio Astronómico Nacional (OAN) con dos sedes, la de San Pedro Mártir, Baja California, y la de Tonanzintla, en el estado de Puebla, a cargo del IA. Por otra parte, el SIC ofrece el servicio de Alerta Aerobiológica del Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA). En el IGf se creó el Servicio de Clima Espacial México (SCIEMEX) para coordinar el intercambio de información entre las redes internacionales de Clima Espacial y el público en general. El Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA) realizó un proyecto de investigación sobre el uso de la termografía para la

detección de posibles patologías en glándulas mamarias, por medio del cual se dio atención a más de 6,000 mujeres voluntarias para realizarse un estudio termográfico que permite detectar patologías por métodos inocuos. En 2015 el Instituto de Energías Renovables (IER) dio más de una docena de asesorías a entidades académicas, organismos gubernamentales y empresas en la definición de soluciones de generación y aprovechamiento de energías renovables y ahorro y uso eficiente de energía, favoreciendo el avance en la apropiación de éstas por la sociedad. El Instituto de Ecología (IE) llevó a cabo la elaboración del diagnóstico ambiental y plan para remediar el derrame de solución ácida en el río Sonora.

## PERSONAL ACADÉMICO (SIC)

### *Perfil de la planta académica*

La planta académica del SIC estuvo compuesta por 2,984 (2910-2014) individuos al cierre del 2015, lo cual representa un crecimiento de 74 nuevas plazas con respecto a 2014. Los investigadores fueron 1,712 (1,668-2014) y los técnicos académicos (TA) 1,272 (1,242-2014). Las nuevas plazas de investigadores logradas en el año 2015 fueron 44 y de TA 30. La población femenina dentro de los investigadores fue de 461, lo que significó la incorporación de 18 nuevas investigadoras (pasó de 26.6% a 26.9%), y en los técnicos de 550 (43.1%), 5 técnicas más (aunque el porcentaje disminuyó de 43.9% en 2014 a 43.2% en el año que se reporta). La edad promedio en los investigadores fue de 54 años y en los TA de 49, edades que pese a los esfuerzos se sostiene con respecto del año previo (el promedio general de 52.5). Cuentan con nombramiento definitivo 1,305 investigadores (76.2%), lo que destaca una condición de gran estabilidad en el empleo de la mayoría de este conjunto; lo mismo ocurre en el caso de los TA, donde el porcentaje es de 71.5% (909). Dicha estabilidad también se refleja en la antigüedad, que, no obstante los recientes procesos de renovación, es de 22 años en los investigadores y de 19 para los TA.

En resumen, el crecimiento de la planta académica estuvo enfocado a rejuvenecerla, al mismo tiempo que a apoyar el desarrollo científico en los *campi* regionales y procurando un ingreso más equitativo de la población femenina.

## DESCENTRALIZACIÓN

Los esfuerzos de descentralización han logrado una planta académica de 592 investigadores, 33 más que en el año previo en los *campi* regionales y 392 TA, 24 más que el año anterior; esto significa que 34.6% de los investigadores y 30.8% de los TA trabajan fuera de la capital del país. La estrategia de hacer llegar la educación y la investigación científica a toda la nación es un tesón más del SIC, que se demuestra con sus cuatro *campi* foráneos y con la presencia de unidades, estaciones, observatorios, representaciones, plataformas oceanográficas en 17 estados de la República Mexicana, más si se toman en cuenta las estaciones del Sismológico, se cubren los 32 estados:

- Baja California
  - » Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir, IA
  - » Unidad Ensenada, IA

- » Laboratorio de Electrónica en San Pedro Mártir, IA
- » Laboratorio de Óptica en San Pedro Mártir, IA
- » Laboratorio de Biodiversidad, IB
- Campeche
  - » Estación El Carmen, ICML
- Ciudad de México
  - » Cuatro Unidades, IIBm
  - » Jardín Botánico, IB
  - » Museo de Geología en Santa María la Ribera, IGI
  - » Museo de Geofísica IGf
- Estado de México
  - » Centro de Investigación en Química Sustentable, IQ y UAEMex
  - » Observatorio Astronómico de Teoloyucan, IGf
- Jalisco
  - » Estación Biológica Chamela, IB
- Michoacán
  - » Observatorio de Centelleo Interplanetario en Coeneo, IGf
  - » Unidad Morelia, IGf
  - » Unidad Morelia, IIM
  - » Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, IGf
  - » Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, IGf
  - » Laboratorio de Arqueometría de Occidente, IGf
- Morelos
  - » Unidad Cuernavaca, IM
- Nuevo León
  - » Coordinación de Innovación y Desarrollo, II e IIMAS
- Oaxaca
  - » Unidad Oaxaca, IM
- Puebla
  - » Observatorio Astronómico Nacional en Tonanzintla, IA
  - » Observatorio HAWC Sierra Negra, IA, ICN, IF, IGf
  - » Museo Regional Mixteco Tlayúa, en Tepexi de Rodríguez, IGI
- Querétaro
  - » Unidad Juriquilla, IM
  - » Unidad Académica Juriquilla, Sub. Hidráulica y Ambiental, II
  - » Unidad de Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas, II
- Quintana Roo
  - » Unidad Académica Puerto Morelos, ICML

- Sinaloa
  - » Unidad Académica Mazatlán, ICML
  - » Servicio Académico de Fechado de Sedimentos Recientes, ICML
  - » Servicio Académico de Análisis de Toxinas Marinas, ICML
  - » Plataforma Oceanográfica Mazatlán, Buque “El Puma”, CIC
- Sonora
  - » Estación Regional del Noroeste, Hermosillo, IGI
  - » Unidad Hermosillo, IE
  - » Campo de Pruebas de Helióstatos, IER
- Tlaxcala
  - » Unidad Tlaxcala, IIBm
  - » Unidad Tlaxcala, IB
- Veracruz
  - » Estación Biológica Los Tuxtlas, IB
  - » Plataforma Oceanográfica Tuxpan, Buque “Justo Sierra”, CIC
  - » Unidad Jalapa, IIBm
- Yucatán
  - » Unidad Académica Sisal, Sub. Hidráulica y Ambiental, II

### *Nuevas plazas*

El Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) consiguió tres nuevas plazas para investigadores y una de técnico académico, así como la renovación de la plantilla académica con la incorporación de dos nuevos jóvenes investigadores, a la vez que se ganaron tres concursos abiertos de oposición.

En el Instituto de Matemáticas (IM) se fortalecieron todas las sedes foráneas al conseguir tres cátedras Conacyt para Oaxaca y una para Cuernavaca. Esas cuatro cátedras se suman a las seis obtenidas en 2014.

El Instituto de Biología (IB) incrementó su planta académica con ocho académicos, de los cuales siete son investigadores y un técnico académico, asignados a los departamentos de Botánica, Zoología, Jardín Botánico y Laboratorio Regional de Biodiversidad y Cultivo de Tejidos Vegetales, Unidad Tlaxcala.

En el Instituto de Geofísica (IGf) se consiguió un proyecto denominado: Grupo de análisis de peligros y riesgos de fenómenos naturales en el estado de Michoacán, con tres cátedras que reforzarán la investigación en peligros y riesgos.

La plantilla de personal académico del IGf logró crecer con nueve nuevas plazas (sin contar las que se liberaron por jubilaciones). Estas plazas se han ocupado por jóvenes académicos que fueron sujetos a un proceso de selección riguroso y objetivo, a partir del plan de desarrollo de la dependencia.

El CFATA aumentó su plantilla con la contratación de tres investigadores asociados C de tiempo completo para apoyar las principales líneas de investigación establecidas en el plan de desarrollo de la dependencia.

Se aprobó la contratación de los profesores de asignatura y ayudantes de profesor de la licenciatura en Nanotecnología, para los semestres 2015-2 y 2016-1.

Se aprobó la contratación de los profesores de asignatura y ayudantes de profesor de la licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables (LIER) para los semestres 2015-2 y 2016-1, incluyendo la dispensa del grado de licenciatura para tres profesores.

### *Posdoctorales*

El total de becarios posdoctorales en el SIC durante 2015 fue de 412. Los becarios financiados por la UNAM aumentaron de 261 a 308 (Programa de Becas Posdoctorales de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico [DGAPA] 2015), de los cuales mujeres fueron 128 (41.5%). En relación con los posdoctorales financiados por otras instituciones, el Subsistema reportó 104, 36 menos que el año pasado (140-2014), de los cuales población femenina fueron 50. Pese a la disminución de estos últimos, los posdoctorales crecieron en casi 10%. Destaca, en los porcentajes por sexo, que fue más alta la población femenina, en contraste con la proporción en la planta académica –en sus dos grandes categorías (investigadores y técnicos académicos)–, lo que puede ilustrar las composición futura de dicha planta, ante el cambio en la cultura de las personas y de la institución para avanzar en la equidad entre los géneros en el ejercicio de la profesión científica.

También es importante acentuar los cambios administrativos que la CIC, a través de la Secretaría Académica, implementó para que ante la renuncia o término de una beca posdoctoral, éstas sean prontamente ocupadas, permitiendo su utilización constante y el crecimiento del número de participantes.

### *Cátedras Conacyt*

En 2015 el SIC contó con 65 académicos contratados bajo la modalidad de cátedras Conacyt, 41.3% más que el año previo (46 en 2014); de éstos, 17 fueron mujeres (26%) y 10 provinieron del extranjero (15.3%).

### *Habilitación de los cuerpos académicos, estímulos y Sistema Nacional de Investigadores*

Con respecto a los grados de habilitación de esta planta académica, 97.1% de los investigadores tiene el grado de doctor. Adicionalmente, dentro de los mecanismos internos de evaluación, 1,625 investigadores tienen primas al desempeño (94.9%) y en los técnicos académicos se trata de 1,195 (93.9%).

En relación con los sistemas de evaluación externos a la UNAM, como es el SNI, 1,545 investigadores del SIC lograron calificar o sostenerse (90.2%); de éstos, ocupan el nivel III 458 (29.6%), y en el caso de los TA son 216 (17%). De 2014 a 2015 el SIC aumentó en 102 sus integrantes en el SNI.

## PREMIOS Y DISTINCIONES

En el periodo que se reporta (2015), los académicos del SIC recibieron un total de 342 galardones, 54 premios (10 por parte de la UNAM, 34 nacionales y 10 internacionales); 84 distinciones (7 UNAM, 43 nacionales y 34 internacionales); 107 reconocimientos (54 UNAM, 36 nacionales y 17 internacionales); también se recibieron 97 medallas (85 UNAM, 10 nacionales y 2 del extranjero). El total de los galardones internacionales fueron 56, 12 más que en 2014 (44). Los alumnos que participan en las entidades del SIC lograron 53 reconocimientos y el propio SIC entregó 19 premios a alumnos.

### *Premios internacionales*

Destacan entre los premios internacionales:

Por el desarrollo de Flublok, la primera vacuna recombinante del mercado contra la influenza y en cuya obtención participaron científicos de la UNAM, la empresa estadounidense Protein Sciences Corporation recibió el Product Innovation Award (Premio a la Innovación de Productos), que otorga la compañía consultora sobre mercados y tecnología Frost & Sullivan. Integrantes del IBt, encabezados por Laura Alicia Palomares Aguilera y Octavio Tonatiuh Ramírez, contribuyeron a la caracterización y evaluación de la vacuna; asimismo, apoyaron en el proceso para su producción.

Silvia Torres-Peimbert, investigadora emérita del IA, es la primera científica mexicana en presidir la Unión Astronómica Internacional (IAU, por sus siglas en inglés), institución que agrupa a unos 11 mil especialistas de más de 90 naciones. Tomó posesión del cargo para el periodo 2015-2018 el 13 de agosto, durante la XXIX Asamblea General de ese organismo, celebrada en Honolulu, Hawai. La IAU tiene como misión promover la interacción y cooperación astronómica entre los diferentes países.

Por sus aportes a la divulgación y promoción de la ciencia en el área de la nanotecnología para niños y poblaciones indígenas, Noboru Takeuchi, físico e investigador del Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNyN), recibió el Premio Latinoamericano a la Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe 2015, que otorga la RedPop-Unesco.

Karla Meza Sosa, egresada del Centro de Ciencias Genómicas (CCG) y del doctorado en Ciencias Biomédicas del Instituto de Biotecnología, obtuvo la beca del Pew Latin American Fellows Program, fundación estadounidense que este año apoyará a 10 jóvenes científicos de Latinoamérica.

Guerda Massillón, investigadora del Instituto de Física (IF), recibió dos importantes reconocimientos internacionales que destacan el trabajo en física médica que desarrolla. Fue galardonada con el IUPAP Young Scientist Prize 2015, que desde 2006 otorga anualmente la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (IUPAP, por las siglas de International Union of Pure and Applied Physics), una sociedad científica mundial que desde 1922 impulsa el desarrollo de esa disciplina. Además, fue seleccionada como una de los “Research Fellows” de la British Royal Society, una de las agrupaciones científicas más antiguas del mundo, con 350 años de vida y con sede en Londres.

Carlos Gershenson García, del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS), junto con el estudiante de posgrado en Ciencia e Ingeniería de la Computación, Jorge Luis Zapotecatl López, realizaron un proyecto cuyo objetivo fue diseñar y poner a prueba algoritmos de coordinación de vehículos autónomos para maximizar el flujo y la seguridad del tránsito de autos. Con ese desarrollo los universitarios fueron elegidos, en conjunto, como uno de los 12 ganadores de los Premios de Investigación de Google para América Latina.

Por medio del ICML, la Universidad Nacional recibió el Sello de Excelencia otorgado por el Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR), lo que la distingue como Institución de Referencia CEI-MAR. Esta institución, coordinada por la Universidad de Cádiz, está integrado por todas las universidades andaluzas con costas, además de otras de Portugal y Marruecos. De acuerdo a representantes del CEI-MAR, la UNAM se hace merecedora por méritos propios, por su compromiso con la formación, por sus resultados en la investigación, por la eficacia de su transferencia y por los logros sociales alcanzados.

En el marco de la colaboración establecida entre México y Rusia por más de tres décadas, la Academia de Ciencias Naturales del país eurasiático otorgó a Jorge Pérez y Peraza, del IGf, el doctorado *Honoris Causa*, el nombramiento honorífico de profesor emérito y la Medalla *Alfred Nobel*. Asimismo, fue distinguido por la publicación de su obra *Highlights in Heliocosmology*, editada por Elsevier.

Con un proyecto que consistió en diseñar una bacteria capaz de censar glucosa y producir insulina, desde un dispositivo subcutáneo, el equipo UNAM-CU participó en el concurso de biología sintética International Genetically Engineered Machine (iGEM) –organizado por la iGEM Foundation y realizado en Boston–, donde se obtuvo la medalla de plata en la categoría de Ciencias de la Salud. El grupo estuvo conformado por integrantes de las facultades de Medicina, Química, Ciencias e Ingeniería, así como del CCG.

En el Centro de Geociencias (CGc), Dora Carreón fue designada presidenta del grupo de trabajo de subsidencia del terreno, auspiciado por la Unesco (IUGS), y será la líder del proyecto IGCP 641: M3EF3 “Mechanisms, Monitoring And Modeling Earth Fissure Generation And Fault Activation Due To Subsurface Fluid Exploitation” 2015-2018.

El doctor Rodrigo Medellín, del IE, recibió cuatro reconocimientos internacionales, entre ellos el del Wild Film Festival-New York por el documental de naturaleza *The Bat Man of Mexico*.

El doctor Alejandro Córdoba, del IE, fue nombrado editor asociado de la publicación científica *PlosOne*.

## INVESTIGACIÓN

### Proyectos

Es interesante señalar que para 2015 el número total de proyectos de investigación fue del orden de 3,078, de los cuales compitieron y alcanzaron recursos fuera de la UNAM 1,029 (33.4%) de ellos: 667 contaron con apoyo económico de instituciones gubernamentales

estatales (21.6%), con financiamiento estatal federal 277 (9%), recursos combinados de los dos anteriores 6, proyectos con recursos provenientes de instituciones privadas fueron reportados 10 del sector privado lucrativo y 16 del privado no lucrativo, finalmente 53 contaron con apoyo financiero del extranjero.

En relación con los proyectos financiados con recursos UNAM el total fue 1,541, el origen de estos recursos intramuros fue el siguiente: 663 con recursos asignados por la propia dependencia, 842 concursados ante las entidades internas de la UNAM, 6 proyectos que combinaron las dos fuentes de recurso anteriores y 30 con recursos autogenerados.

Se iniciaron 596 nuevos proyectos, concluyeron 743 y el resto continuó en proceso.

### *Edición de publicaciones periódicas*

El SIC durante 2014 dio continuidad a la edición de 31 publicaciones periódicas de las cuales 16 están indizadas (7 en WoS) y son de circulación internacional. Las revistas académicas de mayor tradición e importancia son:

1. *Anuario del Observatorio Astronómico Nacional* (IA)
2. *Atmósfera* (CCA) (WoS)
3. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* (IGI) (WoS y Scopus)
4. *Boletín del Instituto de Geología* (IGI)
5. *Geofísica Internacional* (IGf) (WoS y Scopus)
6. *Investigaciones Geográficas* (IGg) (Scopus)
7. *Boletín del Instituto de Geografía*
8. *Journal of Applied Research and Technology* (CCADET) (Scopus)
9. *Latinmag Letters* (IGI)
10. *Mundo Nano Revista Multidisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología* (CCADET)
11. *Nuestra Tierra* (IGI, Estación Regional del Noreste)
12. *Paleontología Mexicana* (Open Journal Systems)
13. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* (que coeditan la Universidad Autónoma de Tlaxcala, la Universidad de Veracruz y el CCA) (WoS y Scopus)
14. *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* (IA) (WoS y Scopus)
15. *Revista Mexicana de Biodiversidad* (IB) (WoS y Scopus)
16. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* (CGc) (WoS y Scopus)

A la vez, en el SIC se cuenta con 15 publicaciones periódicas de divulgación, a cargo de los centros e institutos y de la Coordinación, las más destacadas corresponden a:

1. *El Faro* de la CIC
2. *Boletín del Instituto de Geología*
3. La revista de divulgación *GeoDigital* (IGg)
4. *Materiales Avanzados* del IIM
5. *Gaceta del II*

6. *El Gluón* del IF
7. *Geonoticias* del IGf
8. *Bol-E* del CGc
9. *Gaceta Ensenada* CNyN
10. *Oikos=* del IE
11. *Gaceta Biomédicas* del IIBm
12. *Cuadernos del IGI*
13. *El Club de Mate* IM, Unidad Morelos
14. *Nuestra Tierra* del IGI
15. *Monografías* IGf
16. *Biotecnología en Movimiento* del IBt, de reciente creación en 2015

## PRODUCTIVIDAD ACADÉMICA DEL SIC

### *Publicaciones*

En 2015 el SIC logró 6,236 publicaciones, de las que 3,261 artículos fueron en revistas indizadas (3,036 extranjeras y 225 mexicanas); adicionalmente publicó: 262 artículos no indizados, 938 memorias en extenso, 163 libros, 426 capítulos de libro, 714 reportes técnicos, 8 mapas, 386 artículos de divulgación y 78 publicaciones en folletos y otros.

Vale la pena destacar que dentro de los artículos indizados durante 2015 el SIC publicó nueve en dos de las revistas de mayor prestigio en el ámbito mundial: tres en *Nature*, cuatro en *Science* y dos en *Nature Communications*.

### *Propiedad intelectual*

El SIC en 2015 solicitó 53 patentes y le fueron otorgadas 33, de las cuales 20 fueron logradas en el extranjero y 13 en el país; de las solicitadas, 37 fueron en México y gestionadas en el ámbito internacional 16. Algunas de las patentes destacadas fueron:

Investigadores del IBt lograron dos descubrimientos que, por su importancia, obtuvieron sus respectivas patentes en fechas recientes. Por un lado, péptidos (pequeñas proteínas) de alacranes que podrían constituir una nueva generación de antibióticos contra bacterias para las cuales los fármacos comerciales ya no tienen efecto. Durante el trabajo en el laboratorio, a una escala pequeña las bacterias crecen en circunstancias ideales de ambiente, nutrimentos, oxígeno y temperatura. Sin embargo, escalar este proceso a niveles mayores no es sencillo. Por ello, en el IBt desarrollaron, mediante métodos de la ingeniería genética, cepas microbianas más robustas insensibles a estos problemas y que se comportan tan bien como en las condiciones ideales. Este desarrollo, que acaba de obtener la patente en México, puede tener múltiples y disímiles aplicaciones, tanto en la industria farmacéutica como en la obtención de vacunas y la producción de proteínas terapéuticas o de derivados sintéticos que sustituyen a los del petróleo; y también en la síntesis de bioproductos por microorganismos que se desee hacer crecer a gran escala.

Investigadores del Instituto de Ciencias Físicas (ICF) desarrollaron un método que utiliza las matemáticas que sustentan diversos fenómenos físicos para mostrar cómo se mueven, crecen o convergen las ondas, engranes, líneas, espirales y curvas. El proyecto comenzó como un ejercicio divertido y con rigor científico para enseñar a los alumnos cómo se generan y propagan las ondas de luz y sonido, pero concluyó como un método patentado con el que se visualizan conceptos de óptica, acústica y física no lineal. Registrado ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, el método sintetiza parejas de imágenes yuxtapuestas, lo que genera una tercera que se mueve de acuerdo a quien camine frente a ella. El método se ha presentado en la exposición de divulgación científica *Luz en Movimiento*, que se exhibe en los museos de la Luz, Universum y Universitario de Arte Contemporáneo en esta casa de estudios, así como en el Museo de Ciencias de Morelos, en Cuernavaca.

Con un material cerámico llamado hidrotalcita o arcilla aniónica, académicos del Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM) captaron bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y lo transformaron en otros gases. Hasta ahora, los científicos tienen en trámite dos patentes ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial. La primera está por salir y se refiere al material que captura  $\text{CO}_2$  y al procedimiento para fabricarlo, mientras que la segunda protege el proceso de producción para hacerlo de forma rápida y eficiente.

### *Comercialización o proyectos con empresa*

Integrantes del Instituto de Ecología (IE) promovieron el desarrollo de jardines verticales, que hacen posible mejorar el ambiente al interior de las edificaciones al amortiguar el ruido y los cambios de temperatura; además, las plantas que sostienen absorben contaminantes. Los universitarios emprendieron la comercialización de los jardines verticales por medio de la empresa Naturación Integra, incubada en InnovaUNAM y financiada parcialmente por el Conacyt. Como resultado de esa asociación se han instalado dos en la entidad universitaria, uno con plantas nativas del Valle de México y otro, experimental, que apoya el desarrollo de una tesis de maestría.

Académicos del CCADET crearon el Sistema Inteligente de Monitoreo Radial (SIMRAD) a petición de la empresa INRA, especializada en la medición de impactos publicitarios transmitidos en el espectro electromagnético. El software es capaz de verificar campañas publicitarias bajo formatos digitales y ayuda a conocer si fueron emitidas de manera precisa, efectiva y costeable, tanto en calidad como en duración y en los horarios acordados. El método es único, pues cuenta con tecnología desarrollada con inteligencia artificial, además de usar procesos basados en algoritmos matemáticos binarios que analizan cada emisión publicitaria. Así, la herramienta puede garantizar eficacia en el cumplimiento de los contratos publicitarios y presentar estadísticas al cliente a través de una certificación.

En el IBt se llevó a cabo la mesa de análisis Medicamentos Biocomparables, en la cual se habló del apoyo que dicha entidad académica brinda al desarrollo de medicamentos biotecnológicos biocomparables, que son semejantes a los de marca y se producen al vencerse las patentes originales, lo que aumenta la oferta en el mercado y reduce los precios. De acuerdo a los participantes, la instancia universitaria desarrolla biotecnologías innovadoras que ofrecen un valor agregado a los productos ya conocidos, en algunos casos con empresas

y otros únicamente con financiamiento de la UNAM. La participación en estos desarrollos permite a los grupos de investigación conocer la estructura molecular de un medicamento, buscar rutas para producirlo, obtener experiencias en el escalado de laboratorio a planta piloto y estrechar vínculos con las empresas del ramo.

Un grupo de científicos del Instituto de Fisiología Celular (IFC) desarrolló un dispositivo llamado Digital Chip Reader, que funciona como una herramienta para la identificación de microorganismos causantes de enfermedades diarreicas, salmonelosis, cólera y tuberculosis, entre otras. Se trata de un equipo portátil de dos y medio kilogramos de peso, conformado por un lector, una pantalla digital y un chip con pequeñas cantidades aisladas de material genético (ADN) de 28 patógenos, que permite la detección de dichos organismos. Listo para su venta, cuenta con una solicitud de patente y varias ventajas competitivas, pues es eficiente, rápido, de bajo costo y además de fácil traslado a zonas donde uno o varios microorganismos dañinos hayan contaminado alimentos o seres vivos. Esta creación tecnológica generó la constitución de una empresa llamada Digital Chip Readers de México S.A. de C.V., que desde abril del año pasado cuenta con los primeros 10 equipos portátiles listos para su venta.

Integrantes de los institutos de Ingeniería (II) y de Investigaciones en Materiales (IIM) desarrollaron un modelo matemático más refinado que el comúnmente empleado, llamado Archie, para inferir la cantidad de hidrocarburos en yacimientos petroleros. A diferencia de éste, que es empírico, los universitarios crearon uno para describir la transmisión de ondas electromagnéticas en medios porosos. Con apoyo del Conacyt y la Secretaría de Energía, crearon un modelo basado en la ecuación de onda electromagnética y en la de difusión o conducción de calor (ambas explican procesos fundamentales). Los investigadores buscan que su modelo sea lo más preciso, se acople bien a la realidad referida y dé una idea más clara de cómo se comporta la naturaleza. En el caso de yacimientos, esto se traduce en ahorro de costos y tiempos. El desarrollo del modelo contó con la participación de Temple, empresa de software especializado para la industria en el ramo que integró el modelo matemático a uno de sus programas informáticos para describir la transmisión de ondas electromagnéticas en medios porosos con vistas a la caracterización de pozos petroleros. Se espera comercializarlo.

Investigadores del IER de la UNAM, en colaboración con el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) y la empresa mexicana Módulo Solar S.A. de C.V., diseñan calentadores solares autocontenidos para comunidades rurales. El calentador solar autocontenido es un recipiente que presenta su mayor área hacia la posición promedio del Sol. El recipiente se llena con agua, que se calienta directamente por contacto con la cara expuesta al astro. La parte superior del recipiente funciona como elemento para la transferencia de calor del Sol al agua.

### *Proyectos internacionales*

La internacionalización del quehacer del SIC es una estrategia útil no sólo en la búsqueda de prestigio, también en la colaboración, ya que sin los esfuerzos conjuntos entre instituciones y países, los costos de la investigación serían insalvables para una sola nación,

empero también porque se trata de proyectos complejos que son atendidos desde diferentes perspectivas y a la vez porque el pensamiento conjunto abarca y por tanto resuelve más que el pensamiento individual, el local o el nacional. En este caso están proyectos como: la expedición a Marte; el genoma humano; el Proyecto Internacional High Altitude Water Cherenkov Observatory (HAWC); el TAOS II (Transneptunian Automated Occultation Survey), conformado por tres telescopios que se encuentran en construcción; FRIDA, un innovador instrumento del IA en fabricación para el Gran Telescopio Canarias, España; el proyecto de un telescopio de 6.5 m para el Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir; el proyecto internacional Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI); la puesta en marcha de un satélite de detección de rayos cósmicos que está por lanzarse, llamado ISS-CREAM; el proyecto ALICE; el proyecto Pierre Auger; y en el JEM-EUSO, Estación Espacial Internacional que utiliza volúmenes muy grandes de la atmósfera de la tierra como un detector de las partículas más energéticas del Universo; el desarrollo de sistemas de súper cómputo; el proyecto “Software para identificar y cuantificar huevos de helmintos patógenos”, y la misión Rosetta de la Agencia Espacial Europea, entre otros. En seguida se resumen algunos de los proyectos en colaboración internacional que destacaron durante el año reportado:

El diseño de un telescopio en San Pedro Mártir, con un espejo principal de 6.5 m, cuya función es captar la mayor cantidad posible de luz de las estrellas para tener información útil en el conocimiento de la distancia, edad y composición química de las mismas. Resulta ser uno de los proyectos de astronomía de mayor importancia que se tiene contemplado en el país. Esta tecnología se plantea como una colaboración binacional entre México y Estados Unidos, con la participación del IA de la UNAM, el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), el Smithsonian Astrophysical Observatory de la Universidad de Harvard y el Steward Observatory Mirror Lab, de la Universidad de Arizona.

Un grupo internacional de astrónomos de Taiwán, Alemania, Estados Unidos y México, entre los que se encuentran investigadores del Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA), detectó una estructura espiral en una región de formación de estrellas de alta masa. Las observaciones, hechas con el conjunto de antenas ALMA (ubicado en Atacama, Chile) y el telescopio espacial Herschel, revelaron que los brazos de la espiral alimentan de material a los grumos de gas donde nacen estrellas mucho más grandes que el Sol.

Académicos de los institutos de Astronomía, Ciencias Nucleares y Física participan en el proyecto internacional Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI) que pretende medir, con cinco mil fibras ópticas, 30 millones de galaxias y cuásares para averiguar más sobre las propiedades de la energía y materia oscura, que constituyen el 96% del cosmos. El experimento PICO es una colaboración internacional en donde participan instituciones de Estados Unidos, Canadá, España, India y la República Checa. PICO está instalado a 2,000 metros bajo tierra en el laboratorio subterráneo SNOLAB en Canadá, y en el periodo logró alcanzar los mejores límites de exclusión para búsqueda directa de materia oscura.

Un grupo del IF trabaja en la puesta en marcha de un satélite de detección de rayos cósmicos que está por lanzarse llamado ISS-CREAM, proyecto en el cual ellos son los únicos mexicanos participando.

El ICN participó en grandes colaboraciones internacionales, tales como: proyecto ALICE en el CERN, la misión *Curiosity* con la NASA, el proyecto DAMIC de búsqueda de materia oscura en el laboratorio SNOLAB, el recientemente inaugurado observatorio de rayos gamma HAWC en el parque nacional Pico de Orizaba, investigación en el área de óptica cuántica y además colabora en el proyecto Pierre Auger y en el JEM-EUSO, así como con la Dirección General de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC) de la UNAM en el desarrollo de sistemas de súper cómputo. En este último rubro, recientemente se firmó un convenio de colaboración entre la UNAM y el CERN para la operación de un centro de cómputo Tier 2, que es parte de la Red Mundial de Cómputo Grid para el análisis de datos de la colaboración en el experimento ALICE.

El equipo científico del Mars Science Laboratory o *Curiosity* de la NASA, robot que actualmente explora el suelo marciano, realizó la primera medición de nitrógeno. En el hallazgo participaron astrobiólogos del ICN, únicos representantes latinoamericanos del grupo que colaboraron en el diseño del laboratorio Sample Analysis at Mars (SAM) que el robot explorador lleva en su interior. La presencia de ese elemento químico fundamental para la vida en la Tierra, llamado nitrógeno diatómico o molecular, constituye el 78% del aire atmosférico, podría indicar que en el pasado el planeta rojo tuvo condiciones adecuadas para la vida.

En el II, gracias al financiamiento de la Bill & Melinda Gates Foundation, se realizó el proyecto “Software para identificar y cuantificar huevos de helmintos patógenos”, con el fin de desarrollar una herramienta digital que pueda ser usada mundialmente para la identificación y cuantificación de éstos en muestras de agua residual, suelo, biosólidos, excreta y lodos de una manera confiable y rápida, sin necesidad de contar con técnicos altamente especializados.

Integrantes del IB, en colaboración con investigadores del Museo Británico, participaron en el hallazgo del único crustáceo venenoso conocido en el mundo. Se trata de *Xibalbanus tulumensis*, especie endémica de la Península de Yucatán, única venenosa de las cerca de 70 mil especies de crustáceos que existen en las aguas dulces y saladas del planeta, descubierta en una cueva entre Puerto Morelos y Tulum, en Quintana Roo.

Un grupo científico de los institutos de Biología y de Ecología, así como de la Universidad Estatal de San Francisco, aportaron valiosa información genética al debate taxonómico en torno a la pardela de Revillagigedo (*Puffinus auricularis auricularis*), el ave marina más rara y en mayor peligro de extinción en México y el continente americano.

A partir del estudio de indicadores geoquímicos en estalagmitas, un grupo de investigadores del CGC—en colaboración con colegas de las universidades de Nevada y de Nuevo México, en Estados Unidos—reconstruyó el clima de los últimos 2,500 años en la parte central del país y en particular en la región del Valle de México.

El IGf participó en la misión Rosetta de la Agencia Espacial Europea, la sonda espacial que en 2014 hizo historia al colocar de manera exitosa el módulo de aterrizaje Philae sobre la superficie del cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, con el objetivo de examinar el origen, composición y estructura de ese cuerpo celeste.

Para profundizar y ampliar la colaboración científica existente desde hace algunos años entre matemáticos de la UNAM y de organismos afines de Francia, el IM desarrolló una estrategia que aumentará las líneas comunes de investigación, fortalecerá la movilidad de académicos y de estudiantes de posgrado y buscará la vinculación con la industria. El objetivo de esta iniciativa es fortalecer nexos en torno al Instituto Nacional de Investigación en Informática y Automatización (INRIA, por sus siglas en francés), organismo público galo especializado en generar nuevo conocimiento en informática, teoría de control y matemáticas aplicadas. En el proyecto intervienen también académicos de los institutos de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, de Ingeniería y de Geofísica, y de las facultades de Ciencias e Ingeniería.

### *Difusión de Ciencia*

Investigadores de los centros e institutos organizaron 1,184 actividades de difusión en las que expusieron 7,041 académicos y lograron una audiencia de 92,909 pares; a su vez, participaron en 924 conferencias por invitación: 546 en México y 378 en el extranjero; otras ponencias y presentaciones fueron 4,185, de las cuales 2,707 en el país y 1,478 en otras latitudes.

## FORTALECIMIENTO Y MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO CIENTÍFICO – LABORATORIOS

Durante 2015 continuó en el SIC el ambicioso programa de fortalecimiento y renovación de la infraestructura experimental, que alcanzó a un total de 215 laboratorios en diversas entidades académicas de todos los *campi* de la UNAM. Para dar a conocer estas nuevas capacidades, la CIC desarrolló una plataforma tecnológica denominada LabUNAM (<http://labunam.unam.mx/>), a través de la cual se mantiene actualizada la información y se difunden las metodologías, capacidades, competencias, equipamientos científico y tecnológico, así como las herramientas para la experimentación con que cuenta la Universidad tanto para la docencia como para la investigación. Difunde además el potencial de investigación y los servicios que se ofrecen para la propia UNAM y hacia el exterior, principalmente dirigido al sector productivo, a partir de textos y 17 videos explicativos; adicionalmente, esta plataforma es el enlace entre la UNAM y el Sistema Nacional de Información de Infraestructura Científica y Tecnológica (SNIICyT) del Conacyt. Durante 2015, el video del LANCIC (Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural) ganó el tercer lugar del Premio Nacional a la Divulgación que otorga el Conacyt.

### *Objetivos*

Se plantea como meta el acceso a tecnologías de frontera que aumenten las capacidades y la competitividad de los grupos de investigación universitarios.

Para ello se promueve la obtención de financiamiento alternativo en la adquisición de equipos con participación de otras instituciones y en redes de colaboración. Además, se estimulan los procesos de vinculación con los sectores productivos del país a partir de los cuales

el SIC logra ingresos extraordinarios que coadyuvan en el mantenimiento y modernización de la propia infraestructura de la investigación experimental.

### *Tipos de laboratorios y su ubicación*

En 2015 se contó con:

- 27 Laboratorios Nacionales ubicados en 19 entidades académicas (2 centros, 13 institutos, 3 facultades y 1 en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia).
- 53 Laboratorios Universitarios ubicados en 17 entidades académicas (5 centros y 12 institutos); 12 de ellos son laboratorios certificados.
- Además, se cuenta con 134 Unidades de Apoyo a la investigación ubicadas en 20 entidades académicas (15 institutos y 5 centros) y 1 Laboratorio Internacional.

En resumen, el Subsistema de la Investigación Científica cuenta con un total de 214 laboratorios, incluyendo 2 Laboratorios Nacionales ubicados en facultades afines.

### *Nuevos Laboratorios Nacionales*

- Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía, en el IGI-CU
- Laboratorio Nacional de Espectrometría de Masas con Aceleradores, en el IF-CU
- Laboratorio Nacional de Microscopía Avanzada y Análisis de Imágenes de Células Vivas, con sede en el Centro Médico Nacional Siglo XXI y en el IBt-Cuernavaca, Morelos
- Laboratorio de Materia Cuántica, Materia Ultrafina e Información Cuántica, en el IF-CU
- Laboratorio Nacional en Salud: Diagnóstico Molecular y Efecto Ambiental en Enfermedades Crónico-Degenerativas, en la FES Iztacala
- Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica para la Conservación de los Recursos Genéticos, en la ENES-Morelia, Michoacán
- Laboratorio Nacional de Astrofísica, en San Pedro Mártir, Baja California
- Laboratorio Nacional de Canolopatías, en el IFC-CU
- Laboratorio Nacional de Ciencias de la Complejidad, en CU
- Laboratorio Nacional de Citometría de Flujo, en el IIBm-CU
- Laboratorio Nacional de Estructura de Macromoléculas, en CU y Cuernavaca, Morelos
- Laboratorio Nacional de la Biodiversidad, en el IB-CU
- Laboratorio Nacional de Materiales Orales, en la ENES-Morelia, Michoacán
- Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera, en el II-Sisal, Yucatán
- Laboratorio Nacional de Respuesta a Enfermedades Emergentes, en el IBt-Cuernavaca, Morelos
- Laboratorio Nacional de Soluciones Biomiméticas para Diagnóstico y Terapia, en la FC-CU
- Laboratorio Nacional Enfocado en Imagenología por Resonancia Magnética, en el INb-Juriquilla, Querétaro
- Laboratorio Nacional HAWC de Rayos Gamma, en el IA-Puebla

### *Laboratorios Certificados*

El Subsistema de la Investigación Científica cuenta con 12 Laboratorios Certificados que se localizan en el Instituto de Química (IQ) y en el CFATA. Los Laboratorios Certificados son aquellos que brindan servicios analíticos a la comunidad universitaria y al público en general y que trabajan con un sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO 9001:2008, lo que les permite ofrecer servicios analíticos de calidad a usuarios internos y externos.

### *Capacidad experimental de los laboratorios*

El Laboratorio Nacional de la Ciencias para la Investigación y la Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC) es multidisciplinario y analiza físicamente la antigüedad de cráneos mesoamericanos, descifra las técnicas de la orfebrería precolombina y estudia el origen de los colores y las técnicas de obras plásticas coloniales y contemporáneas a gran detalle sin dañarlas. El nuevo espacio suma los esfuerzos de la UNAM –mediante sus institutos de Física, Química e Investigaciones Estéticas–, del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en la conservación y conocimiento de materiales y técnicas antiguas así como en el desarrollo de métodos óptimos para la preservación del patrimonio cultural. Cuenta con equipos portátiles de imagenología y análisis de punta para trasladarse a museos, sitios históricos o zonas arqueológicas.

En el IQ también se inauguró el Laboratorio Universitario de Resonancia Magnética Nuclear (LURMN), y se ratificó el Laboratorio Nacional de Estructura de Macromoléculas (LANEM).

En el IF, dentro del LANCIC trabaja el grupo de investigación liderado por el doctor José Luis Ruvalcaba Sil. Este laboratorio busca respuestas a las siguientes preguntas: ¿Qué yacimientos de piedra verde habrán usado los antiguos mayas de Palenque? ¿Cómo puede una pintura de un retablo antiguo resistir al tiempo y a invasores como la humedad? Las respuestas a estos enigmas resultarán de los análisis que realiza el grupo interdisciplinario que conforma el proyecto “Análisis no destructivo para el estudio del arte, la arqueología y la historia (Andreah)”.

Varios laboratorios del IGf han experimentado un crecimiento con la adquisición y puesta en marcha de instrumentos analíticos, tanto en la Unidad Michoacán como en las unidades de investigación de CU. Entre ellos se destaca el recién inaugurado Laboratorio de Geotermia.

El IB impulsa la conformación de laboratorios temáticos como los de Biología Molecular de la Biodiversidad y la Salud, Microscopía Electrónica y Fotografía de la Biodiversidad, que en conjunto con proyectos institucionales como la Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO) y el nodo IBUNAM de la red temática del Código de Barras de la Vida, ofrecen plataformas para impulsar la investigación en el interior del IB y hacia otras dependencias universitarias e instituciones del país.

### *Consolidación de los laboratorios*

En el IB se consolidó el Laboratorio Regional de Biodiversidad y Cultivo de Tejidos Vegetales, como parte de la Unidad Tlaxcala, con tres subproyectos: 1) “Estudio de la biodiversidad

del estado de Tlaxcala”, a fin de contar con el inventario de las especies vegetales, de hongos, aves e insectos; 2) “Jardín Botánico”, como centro de investigación, educación, difusión y conservación, y 3) “Cultivo de tejidos vegetales”, para reforestación y conservación del suelo en zonas áridas de Tlaxcala y estados aledaños.

En el CCADET se terminó de instalar el Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva, Digitalización 3D y Tomografía Computarizada (MADiT), un espacio que no tiene igual por su capacidad técnica y humana, así como por la diversidad de sus aplicaciones, capacidades que lo sitúan entre los 10 mejores del mundo. En él se proponen nuevos procesos para construir piezas y componentes, modificar los parámetros que usan los equipos y para obtener mejores propiedades mecánicas de dichas piezas; también se hacen, entre otros, diseños mecatrónicos orientados a las nuevas capacidades de manufactura. La manufactura aditiva –construcción de elementos mediante la deposición capa por capa de material– facilita la elaboración de componentes de geometría compleja al hacer crecer cada característica, en contraposición a desbastar materia prima hasta descubrir una pieza. Al complementar las capacidades de la digitalización 3D y la tomografía computarizada se puede hacer la inspección, la reconstrucción o el aislamiento computacional de diversas características geométricas y de materiales en virtud de sus diferentes densidades.

La Universidad Nacional adquirió un hexacóptero DJI 800 EVO que servirá en distintas labores dentro de CU y en particular en la REPSA. Con un peso aproximado de siete kilogramos, Huitzilín-2 cuenta con sistema de absorción de vibraciones de alto desempeño, la cámara Sony NEX-7 va montada sobre un Zenmuse gimbal de 3 ejes de ángulo sin límites de rotación, que pueden operarse para tomas cenitales. Hasta el momento se ha empleado para conformar ortomosaicos del espacio universitario, sobrevolar las 237 hectáreas de la REPSA y monitorear sus límites, flora, fauna y otros aspectos. Las colaboraciones han sido exclusivamente con el IGg, pero en breve apoyará a otras entidades.

En el Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir (OAN), a cargo del IA, se inauguró un nuevo telescopio, en este caso robótico: el Bootes-5, que detectará principalmente la contraparte en luz visible de los destellos de rayos gamma, las explosiones más poderosas conocidas en el Universo. La puesta en servicio de este instrumento en colaboración con el Instituto de Astrofísica de Andalucía, España, es un paso importante para que el OAN adquiera el estatus de laboratorio internacional. Además, se suma a una red de telescopios idénticos: dos en España, uno en China y otro en Nueva Zelanda. Gracias al quinto instrumento en la UNAM se completa la cobertura de 24 horas de observación para ese tipo de fenómenos astronómicos.

El Laboratorio Nacional de Microscopía Avanzada del IBt adquirió dos nuevos equipos de primer nivel únicos en su tipo: un microscopio confocal de disco giratorio que en milisegundos capta imágenes de alta resolución de eventos celulares, y un citómetro de flujo de imágenes que ilumina y mide en unos minutos la fluorescencia de cientos de miles de células, generando hasta 12 imágenes de cada una de ellas. Con este equipo es factible que los científicos observen todo un grupo de eventos nuevos dentro de una célula o un tejido, pero se puede acoplar a otros dispositivos, lo que le da gran flexibilidad para el análisis de fenómenos biológicos.

En una nueva instalación de primer nivel, a partir de ahora se analizan los procesos químicos cósmicos y terrestres, la degradación del suelo y la calidad del agua; se caracterizan los recursos naturales del país y se evalúa el impacto ambiental causado por la actividad humana. Se trata del Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LANGEM), que financiado con recursos de la UNAM y del Conacyt, suma esfuerzos de los institutos de Geología, Geofísica e Investigaciones Antropológicas de esta casa de estudios, de la Universidad de Sonora (Unison) y del Instituto Tecnológico de Sonora (Itson). Representa la infraestructura más grande de la nación en su especialidad y está constituida por una red de 18 laboratorios especializados, 12 instalados en Ciudad Universitaria y 6 ubicados en la Unison y el Itson, sumando tres sedes y una colaboración entre las tres instituciones. El LANGEM avanzará en el análisis de los procesos químicos de la tierra sólida y del cosmos con proyectos de investigación científica y también atenderá las necesidades de diferentes sectores como el industrial, el minero, el metalúrgico y el urbano, a los que dará servicios especializados para examinar la calidad del suelo y del agua, la presencia de contaminantes y procesos geoquímicos locales de algunas áreas del país. Las principales líneas de investigación del LANGEM son la degradación del suelo, el análisis de hidrogeoquímica para la calidad del agua, el análisis de sitios contaminados y estudios de los procesos geoquímicos-mineralógicos en materiales geológicos.

La RAI, ubicada en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición *Salvador Zubirán*, opera con las siguientes unidades y laboratorios: Laboratorio de Genómica, Laboratorio de Biología Molecular, Laboratorio de Cultivo Celular, Unidad de Citometría de Flujo, Unidad de Microscopía (ubicada tanto en la RAI como en el Instituto Nacional de Cancerología), Laboratorio de Metabolómica y Proteómica (ubicado en la RAI y en el Instituto Nacional de Medicina Genómica), Unidad de Bioinformática, Bioestadística y Biología Computacional, Área Creativa de Difusión y Divulgación de la Ciencia.

El CCA dio inicio a la operación de la Red de Carbono Negro en zonas urbanas como la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey. Asimismo, logró la expansión de la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos a nueve estaciones en operación y dos en proceso de instalación.

El ICN es el único instituto que cuenta con una unidad de irradiación y seguridad radiológica, la cual tiene un irradiador Gamma-beam 651-PT que funciona con cobalto-60 radiactivo. En junio de 2015 se llevó a cabo la recarga del Gamma-beam, que actualmente tiene una actividad de 90,000 curios. Este año también se logró adquirir un Gamma-cell de cesio-137, el cual fue logrado por un proyecto de infraestructura aprobado por el Conacyt.

El IIM obtuvo fondos para modernizar los licuefactores de nitrógeno y helio con los que cuenta esta entidad y que son únicos en la UNAM. Asimismo, fue posible adquirir un equipo de espectroscopía de fotoelectrones emitidos por rayos X (XPS) para ampliar las capacidades de análisis elemental de materiales.

El CFATA adquirió y puso en operación un microscopio electrónico de barrido de alta resolución (Hitachi SU8230) que permitirá ofrecer una mayor resolución en el análisis de caracterización de diversos materiales. También se adquirió un equipo de análisis termogravimétrico

y de calorimetría diferencial de barrido Mettler Toledo y se logró la habilitación de tres espacios para nuevos laboratorios en el área de biomateriales, óptica y termografía.

El IER avanzó en la integración de un laboratorio que analizará el comportamiento térmico de los materiales de construcción en las edificaciones bajo climas diferentes. El laboratorio contará con una cámara climática que simulará la temperatura y radiación solar de la región donde se quiera realizar la construcción, para evaluar el desempeño térmico de los muros y techos de una edificación, así como validará la plataforma Ener-Habitat en materiales más complejos.

Luego de siete años de trabajo previo, se llevó a cabo la inauguración del Observatorio HAWC (siglas en inglés de High Altitude Water Cherenkov Observatory), un arreglo de 293 contenedores con 180 mil litros de agua pura cada uno con cuatro dispositivos de luz de alta sensibilidad en su interior, que suman 1,200 fotomultiplicadores dedicados al estudio de los rayos gamma, los más energéticos del Universo. La instalación y puesta en marcha de este equipo –único en su tipo en el mundo– es posible gracias a una colaboración binacional en la que participan 29 instituciones académicas, 14 de México, encabezadas por el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica y la UNAM (mediante sus institutos de Astronomía, Física, Ciencias Nucleares y Geofísica), así como 15 de Estados Unidos, lideradas por la Universidad de Maryland y el Laboratorio Nacional Los Álamos. También se obtuvo financiamiento de entidades gubernamentales como el Conacyt de México, la National Science Foundation y el Departamento de Energía de Estados Unidos.

El IF adquirió el primer sistema de espectroscopía magneto-óptica por dispersión Brillouin (BLS, por sus siglas en inglés) en México. Ubicado en el Laboratorio de Dinámica de Magnetización, en el edificio del Laboratorio Nacional de Espectrometría de Masas con Aceleradores, el BLS es el sistema más poderoso en el mundo para el estudio de fenómenos lineales y no lineales de la dinámica de la magnetización. Sus características permiten analizar en el dominio de la frecuencia del espacio y del tiempo, una cantidad inagotable de fenómenos magnéticos como ondas de espín, precesión magnética, excitaciones magneto-elásticas y resonancia magnética, entre otras. Las ondas de espín, también llamadas magnones, principal objeto de estudio de este laboratorio, son la propagación coherente de perturbaciones en materiales magnéticos. Sus características especiales en frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación ofrecen funcionalidades atractivas tanto en el área del procesamiento de señales de alta frecuencia como en el estudio de fenómenos de física básica. En la actualidad uno de los proyectos financiados en este espacio pretende estudiar a detalle la respuesta en frecuencia de medios magnéticos con parámetros no uniformes, a fin de revelar la formación de cristales magnónicos que permitan proponer dispositivos funcionales como filtros supresores de banda sintonizables, amplificadores de ondas de espín y osciladores de microondas.

En el Jardín Botánico del IB se remodelaron cinco y se construyen siete nuevos invernaderos con una mejor infraestructura y equipos que permitirán el mantenimiento de plantas para proyectos de investigación, así como la propagación de especies en peligro de extinción.

En el IB la remodelación de algunas colecciones biológicas nacionales, como la de insectos del Departamento de Zoología, y las salas Zea y Acacia del Departamento de Botánica,

permiten acrecentar sus acervos y organizarlos de manera sistémica con nuevos compactadores, lo cual facilita la búsqueda de información y ejemplares con mayor espacio.

El IA inició la actualización de telecomunicaciones en las tres sedes que lo integran, con sistemas robustos de alta velocidad, alta seguridad y alta disponibilidad, incluyendo una efectiva capacidad de transmisión inalámbrica local. La actualización de equipos de telecomunicaciones en forma integral permitirá cubrir las demandas de comunicación a corto y mediano plazo.

### *Terrenos y edificios*

En CU se inauguró el nuevo Centro de Monitoreo del Servicio Sismológico Nacional (SSN), dependiente del IGf, en una instalación concebida como un edificio de investigación y difusión. Con estas instalaciones, desarrolladas mediante una inversión conjunta entre el Fondo de Desastres Naturales y la UNAM, se amplía aproximadamente seis veces el espacio que ocupaba el SSN, se moderniza su equipamiento y se potencia su capacidad de monitoreo sísmico, de investigación y formación de profesionales especializados. El Servicio, que cubre las 32 entidades federativas y que está debidamente articulado con la Red Acelerográfica del II, mantiene una estrecha interacción con el Centro Nacional de Prevención de Desastres y otras instancias de gobierno, federal y estatales, para brindar información oportuna sobre la ocurrencia de sismos en México y en otras latitudes. Asimismo, este espacio permite ampliar la capacidad encaminada a evaluar y prevenir el riesgo sísmico y volcánico, conocer la respuesta de suelos y estructuras mejorando los reglamentos de construcción y para proporcionar información estratégica a los organismos de protección civil, con el objetivo de coordinar eficazmente las respuestas ante dichos eventos.

El IM logró un terreno para la Unidad Juriquilla en el campus de la UNAM.

El IIM construyó el primer edificio de la Unidad Morelia del Instituto, que alberga a los investigadores que realizan labores en esta entidad en sus respectivos laboratorios. Las líneas de investigación que se desarrollan están orientadas al área de materiales sustentables, y el nuevo edificio permitirá contar con siete laboratorios destinados para a estos fines.

En el IBt se inauguró un nuevo nivel en el edificio sur, en 2015.

En el CGc se obtuvo un proyecto de infraestructura para complementar el Laboratorio Nacional de Visualización Científica Avanzada con un sistema Geowall para la visualización tridimensional de procesos terrestres.

El II, en colaboración con la Coordinación de Vinculación de la Facultad de Arquitectura, la Facultad de Medicina, y las direcciones generales del Patrimonio Universitario y de Obras y Conservación de la UNAM, así como de las coordinaciones nacionales de Monumentos Históricos y de Conservación del Patrimonio Cultural del INAH, llevó a cabo la restauración de los edificios del siglo XVII conocidos como la Secundaria y el Protomedicato, localizados en el corazón del Centro Histórico de la Ciudad de México. Desde 1820 estas edificaciones se escindieron, segmentaron y pasaron a manos de particulares, que hicieron de ellos locales comerciales, aposentos de lujo, centros comunitarios e incluso vecindades. Esta

versatilidad de usos llegó a su fin el 13 de octubre de 1982, cuando, por decreto presidencial, los dos inmuebles de cantera y tezontle fueron puestos bajo custodia de la UNAM con la intención de darles vocación académica; sin embargo, la precariedad de su estado puso trabas a la encomienda hasta que un proyecto de restauración (realizado de 2011 a 2015) los hiciera nuevamente habitables. Con la entrega de las instalaciones, tanto alumnos como académicos se verán beneficiados. Los primeros podrán hacer uso de la decena de aulas y salas ubicadas en la Secundaria, mientras que los investigadores ocuparán los cubículos y oficinas estratégicamente distribuidos en los dos pisos del Protomedicato.

Como resultado de la colaboración entre el Patronato Universitario, la Secretaría Administrativa y el II, así como del Instituto Nacional de Antropología e Historia y el Fideicomiso del Centro Histórico, se llevó a cabo la restauración del Antiguo Templo de San Agustín, ubicado en la calle de Isabel la Católica, entre República de El Salvador y Uruguay. Concluido en 1587, fue el primer convento de la orden de los frailes agustinos en la Nueva España. En el siglo XIX el conjunto se fraccionó y una parte fue destruida; en 1884 –tanto en el inmueble como en su capilla anexa– se inauguró la Biblioteca Nacional, y en 1929 se sumó al patrimonio de la Universidad. Entre 2013 y 2015 se realizaron los trabajos necesarios para atender los daños de los hundimientos y de los agrietamientos en bóvedas, muros y elementos de cantera; asimismo, eliminar la humedad y el crecimiento de vegetación en paredes, y reparar elementos ornamentales en el recinto y la capilla del Tercer Orden, que actualmente conforman este conjunto arquitectónico. En los próximos meses el convento agustino podrá albergar exposiciones, conferencias, conciertos y obras de teatro, entre otras actividades, debido a los trabajos de adaptación planteados en el proyecto de restauración integral.

## DOCENCIA

El ejercicio de la docencia durante 2015 continuó con el esfuerzo sostenido de enseñar a las nuevas generaciones de investigadores, docentes, innovadores, divulgadores de la ciencia y profesionales. Tal esfuerzo se muestra en las cifras crecientes de egresados. Este crecimiento se sustenta en el marco de una apuesta política del sistema científico público del país, que atiende en el caso del SIC un frente interno y otro externo.

Con respecto al interno: apunta por la sobrevivencia de la profesión ¿qué ocurriría sin las nuevas generaciones de jóvenes científicos que renueven las plantas académicas de los centros e institutos?; en segundo lugar, se trata de una educación sustentada en la experiencia de los sujetos, es decir, los conceptos, teorías, métodos de análisis y experimentación son aprendidos y aplicados en el trabajo de investigación (aprendiendo a investigar, investigando), con lo cual el aprendizaje se suma al trabajo de las comunidades; en tercer lugar, se optó, entre otros esfuerzos, por un modelo de licenciaturas de elite, es decir, para un grupo muy reducido, cuyas características de ingreso incluyen un proceso adicional al de ser admitido en alguna de las carreras tradicionales de la UNAM, ya altamente competitivas, tales como la pericia en el idioma inglés, aprobar exámenes de aptitudes y de conocimientos, psicométricos y médicos; y en cuarto lugar, la tarea docente se volvió una exigencia de la carrera de los investigadores, hace apenas unas décadas la enseñanza estaba

formalmente asignada sólo a las facultades, nunca a los centros e institutos y ahora es una obligación que se valora con rendimientos.

En el frente externo la apuesta educativa del SIC está en enseñar a las nuevas generaciones que aporten conocimiento nuevo y otros útiles para el país y el mundo. También busca la formación de profesionales éticos que además de sumarse a las fuerzas laborales y productivas, lo hagan con humanidad, buscando la conciliación de los intereses y el bien común.

### *Cursos*

El Subsistema, a través de sus académicos, impartió alrededor de 2,398 cursos regulares en distintos programas durante 2015, tanto dentro como fuera de la UNAM. Adicionalmente, se ofrecieron 349 cursos únicos.

### *Atención a alumnos*

En el transcurso del 2015 el SIC atendió alrededor de 8,589 alumnos (cinco veces la planta académica de investigadores del SIC), ya sea que se graduaron en los diferentes niveles o que continuaron realizando sus tesis, unos más hicieron sus servicios sociales y otros tantos participaron en estancias. En promedio, cada investigador se hizo cargo de cinco alumnos.

El SIC participa en la organización formal de 19 programas de estudio: 5 licenciaturas y 14 posgrado, según fue reportado para 2015. No obstante, si se toma en cuenta la participación de los académicos del SIC en cursos regulares, la cifra es de 105 programas: 47 programas en el nivel de licenciatura y 35 de posgrado, más 23 especialidades.

En el año que se reporta fueron creados el posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad y la especialidad en Cómputo de Alto Rendimiento; además, las licenciaturas de Ecología, Estudios Sociales y Gestión Local, Ingeniería de Sistemas Biomédicos y la licenciatura en Desarrollo Territorial; a su vez, se acordó la creación de la licenciatura en Matemáticas Aplicadas y entró en proceso de aprobación la licenciatura en Neurociencias.

### *Becados*

De los alumnos que realizaron sus tesis (5,930) 2,729 contaron con beca, es decir, 18% (el año previo fueron 2,317). Por otra parte, se concedieron estímulos económicos a 4 médicos residentes en el subprograma de Apoyo y Fomento a la Investigación en las áreas de Oncología y Neurociencias Clínicas.

Mediante una selección de estudiantes a partir del quinto semestre de las licenciaturas de las áreas de las ingenierías, se otorgan las becas *Roberto Rocca*, de Tenaris-Tamsa, para fomentar la matrícula en estas carreras, a través del Programa Universitario en Ciencia e Ingeniería de Materiales.

### *Graduados*

En el nivel de licenciatura el SIC graduó a 723 alumnos, atendió a 2,815 que realizaron tesis y a 833 que realizaron su servicio social.

En el SIC se graduaron de posgrado 1,025 alumnos: 13 de especialidad, 687 de maestría y 325 de doctorado; y se atendió a 3,115 alumnos de este nivel educativo que trabajaron en sus tesis en el año reportado.

### *Nuevas licenciaturas*

El Consejo Universitario acordó la creación de la licenciatura 116 de la UNAM. Se trata de Matemáticas Aplicadas y se impartirá en la Facultad de Ciencias. Participan como entidades asesoras los institutos de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, y de Matemáticas. Su objetivo es formar profesionales que intervengan en proyectos dentro o fuera del ámbito académico, en los que sus conocimientos y habilidades en esa disciplina sean de utilidad.

A su vez, se integró la licenciatura en Desarrollo Territorial (la número 114), que se impartirá en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León, en Guanajuato, y contará con opciones terminales en las áreas de Gestión Económica y Social Territorial, Gestión Ambiental, además en Gobernanza Territorial. Su objetivo es formar profesionales capaces de emplear elementos para el análisis de los territorios en sus distintas dimensiones (económica, socio-cultural, ambiental y político institucional) de manera integral, multidimensional y multisectorial, así como diseñar y promover políticas y estrategias de progreso de estos espacios como unidades de gestión. Tendrán conocimientos sobre diversidad de enfoques del desarrollo, la visión sistémica del territorio, los sistemas de información geográfica y geomática para aplicarlas al diagnóstico y representación espacial de problemas y procesos sociales, económicos, culturales y ambientales, entre otros.

En el campus Morelia de la UNAM comenzaron a operar la licenciatura en Ecología (la licenciatura 113) y la de Ingeniería de Sistemas Biomédicos (la licenciatura 112).

El proyecto de creación de la licenciatura en Neurociencias fue enviado a las instancias correspondientes para su aprobación.

### *Nuevos posgrados*

El Consejo Universitario aprobó la impartición del programa de posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, que comprende la creación de planes de estudios de la maestría en seis campos del conocimiento, y del doctorado en siete líneas de investigación, así como la creación de los grados correspondientes. Las entidades participantes son: la Facultad de Ciencias, las ENES León y Morelia, el IE, ICML, el IB, el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), así como a los institutos de Investigaciones Económicas, de Investigaciones Sociales, de Ingeniería y de Energías Renovables.

También se constituyó la especialización en Cómputo de Alto Rendimiento, como parte del posgrado en Ciencia e Ingeniería de la Computación. Tendrá como entidades académicas participantes: las facultades de Ciencias, Ingeniería y de Estudios Superiores Cuautitlán, así como los institutos de Ingeniería, de Matemáticas y de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, además del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico.

Se incorporaron como entidades participantes de manera exclusiva para la especialización, los institutos de Geofísica, de Astronomía y de Física, y la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. Su objetivo es formar especialistas de alto rendimiento, capaces de diseñar y evaluar aplicaciones en equipos de cómputo de multiprocesamiento, orientados a la resolución de problemas inherentes a su ejercicio profesional.

### *Consolidación de programas de estudios*

El Centro de Ciencias Matemáticas (CCM) logró la consolidación del posgrado conjunto con la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH): la maestría obtuvo nivel de Competencia internacional y el doctorado obtuvo nivel Consolidado por parte del Conacyt.

El Centro de Investigación en Geografía Ambiental (CIGA) consiguió que la maestría en Manejo Integrado del Paisaje, del posgrado de Geografía, obtuviera indicadores sobresalientes en términos de calidad y eficiencia terminal, al tiempo que se lograron publicaciones internacionales ligadas a tesis.

### *Los programas en los que el SIC participa*

#### LICENCIATURAS

1. Licenciatura en Ciencias de la Computación
2. Licenciatura en Filosofía
3. Licenciatura Bibliotecología
4. Licenciatura Ciencias Genómicas
5. Licenciatura en Actuaría
6. Licenciatura en Arquitectura
7. Licenciatura en Biología
8. Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables
9. Licenciatura en Ciencia Forense
10. Licenciatura en Ciencias Agrogenómicas
11. Licenciatura en Ciencias Ambientales
12. Licenciatura en Ciencias de la Comunicación
13. Licenciatura en Ciencias de la Tierra
14. Licenciatura en Desarrollo Territorial (2015)
15. Licenciatura en Diseño Industrial
16. Licenciatura en Ecología (2015)
17. Licenciatura en Energía Eléctrica y Electrónica
18. Licenciatura en Estudios Sociales y Gestión Local (2015)
19. Licenciatura en Física
20. Licenciatura en Física Biomédica
21. Licenciatura en Fisioterapia
22. Licenciatura en Geociencias
23. Licenciatura en Geografía

24. Licenciatura en Geohistoria
25. Licenciatura en Historia
26. Licenciatura en Informática
27. Licenciatura en Ingeniería de Telecomunicaciones
28. Licenciatura en Ingeniería en Computación
29. Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Biomédicos (2015)
30. Licenciatura en Ingeniería Geológica
31. Licenciatura en Ingeniería Geomática
32. Licenciatura en Ingeniería Industrial
33. Licenciatura en Ingeniería Química
34. Licenciatura en Investigación Biomédica Básica
35. Licenciatura en Manejo Sustentable de Zonas Costeras
36. Licenciatura en Matemáticas
37. Licenciatura en Matemáticas Aplicadas (2015)
38. Licenciatura en Neurociencias (en proceso de aprobación)
39. Licenciatura en Pedagogía
40. Licenciatura en Química
41. Licenciatura en Química en Alimentos
42. Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica
43. Licenciatura en Sociología
44. Licenciatura en Urbanismo
45. Licenciatura en Ingeniería en Energías Renovables
46. Licenciatura en Nanotecnología
47. Licenciatura en Tecnología

#### POSGRADO

Los posgrados en los que participó el personal académico del SIC en 2015, fueron:

1. Doctorado en Ciencias Biomédicas
2. Especialización en Cómputo de Alto Rendimiento (2015, forma parte del posgrado en Ciencia e Ingeniería de la Computación)
3. Especialización en Farmacia Hospitalaria y Clínica
4. Especialización en Mantenimiento a Equipo de Instrumentación y Control a Distancia en Internet
5. Especialización en Medicina Veterinaria y Zootecnia
6. Especialización en Microscopía Electrónica en Ciencias Biológicas
7. Especializaciones en Bioquímica Clínica
8. Especializaciones en Endoperiodontología
9. Especializaciones en Estadística Aplicada
10. Especializaciones en Estomatología del Niño y el Adolescente
11. Especializaciones en Estomatología en Atención Primaria

12. Especializaciones en Farmacia Industrial
13. Especializaciones en Geotecnia
14. Especializaciones en Odontología
15. Especializaciones en Ortodoncia
16. Especializaciones en Producción de Ovinos y Caprinos
17. Especializaciones en Puentes
18. Especializaciones en Salud en el Trabajo
19. Especializaciones en Sistemas de Calidad
20. Maestría en Ciencias (Neurobiología)
21. Maestría en Enfermería
22. Maestría en Manejo Integrado de Paisajes
23. Maestría y doctorado conjunto en Ciencias Matemáticas (UNAM-UMSNH)
24. Maestría y doctorado conjunto en Física de Materiales (UNAM-CICESE)
25. Maestría y doctorado en Ciencias Bioquímicas
26. Maestría y doctorado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal
27. Maestría y doctorado en Ciencias Matemáticas y de la especialización en Estadística Aplicada
28. Maestría y doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud
29. Maestría y doctorado en Ciencias Químicas
30. Maestría y doctorado en Estudios Mesoamericanos
31. Maestría y doctorado en Filosofía de la Ciencia
32. Maestría y doctorado en Historia
33. Maestría y doctorado en Ingeniería
34. Maestría y doctorado en Música
35. Maestría y doctorado en Psicología
36. Maestría y doctorado en Urbanismo
37. Plan de Estudios Combinados en Medicina (licenciatura y doctorado), que se imparte en la Facultad de Medicina y en el IIBm, campus CU
38. Plan Único de Especialización en Enfermería
39. Plan Único de Especializaciones de Ingeniería
40. Plan Único de Especializaciones en Ciencias Biológicas, Físicas y Matemáticas
41. Plan Único de Especializaciones en Psicología
42. Plan Único de Especializaciones Médicas
43. Plan Único de Especializaciones Odontológicas
44. Posgrado en Antropología
45. Posgrado en Astrofísica
46. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de la Computación
47. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales
48. Posgrado en Ciencias Biológicas
49. Posgrado en Ciencias de la Administración

50. Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad (2015)
51. Posgrado en Ciencias de la Tierra
52. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología
53. Posgrado en Ciencias e Ingeniería de Materiales
54. Posgrado en Ciencias Físicas
55. Posgrado en Ciencias Políticas y Sociales
56. Posgrado en Geografía
57. Posgrado en Ingeniería Eléctrica
58. Programa de maestría en Docencia para la Educación Media Superior

El SIC participó en conjunto con otras instituciones del país y del extranjero bajo convenios en los siguientes posgrados:

1. Doctorado en Ciencias Biomédicas de la Universidad Particular Técnica de Loja (2008), Ecuador. Las entidades participantes son: IE, IFC, IIBm, INb, IQ, CCG
2. Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Técnica de Braunschweig (2009), Alemania. Participan: IGf, IGg, IGI, IIMAS, CCA, CGc (carta de intención)
3. Doctorado en Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Madrid-Banco Santander (2011), México. Participan: IE, IFC, IIBm, INb, IQ, CCG
4. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, Instituto de Investigación de Energía de Cataluña (2013), España. Participan: IF, IIM, CCADET, CFATA, IER, CNYN
5. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, Instituto Nacional Politécnico de Toulouse (2014), Francia. Participan: IF, IIM, CCADET, CFATA, IER, CNYN
6. Maestría y doctorado en Ciencias Matemáticas y de la especialización en Estadística Aplicada en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) (2011), México. Participan: IIMAS, IM, CCM
7. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (2014), México. Participan: IB, IE, IFC, IGI, IIBm, IIES
8. Posgrado en Ciencias Biológicas, Instituto de Ecología A.C. (2011), México. Participan: IB, IE, IFC, IGI, IIBm y IIES
9. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, Universidad Autónoma de Sinaloa (2013), México. Participan: IF, IIM, CCADET, CFATA, IER, CNYN
10. Posgrado en Ingeniería, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2013), México. Participan: II, IIMAS, IER, CCADET
11. Maestría y doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud, Universidad Veracruzana (2013), México. Participa: IIBm
12. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala (2013), México. Participan: IB, IE, IFC, IGI, IIBm, IIES
13. Maestría y doctorado en Psicología, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía (2014), México. Participa: INb

Adicionalmente, el SIC participó en los siguientes posgrados conjuntos:

1. Posgrado en Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Madrid (2012), España. Participan: IE, IFC, IIBm, INb, IQ, CCG
2. Maestría y doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud, Universidad de Groningen (2014), Holanda. Participa: IIBm
3. Maestría y doctorado en Ciencias Matemáticas y de la especialización en Estadística Aplicada, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (2015), México. Participan: IIMAS, IM, CCM
4. Maestría y doctorado en Ingeniería, Eindhoven University of Technology (2015), Países Bajos. Participan: II, IIMAS, IER, CCADET

### *Otros esfuerzos docentes*

La UNAM, el Sistema Educativo Estatal (SEE), el XXI Ayuntamiento de Ensenada, el Instituto de Cultura de Baja California, el Centro Cívico, Social y Cultural Riviera de Ensenada, en colaboración con el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), entre otras instancias, presentaron el Cuarto Festival del Conocimiento del 30 de agosto al 6 de septiembre de 2015, en varias sedes en Ensenada. El CNyN fue uno de los organizadores y promotor del festival.

Integrantes del IM participaron en un sitio cuyo objetivo es plantear y responder preguntas de matemáticas, desde secundaria hasta doctorado, e incluso cuestionamientos de investigación. Es una plataforma abierta y horizontal para quien desee participar. Tiene dos características: los temas son relativos a esa ciencia y se presentan y contestan en español. Se llama “El Irracional” ([www.elirracional.org](http://www.elirracional.org)), integra a una comunidad de mil personas (estudiantes, investigadores y profesoras de universidades del país y del extranjero) y se presenta como un foro de preguntas y respuestas de matemáticas, de cualquier nivel; cuanto más interesantes, divertidas o intrépidas, mejor. El foro no pertenece a una universidad o institución de investigación, es integrativo, libre y abierto a quien se interese en esta disciplina.

Asimismo, el IM llevó a cabo el encuentro Escuela sobre Teoría de Singularidades en Topología, Geometría y Foliaciones, que reunió durante una semana a 143 participantes de varios países. Se trata de una vertiente muy rica de las matemáticas y un punto de contacto entre muchas áreas de esta disciplina, además de tener fuertes vínculos con la física, la química y la biología. La Escuela sobre Teoría de Singularidades es un evento académico avanzado con 12 cursos de alto nivel para estudiantes de posgrado. Está organizado por el Instituto de Matemáticas, con apoyo del Centro de Investigación de Matemáticas Puras y Aplicadas (Francia), el Centro Internacional de Física Teórica (Italia) y el Conacyt.

### **DÍAS DE PUERTAS ABIERTAS**

En el Día de Puertas Abiertas el CCADET ofreció una mirada al universo de las ciencias físicas, computacionales e ingenierías de vanguardia, como alternativas para la vida profesional. Los estudiantes que asistieron al evento tuvieron la oportunidad de interesarse por diferentes

aspectos de la electrónica, tratamiento de imágenes, temas de fluidos, metrología, mecánica, sensores, óptica, microondas y acústica, así como por las nuevas tecnologías en la enseñanza y aprendizaje de materiales y tecnologías de la información.

El ICML dedicó el de este año al agua, como un recurso estratégico y esencial para la sobrevivencia humana, con un programa de conferencias para que el público estudiantil ahondara en el tema; contó con la participación de diversos expertos.

En el II los encargados de más de 20 laboratorios compartieron con los invitados demostraciones y charlas informativas. Se ofreció orientación a jóvenes de bachillerato con el objetivo de que decidan su carrera profesional y para que los de licenciatura y posgrado se interesen en ingresar al programa de becas y desarrollen sus tesis con miras a participar en algún proyecto de indagación.

El IF recibió a estudiantes para dar a conocer su oferta académica y quehacer científico. Los encargados de más de 50 laboratorios compartieron con los invitados demostraciones y charlas informativas acerca de sus actividades. Los asistentes recibieron orientación con respecto a la indagación en física y áreas afines. En esta edición hubo conferencias en cuatro auditorios diferentes y recorridos por la mayoría de los laboratorios. También un rally en el que con una serie de retos los jóvenes respondieron preguntas. Además, se presentó la exposición *Trazos de la ciencia*, en la que investigadores, mediante sus bosquejos en carteles, representaron figuras e imágenes que explican su labor.

Para dar a conocer sus actividades científicas y tecnológicas, así como su oferta académica, el IIM realizó su Día de Puertas Abiertas, en el que su personal académico compartió con alumnos e invitados demostraciones y charlas informativas sobre lo que ahí se hace. Más de 1,200 asistentes conocieron la infraestructura y organización del Instituto y las técnicas para desarrollar proyectos de investigación multidisciplinaria y de vanguardia en ciencia e ingeniería. Además, se preparó un programa de visitas guiadas a laboratorios, dispuestos expresamente para este fin. Los visitantes tuvieron la oportunidad de presenciar diversos experimentos ilustrativos.

El IER ofreció una serie de charlas, visitas guiadas a varios laboratorios de investigación, talleres e interacción con científicos dedicados a trabajar temas relacionados con el desarrollo de tecnologías sustentables. En el encuentro, unos 150 estudiantes de bachillerato y de secundaria tuvieron la oportunidad de escuchar pláticas sobre energía solar, eólica y geotérmica, también sobre arquitectura bioclimática y la dinámica de fluidos. Los jóvenes también interactuaron en los talleres de construcción de calentadores solares, deshidratación de alimentos, producción de hidrógeno, estufas solares y cómo hacer una pila.

## SECRETARÍA ACADÉMICA

La Secretaría Académica (SA) de la CIC realizó las múltiples tareas a ella atribuidas y a sus respectivas secretarías y departamentos, resaltando en 2015 la continuidad en el censo de los laboratorios de todo el SIC y el aumento significativo de la ocupación de las becas posdoctorales otorgadas al SIC por la DGPA.

La SA además coordinó la elaboración de la plataforma LabUNAM, en la que participaron diversas instancias de la CIC, la DGDC y todas las entidades que forman parte de los diversos laboratorios, concluyendo con éxito un espacio que da gran visibilidad a la capacidad experimental del Subsistema y que resulta una tarea institucionalizada en la Coordinación.

La Secretaría también estuvo a cargo de la elaboración de los libros blancos y realizó la coordinación ejecutiva del libro LA CIENCIA EN LA UNAM 2015.

Adicionalmente, las tareas realizadas por las áreas a su cargo fueron:

### *Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC)*

En las 22 sesiones ordinarias y en cumplimiento de las atribuciones que el Estatuto del Personal Académico de la UNAM le señala, el CTIC revisó, decidió y tramitó 9,793 asuntos académico-administrativos relacionados con el personal académico del SIC. De estos asuntos, 3,427 correspondieron a decisiones tomadas directamente por el CTIC –incluidas 2,894 evaluaciones de informes anuales de 2014– y 6,366 a decisiones del CTIC sobre los asuntos que ha delegado en los respectivos consejos internos y/o comisiones dictaminadoras de los institutos y centros del Subsistema, así como de la DGDC. Entre el total de asuntos, 308 correspondieron a becas posdoctorales, 73 a periodos sabáticos (38 con goce de beca de la DGAPA y 35 sin beca) y 17 a concursos de oposición cerrados para obtener la promoción a investigador titular C.

#### PRIDE Y PAIPA

El CTIC ratificó 322 dictámenes del Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de Tiempo Completo (PRIDE), 89 dictámenes del Programa de Estímulos de Iniciación de la Carrera Académica para Personal de Tiempo Completo (PEI) y resolvió 10 recursos de revisión.

#### ACCIONES RELEVANTES APROBADAS Y REALIZADAS POR EL CTIC

Se presentaron y aprobaron las ternas para la designación de los directores de los institutos de Biología, Ciencias del Mar y Limnología, Física, Investigaciones Biomédicas, Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, y de Radioastronomía y Astrofísica. Asimismo, se presentó y aprobó el listado de candidatos para la designación de los directores de los centros de Ciencias Matemáticas y de Investigaciones en Geografía Ambiental.

El CTIC aprobó la propuesta para otorgar la distinción de investigadores eméritos al doctor Jorge Daniel Carlos Cantó Illa del IA, y al doctor Alejandro Frank Hoeflich del ICN.

Se aprobaron las propuestas para que 40 miembros del personal académico fueran nombrados jefes de departamento y de estación en varias entidades.

Se desahogaron tres recursos de revisión interpuestos por igual número de académicos del Subsistema, conforme a lo dispuesto en el artículo 106 del Estatuto del Personal Académico.

Se aprobó la modificación del reglamento interno del II y del CCADET.

El pleno del Consejo Técnico aprobó el dictamen de las comisiones para otorgar los siguientes estímulos especiales para técnicos académicos: *Guillermo Haro Barraza* y *Harold Johnson* del IA; *Federico Fernández Cancino* y *Guillermo Massieu* del IFC; *Julio Monges Caldera* del IGf; *Efrén C. del Pozo* del IIBm; y *Marcos Mazari Menzer* del CCADET.

Se realizó una ceremonia de reconocimiento para los 17 investigadores que fueron promovidos al nivel de titular C.

Se llevó a cabo la evaluación de los informes de actividades del personal académico de 30 entidades y la DGDC.

El CTIC aprobó la propuesta del Consejo Interno del ICN para que la biblioteca de dicho Instituto lleve el nombre del investigador emérito *Doctor Marcos Rosenbaum Pitluck*.

Se designó a un integrante del personal académico para actualizar la comisión *ad hoc* responsable de convocar, supervisar y calificar las elecciones de representantes de profesores y alumnos que formarán parte del Comité Académico de la licenciatura en Tecnología, para el periodo 2015-2019.

El pleno del CTIC aprobó y remitió a las instancias correspondientes el proyecto de creación de la licenciatura en Neurociencias.

Se aprobó la propuesta de incorporación de los institutos de Ingeniería y de Energías Renovables como entidades participantes en el programa de posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad.

Se presentó al pleno del CTIC la propuesta de transformación del Centro de Radioastronomía y Astrofísica a Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA) en el campus Morelia.

Se propuso la integración de los jurados del Premio Universidad Nacional y del Reconocimiento Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos para el año 2015.

Se aprobó la contratación de los profesores de asignatura y ayudantes de profesor de la licenciatura en Nanotecnología para los semestres 2015-2 y 2016-1.

Se aprobó la contratación de los profesores de asignatura y ayudantes de profesor de la licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables (LIER) para los semestres 2015-2 y 2016-1, incluyendo la dispensa del grado de licenciatura para tres profesores.

Se actualizaron las comisiones evaluadoras y/o revisoras del PRIDE de 26 entidades académicas.

La directora adjunta de Desarrollo Científico del Conacyt presentó al pleno del CTIC los programas de esta entidad federativa para investigación y formación de recursos humanos.

El coordinador de la Investigación Científica presentó el Informe de logros del SIC 2008-2015 y entre ellos la plataforma LabUNAM.

Se presentaron los “Avances y Perspectivas del Centro de Ciencias de la Complejidad” por parte del doctor Alejandro Frank Hoeflich, coordinador del C3.

Se llevó a cabo el proceso de auscultación para el nombramiento de coordinador de la Investigación Científica para el periodo 2015-2019.

### *Secretaría de Técnica de Generación y Análisis de Indicadores (STGAI)*

En la Secretaría se elaboraron los informes para Conacyt, Rectoría y la Dirección General de Planeación para 2014. Los documentos para atender la demanda de las entidades señaladas, fueron:

- Texto en Word (breve) y un Excel detallado con las actividades del Subsistema de la Investigación Científica (SIC) y la Coordinación de la Investigación Científica (CIC), según los rubros del Informe de Ejecución del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, para el apartado de ciencia y tecnología (dos veces, a inicios del año y durante junio).
- Informe a Rectoría (a inicios del año)
- Memoria UNAM (junio)
- Agenda Estadística (junio)

Se forjaron diversos documentos relacionados con el quehacer del SIC y de la propia Coordinación. Para la elaboración de dichos informes, estudios y textos diversos, esta Secretaría se apoya en los boletines y gacetas de la UNAM y del Conacyt, así como en el CISIC, sistema de concentración de información de la CIC, donde los centros e institutos integran los datos acerca de las actividades desarrolladas y sus resultados. Esta Secretaría retoma los resúmenes que año tras año entregan las instancias centralizadoras de actividades e información, tales como el SNI, la DGPA, los proyectos financiados por Conacyt, Posgrado UNAM, Laboratorio de Redes del IIMAS, Intercambio Académico, entre otros. Los documentos tienen sustento en los informes de las propias dependencias de la CIC, como son los cinco programas universitarios, la Secretaría Académica, el CTIC, la Secretaría Jurídica (SJ), la REPSA, la Coordinación de Gestión para la Calidad de la Investigación (CGCI), la Coordinación de Gestión de Calidad Productiva (CGCI), la Coordinación de Servicios de Gestión y Cooperación Académica (CSGCA), la COPO, la Secretaría Administrativa, LabUNAM y por primera vez este año, por su reciente constitución, de la RAI.

Se continuó representando al Coordinador en las reuniones de Toda la UNAM en Línea.

Se siguió colaborando con el Coordinador de la Investigación Científicas en los distintos análisis y en la construcción de indicadores para valorar el quehacer del SIC y establecer las estrategias pertinentes en materia de políticas académicas y de organización.

La Secretaría realizó la edición del libro *La Ciencia en la UNAM 2015*, coordinando junto a la Secretaría Académica y bajo las instrucciones del Coordinador, las diferentes tareas que dicho material demandó: revisión de texto de las entidades, elaboración de textos generales, diseño y elaboración de gráficas, revisión de cifras y búsquedas alternativas de información, diálogo constante con las entidades, construcción de indicadores, coordinación del área de diseño, revisión de galeras, entre muchas otras actividades.

### *Sistema para la Administración de Movimientos Académico-Administrativos (SAMAA)*

La Secretaría Académica, a través de la Secretaría de Seguimiento, el Departamento de Sistemas y la Secretaría Técnica del Consejo Técnico, continuó desarrollando y perfeccionando el sistema para la Administración de Movimientos Académico-Administrativos (SAMAA), sistema que consiste en agilizar el proceso de los asuntos académico administrativos de los investigadores y técnicos del SIC.

Las mejoras al sistema en 2015 fueron importantes, gracias a la experiencia ganada en su utilización e implican nuevas alianzas con entidades centralizadores de información, como es el caso de Posgrado y de la Dirección General de Bibliotecas (DGB). Además, esta Secretaría se ocupa de coordinar los esfuerzos técnicos entre las diferentes entidades del SIC, con vistas a construir un sistema conjunto de reporte y resguardo de la información.

A su cargo están el CISIC y la organización de las bases de datos de las cuales emergen los análisis que se realizan acerca del SIC.

A su vez, esta Secretaría dio formato a la información numérica y estadística para el libro *La Ciencia en la UNAM 2015*.

### *Recursos*

El SIC contribuye a acrecentar la inversión en ciencia y tecnología a partir de la obtención de recursos mediante concursos ante agencias de financiamiento internacionales, nacionales, regionales y de diversos sectores de la sociedad. Los recursos están dirigidos al desarrollo de proyectos de investigación que impacten en servicios, en la definición de políticas públicas, en la atención a la ciudadanía en los ámbitos de la salud, la sustentabilidad, el medio ambiente, entre muchos otros, además de generar conocimientos que impulsen el desarrollo económico y social del país. En el ámbito mundial es más valorada la atención de la ciencia a los sectores empresarial, industrial y en general productivos, a los cuales el SIC busca apoyar; no obstante, al ser una institución pública, su espectro de atención es más amplio y abarca proyectos que atañen a la agricultura y la seguridad alimentaria; gobiernos, sus ámbitos de decisiones y diseño de políticas públicas; salud de la población y prevención de enfermedades; disminución de los gases de efecto invernadero y adaptación al cambio climático; combate a la pobreza y defensa de los derechos humanos; ofensiva contra la corrupción e impunidad; el cuidado del medio ambiente, su conservación y restauración. También establece vínculos con la empresa y se ocupa de sus modelos e instrumentos de producción. Sin duda, una tarea pendiente es apoyar que la ciencia genere crecimiento económico, al tiempo que procure la distribución equitativa de sus efectos entre la población. Varias instancias participan en esta gestión.

### *Coordinación de Servicios de Gestión y Cooperación Académica (CSGCA)*

Dentro de la CIC, la CSGCA atiende los asuntos de colaboración entre el SIC y otras instituciones y entidades públicas y privadas, además de gestionar los correspondientes convenios. El resultado registrado durante 2015 significó la captación de 546 nuevos apoyos por

la cantidad total de \$2,162'669,314.70 pesos como ingreso extraordinario. Las fuentes de financiamiento del total registrado en este año se clasifican como sigue: del sector público se registraron 39 organizaciones con las que se formalizaron 519 compromisos por un monto de \$1,925'835,918.91 pesos (89%); del sector privado se registraron 18 contrapartes de las cuales se obtuvieron 24 apoyos por un monto de \$227'075,217.87 pesos (10.5%). A través de tres organismos internacionales se obtuvieron tres apoyos, por un monto de \$9'758,177.92 pesos (0.5%). El organismo público del gobierno federal del que se obtuvo el mayor financiamiento fue el Conacyt.

En las convocatorias del Conacyt 2014 y 2015, de las solicitudes presentadas con resultados publicados en 2015, se aprobaron a la UNAM, a través de la CIC, un total de 452 apoyos por un monto de \$1,615'249,244.55 pesos, correspondiendo al SIC 319 apoyos por \$1,348'522,989.44 pesos; para las escuelas y facultades afines correspondieron 131 apoyos por \$266'174,255.11 pesos. En el programa de becas de estancias posdoctorales se obtuvo el apoyo para 2 tutores externos de la UNAM por \$552,0000 pesos. Los resultados registrados provienen de los diversos programas que se detallan a continuación:

En el Fondo Institucional se obtuvieron 411 apoyos por \$738'168,598.17 pesos, distribuidos en los siguientes programas: en Apoyos Complementarios para el Establecimiento de Laboratorios de Investigación y Desarrollo Tecnológico se aprobaron 19 proyectos por \$141'899,143.82 pesos; para el Apoyo al Fortalecimiento y Desarrollo de la Infraestructura Científica y Tecnológica se obtuvieron 47 proyectos por \$204'170,832.00 pesos; en Estancias Sabáticas Nacionales, Estancias Sabáticas al Extranjero y Estancias Cortas para la Consolidación de Grupos de Investigación se apoyaron 25 solicitudes; en la solución de Problemas Nacionales se tuvieron 31 apoyos por \$63'637,597.00 pesos; para Fronteras de la Ciencia se apoyaron 32 proyectos por \$119'034,449.00 pesos; los Apoyos Vinculados al Fortalecimiento de la Calidad del Posgrado Nacional se reflejaron en 105 becas posdoctorales por \$30'093,000.00 pesos; en el programa de Apoyo a Madres Mexicanas Jefas de Familia para Fortalecer su Desarrollo Profesional se aprobaron 18 becas de licenciatura por \$1'072,000.00 pesos; en el Programa para el Desarrollo Científico y Tecnológico (antes Apoyos Especiales) se formalizaron 25 convenios con un financiamiento de \$39'184,853.25 pesos; en los programas de Formación y Continuidad de Redes Temáticas se aprobaron 10 proyectos por \$33'850,000.00 pesos; en el Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación se aprobaron 33 proyectos por \$60'325,927.00 pesos; en Proyectos de Comunicación Pública de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación se aprobaron 2 proyectos por la cantidad de 41'500,000.00 pesos; 14 Apoyos Complementarios para la Infraestructura relacionada con Seguridad, Bioseguridad y Certificación por \$17'664,472.09 pesos; para la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) se tuvo 1 apoyo por \$3'448,275.86 pesos; y en Cátedras Conacyt para Jóvenes Investigadores Convocatoria para Instituciones de Adscripción se gestionaron 11 apoyos por \$8'591,200.00 pesos.

Dentro del Fondo Institucional, las solicitudes financiadas a través de la Dirección Adjunta de Planeación y Cooperación Internacional del Conacyt en los Programas de Cooperación Bilateral para el apoyo a proyectos en acciones puntuales de investigadores nacionales

en colaboración con investigadores extranjeros alcanzan la cifra de 20 por un monto de \$5'538,600.00 pesos; con la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico en el Programa de proyectos de colaboración UC MEXUS-Conacyt se financiaron 12 por \$2'206,761.65 pesos; con el Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología (FONCICYT), a través de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico se obtuvo 1 apoyo por \$884,000.00 pesos (CNRS-Conacyt); por conducto de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación en el Programa del Consejo Británico-Conacyt se tuvieron 4 apoyos por \$4'109,986.50 pesos; finalmente, la Dirección Adjunta de Planeación y Cooperación Internacional en el Programa para la Cooperación Birregional Unión Europea-Latinoamérica y el Caribe (ERANET-LAC- Conacyt) financió 1 proyecto por \$954,500.00 pesos.

En los programas de Fondos Sectoriales, 38 proyectos obtuvieron un apoyo total de \$859'541,044.13 pesos; con la Agencia Espacial Mexicana se obtuvieron 7 proyectos por \$14'954,455.00 pesos; a través de la Investigación para el Desarrollo Aeroportuario y la Navegación Aérea se formalizaron 2 apoyos en colaboración por \$750'000.00 pesos; 1 proyecto para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por \$2'550,000.00 pesos; con el Fondo Sectorial de Investigación en Salud y Seguridad Social se aprobaron 4 proyectos por \$4'840,000.00 pesos; para la Innovación SE-Conacyt se aprobaron 2 apoyos en colaboración por \$3'975,000.00 pesos; con la Comisión Nacional Forestal se obtuvo 1 proyecto por \$7'566,000.00 pesos; para la Investigación en Materias Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Filogenéticos se otorgó 1 apoyo en colaboración por \$600,000.00 pesos; con la Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena) 1 proyecto por \$54'869,167.84 pesos; con la Secretaría de Gobernación 1 proyecto por \$4'800,000.00 pesos; 9 proyectos como líder con la Secretaría de Energía-Sustentabilidad Energética por \$162'323,717.49 pesos y 2 proyectos en colaboración por \$2'379,837.00 pesos; con la Secretaría de Energía-Hidrocarburos se otorgaron 3 extensiones a proyectos por \$412'018,131.00 pesos y 4 proyectos en colaboración con el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) líder del proyecto, por \$188'514,735.00 pesos.

La convocatoria de Proyectos de Investigación Científica Básica 2015 pospuso la publicación de resultados a enero de 2016, debido al cambio de secretario administrativo del Fondo Sectorial de Investigación para la Educación.

En los Fondos Mixtos se aprobaron 3 proyectos por un total de \$17'539,602.25 pesos, 1 convenio con el gobierno del estado de Querétaro por \$9'000,000.00 pesos; 1 convenio con el gobierno del estado de Morelos por \$6'999,620.00 pesos; y 1 proyecto aprobado con el gobierno del estado de Guanajuato por \$1'539,982.25 pesos.

En el 2015 se presentaron en las diferentes áreas de esta CSGCA un total de 2,147 solicitudes; de ellas, hasta diciembre del mismo año sólo se habían formalizado 416 apoyos, por \$1,663'215,567.49 pesos. La evaluación, resultados y formalización de convenios de las solicitudes pendientes continuarán para el 2016. Es importante resaltar que hoy contamos con una institución pública del gobierno del Distrito Federal, cuyo financiamiento otorgado a la UNAM se ha venido incrementando a lo largo de los ocho últimos años a través de proyectos de investigación aprobados en el marco de sus programas de apoyo a la investigación científica y desarrollo tecnológico; se trata de la Secretaría de Ciencia, Tecnología

e Innovación del Distrito Federal, con la que se formalizaron 2 convenios por un monto de \$4'986,000.00 pesos.

En Cooperación Académica Internacional, hubo 1 solicitud financiada por la International Atomic Energy Agency (IAEA) por \$176,400.00 pesos, 1 proyecto por el Gulf of Mexico Research Initiative (GOMRI) por \$8'549,377.92 pesos y 1 convenio por el Banco Interamericano de Desarrollo por \$1'032,400.00 pesos (montos equivalentes en moneda nacional).

Finalmente, con el resto de las contrapartes se formalizaron 89 instrumentos jurídicos por un monto de \$532'675,892.23 pesos. Cabe mencionar que 185 instrumentos jurídicos adicionales fueron tramitados a través de la Secretaría Jurídica de la CIC para su gestión.

### Presupuesto

El presupuesto asignado a la CIC durante 2015 fue de \$360'487,753 pesos: para salarios y prestaciones fueron asignados \$145'481,013 pesos (40.4%), para la operación de los Programas Universitarios (PU) y las diversas actividades de la CIC se otorgaron \$27'746,314 pesos (7.7%), para la operación de las Plataformas Oceanográficas (PO) \$22'070,805 pesos (6.1%), para infraestructura y operaciones de la nueva Unidad de Proyectos Especiales \$41'919,665 pesos (11.6%), y para el apoyo a la investigación y desarrollo, mobiliario, equipo y la colaboración académica \$43'266,866 pesos (12%), en tanto el Programa de Becas Posdoctorales contó con la cantidad de \$80'525,090 pesos (22.2%) para el estipendio de 308 becarios del Subsistema de la Investigación Científica y 4 de la UPEID (Centro de Ciencias de la Complejidad (C3). Adicionalmente, se obtuvieron de la Dirección General de Presupuesto \$43'224,903.00 pesos como aportación UNAM en la figura de Fondos Concurrentes con el Conacyt para el desarrollo de proyectos aprobados en conjunto; \$19'072,096 pesos para concluir la instalación del Nuevo Laboratorio Internacional de Investigación sobre el Genoma Humano (LIIGH) y el C3; \$11'000,000 pesos para la operación del Centro del Cambio Global y Sustentabilidad del Sureste; también \$1'500,000 pesos para la fundación del Premio de investigación en salud *Aida Weiss*.

La CIC ejecutó \$53'537,866 pesos de su presupuesto e ingresos extraordinarios para el desarrollo de nuevas instalaciones y apoyos a entidades del Subsistema de la Investigación Científica, facultades de la UNAM y otras organizaciones externas, de las cuales se destinaron \$33'083,757 pesos para infraestructura y equipo y \$20'454,109 pesos para el desarrollo de proyectos, intercambio académico, eventos y difusión científica. Asimismo, el Programa de Becas Posdoctorales ejerció \$73'912,487 pesos.

Los ingresos extraordinarios de la CIC captados durante 2015 ascendieron a \$40'738,423 pesos, de los cuales el sector público aportó \$34'936,275 pesos (86%) y el sector privado \$5'802,147 pesos (14%). Del total captado, la Coordinación de Plataformas Oceanográficas aportó \$13'167,920 pesos, los \$27'570,502 pesos restantes se obtuvieron por concepto de diversos convenios, cursos, servicios y donaciones. La CIC ejerció en 2015 ingresos extraordinarios para desarrollo de diversos proyectos: en remuneraciones personales \$13'274,377 pesos, en gastos de operación \$9'140,129 pesos, en equipos \$4'630,614 pesos, en infraestructura \$2'290,907 pesos y en colaboración académica \$1'663,891 pesos; por su

parte, las PO ejercieron en remuneraciones personales \$2'779,326 pesos, en gastos de operación \$8'302,066 pesos y en equipos \$1'625,481 pesos.

### *Secretaría Jurídica*

La Secretaría Jurídica de la CIC tiene encomendado atender desde su inicio y hasta su total conclusión los juicios, procesos y actos jurídicos en los que las entidades académicas o dependencias del Subsistema se involucren, debiendo mantener actualizada la base de datos del Abogado General. Se brinda servicio y apoyo jurídico a 37 dependencias: 21 institutos, 9 centros, 5 programas universitarios, así como la DGDC (dentro de la cual está el Museo Universum) y la COPO.

Además, de conformidad con el Acuerdo del Rector por el que se Establece el Procedimiento de Validación, Registro y Depósito de los Convenios, Contratos y demás Instrumentos Consensuales en los que la Universidad sea parte, efectúa el análisis jurídico de los convenios y contratos de las entidades y áreas antes mencionadas, por lo que en el año que se informa, la Secretaría dictaminó 360 instrumentos consensuales, de los cuales 185 fueron formalizados.

Del mismo modo se realizaron 101 trámites migratorios y de éstos se concluyeron 100 en 2015, continúa en proceso de resolución un asunto en el Instituto Nacional de Migración.

En materia laboral se inició el año con 45 juicios, ingresaron 10, se concluyeron 7 y 48 juicios se mantienen en trámite.

En materia penal, en el año 2015 se continuaron 24 averiguaciones en trámite, a la vez que se iniciaron 35, se concluyeron 33 y continúan en trámite 26; también se concluyó un proceso penal.

Actualmente se está dando seguimiento a tres juicios civiles:

- En el Juzgado Primero de Distrito en Materia Civil en el Distrito Federal en contra de Money Tron, Casa de Cambio S.A. de C.V., bajo el número de expediente 523/2010, habiéndose dictado sentencia favorable a la UNAM mediante la que se condenó a esa empresa a pagar los intereses correspondientes a los años 2010 a 2015.
- En el Juzgado Decimosexto de lo Civil del Distrito Federal en contra de Publicaciones Citem S.A. de C.V., bajo el número de expediente 384/2014, dictándose sentencia favorable a la UNAM que se encuentra en ejecución.
- Finalmente, se está llevando la defensa de un juicio agrario en contra de esta casa de estudios en el Tribunal Unitario Agrario 38 en Colima, Colima, promovido por Fauna y Selvas S.A. de C.V., bajo el número de expediente 1406/2013, por conflicto de linderos en el cual se están realizando las gestiones para formalizar un convenio con la empresa demandante y el ejido Nacastillo, colindante con la Estación de Biología Chamela el cual se presentó para su firma el 16 de febrero del 2016.

### *Intercambio académico*

Durante 2015, en el marco de la construcción de indicadores que permitan comprender, evaluar y planear las estrategias del SIC, se comenzó a valorar la capacidad de intercambio de las comunidades académicas, actividad que quizás valore el proceso de internacionalización. En los años precedentes se reportaban los apoyos otorgados por la Secretaría Técnica de Intercambio Académico de la CIC, pero resulta que éstos son apenas alrededor del 25% de las actividades que los centros e institutos realizan (1,588 vs. 405). Más tarde, a través del CISIC se lograron reportar datos más cercanos a la realidad, advirtiendo otras fuentes de financiamiento. Varias son las instancias que contribuyen con recursos para apoyar los empeños de intercambio académico. Dentro de la UNAM: la Dirección General de Cooperación e Internacionalización, DGAPA, los proyectos PAPIIT; y en el caso de las externas: el Conacyt, la Secretaría de Relaciones Exteriores, los consejos de ciencia y tecnología estatales, TWAS-Unesco, Ecos Nord, entre otras para 2015.

Las cifras del CISIC, indican 357 visitas internacionales y 258 nacionales. Los investigadores del SIC salieron al extranjero en 530 ocasiones y a instituciones nacionales en 443, lo que da un total de 1,588 intercambios. Estos datos muestran que el esfuerzo institucional por visitar otras comunidades académicas es mayor que las visitas que se reciben; también que hay más visitas del extranjero que nacionales; a su vez puede decirse que los académicos del SIC tienen más apoyos para visitas nacionales que internacionales.

Según los datos del CISIC, para 2015 la mayor cantidad de visitantes provino de Norteamérica, principalmente de Estados Unidos (63); le siguieron de Europa las visitas de España (43). En relación con las salidas, la mayoría fueron también a Estados Unidos (108) y luego a Francia (56) y a España (47). La cercanía geográfica explica los intercambios con Estados Unidos y el idioma con España.

Cifras que se obtienen bajo otra fuente de información, que son los permisos y comisiones solicitados por cada entidad a los Consejos Internos, indican que en el ámbito de las salidas (no se lleva registro de los visitantes), se realizaron 2,129 actividades al extranjero y en México 2,868, lo que representa un promedio de 2.9 salidas por investigador en el año. En este caso se mantiene la tendencia anterior revisada, de mayores salidas a instituciones nacionales. Es importante aclarar que aquí pueden estar contempladas no sólo actividades de difusión, sino también de divulgación.

### *Intercambio académico de la CIC*

En 2015 las entidades del SIC presentaron ante la Secretaría Técnica de Intercambio Académico (STIA) 514 solicitudes, 316 nacionales y 198 internacionales, siendo beneficiadas con financiamiento 405 actividades, de las cuales 244 fueron nacionales y 161 internacionales.

#### **INTERCAMBIO NACIONAL**

En relación con los apoyos nacionales, se dieron 118 estadías en la UNAM y 126 viajes de los investigadores a instituciones de educación superior. Las instituciones con las que más se trabajó fueron las universidades de Guadalajara, de Sonora y Veracruzana.

### INTERCAMBIO INTERNACIONAL

Se apoyaron 85 estadías en la UNAM y 76 viajes de investigadores al extranjero, lo que da un total de 161 actividades. La movilidad académica de nuestros investigadores en América Latina y el Caribe fue la siguiente: en Brasil a la Universidad Federal de Pernambuco y a la Federal de Río Grande del Sur; en Chile, a la Pontificia Universidad Católica; en Cuba, a la Universidad de La Habana. En el continente Europeo, en España el Consejo Superior de Investigación Científica y la Universidad Complutense de Madrid; en Francia, el Instituto de Investigaciones Científicas y al Laboratorio de Coordinación Química en Toulouse. En América del Norte, la Universidad de Texas en El Paso, EUA, y finalmente en Asia, a la Universidad de Tohoku en Japón.

### APOYO EXTRAORDINARIO DE LA DGECI

Durante el 2015 la STIA gestionó y obtuvo ayudas adicionales de la Dirección General de Cooperación e Internacionalización (DGECI) para la realización de 126 actividades internacionales distribuidas de la siguiente manera: 71 estadías en la UNAM y 55 viajes al extranjero.

### DIFUSIÓN

Se difundió en el interior del Subsistema el programa de becas de Movilidad Estudiantil y Académica de la Alianza del Pacífico (Perú, Chile y Colombia) coordinado por la Secretaría de Relaciones Exteriores.

Se realizaron convocatorias concernientes a Reuniones de Comisión Mixta. En este sentido, se presentaron solicitudes para llevar a cabo actividades de intercambio académico con instituciones de Sudáfrica y Canadá (Quebec) para ser consideradas en los programas que el gobierno de México tiene suscritos con sus homólogos en el extranjero.

Se reiteró el interés de la AMEXCID por conocer los avances de los proyectos que el IIMAS, el IGg y el IQ presentaron en el 2015 en el marco del Programa Bilateral de Cooperación Educativa y Cultural México-Hungría 2014-2016.

Se apoyó a la DGECI para la realización de la reunión con funcionarios de la Universidad de Algarve, para la firma del convenio interinstitucional. De igual manera, se coordinó con la DGECI la reunión de la delegación de la Universidad de Macquaire, Australia, con la Secretaría Académica de la Coordinación.

### *Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA)*

La Secretaría Ejecutiva (SEREPSA) tiene como labor resguardar 237.3 hectáreas decretadas como REPSA, las que abarcan la tercera parte del campus universitario, y resguarda la herencia biológica de la Cuenca de México en los últimos espacios de un ecosistema único, por lo que su conservación es fundamental para la vida universitaria y para los habitantes de la Ciudad de México.

Durante 2015 la SEREPSA se encargó de gestionar la protección de las 3 zonas núcleo y 13 zonas de amortiguamiento de la REPSA al dar mantenimiento a sus límites y señalizaciones,

promover la incorporación de vegetación nativa del Pedregal en áreas verdes de dependencias universitarias a través del programa de Xerojardinería, mantener actualizados los análisis espaciales para comprender los efectos de la urbanización, intensificar el rescate de fauna nativa y el manejo de fauna exótica (perros y gatos ferales), apoyar en la formación de recursos humanos a través del programa de colaboración que incorpora a tesistas, servicios sociales y estancias de investigación, y al redoblar esfuerzos de difusión tanto en medios digitales como impresos.

### PERSONAL

El personal con el que cuenta la SEREPSA para la gestión, manejo y conservación del pedregal es operativo-administrativo. Se mantiene vinculación constante con personal académico y administrativo de diferentes dependencias a través de cuatro consejos consultivos: Manejo de flora y fauna; Seguridad y mantenimiento; Proyectos especiales, fronteras, modificaciones al paisaje y marco legal; y Difusión y adopción de la Reserva.

### INVESTIGACIÓN

Durante el 2015 se registraron 42 proyectos de investigación en las áreas de la REPSA y pedregales de Ciudad Universitaria, los cuales abarcan tesis de licenciatura, maestría, doctorado y proyectos de divulgación como audiovisuales para programas académicos o de carácter cinematográfico. Se dio apoyo a proyectos de investigación aportando información geográfica compilada previamente, acompañando a muestreos o apoyando y facilitando la toma de muestras de fauna silvestre y en la adquisición de materiales para dichas tomas.

### ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS ACADÉMICOS

Se realizaron pláticas a estudiantes y académicos universitarios, así como visitas guiadas a grupos de bachillerato del CCH Sur y licenciatura de diferentes facultades de CU. Se participó en la X convención internacional Medio Ambiente y Desarrollo, del 6 al 10 de julio 2015, en La Habana, Cuba con tres trabajos sobre la conservación y manejo de la REPSA.

Se realizó el foro para la evaluación de la reintroducción de la zorra gris en la REPSA, donde dieron inicio una serie de discusiones sobre los pros y contras en términos ecológicos y sociales. Se llevó a cabo la Semana del Pedregal del 5 al 9 de octubre en la Facultad de Ciencias y en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, donde se presentaron una conferencia magistral y 61 ponencias, la exposición colectiva de 13 fotografías, el avistamiento de aves, el diagnóstico participativo del estado de pedregales de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales y el taller sobre el Estado de los Pedregales.

### DOCENCIA

Se continuó con el programa interdisciplinario de colaboradores REPSA, donde personas interesadas en la conservación del Pedregal de Ciudad Universitaria colaboraron como trabajadores voluntarios, ya sea haciendo su trabajo de tesis o servicio social, realizando estancias de especialidad en fauna silvestre o como guardapedregales, todos practicando habilidades aprendidas tanto en sus diferentes carreras como en la REPSA misma.

A su vez, se realizaron cursos de capacitación en manejo de fauna: anillamiento de aves, manejo de serpientes y atención prehospitalaria del accidente ofídico, tanto para la capacitación del personal universitario (bomberos, protección civil y jardineros), como para colaboradores REPSA, así como público en general.

También se concluyó el X diplomado en Geomática, impartido en el IGg de la UNAM por parte del personal de Cartografía y Sistemas de Información Geográfica de la REPSA.

### COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

Se continuó con la compilación y sistematización de la información biofísica y socio ecológica generada sobre la REPSA y el ecosistema del Pedregal en forma digital y física de tesis, artículos de divulgación, artículos científicos, libros, noticias y participaciones en reuniones o congresos, cuyos listados pueden ser consultados en el portal web y las publicaciones ya digitalizadas se pueden descargar del mismo.

Se mantuvieron actualizados los medios digitales de difusión (*Boletín REPSA*, portal web y redes sociales) a través de los cuales se dan a conocer las actividades a realizar en torno al Pedregal de CU, así como las acciones de protección del ecosistema del Pedregal y de su fauna nativa. Se colocó un stand informativo en la entrada del Espacio Escultórico con el fin de dar a conocer que esta área forma parte de la Reserva Ecológica y las acciones que son necesarias para conservarla.

Se realizaron actividades REPSA abiertas al público: charlas sobre el Pedregal, sobre fauna del Pedregal, jornadas de rescate del Pedregal en el área localizada junto a los Programas Universitarios, Días de Pedregal, Monitoreo comunitario de aves de la REPSA, visita a la planta de composta de CU, visita a la planta de gasificación de CU; la mayoría de ellas orientadas a limpiar las áreas y dar a conocer el funcionamiento de la Universidad en torno al cuidado y protección del Pedregal.

### PREMIOS Y DISTINCIONES

Se obtuvo una Mención Honorífica en el Concurso de Fotografía Científica UNAM, de la DGDC, mención otorgada a José Ahmed Aragón Vázquez, quien pertenece a la REPSA.

### INFRAESTRUCTURA

Se dio mantenimiento a los tanques cisterna de la Zona Núcleo Poniente, a las señalizaciones, rejas, bardas y accesos a las diferentes áreas de la REPSA. Se mantuvieron en buen estado las instalaciones de la Cantera Oriente que permiten la realización de prácticas y talleres de diferentes carreras universitarias y se construyeron un área de atención veterinaria y un área de cuarentena para la fauna.

También se adquirió equipo para la supervisión de las áreas de la REPSA: un Dron (hexacóptero S800), una cámara fotográfica profesional para Dron, una cámara fotográfica estándar, un GPS semiprofesional, cuatro radios portátiles digitales VHF 136-174 MHz y trece cámaras de vigilancia (coordinadas por la DGSG, instaladas en 2015).

### *Coordinación de Plataformas Oceanográficas (COPO)*

La administración de los dos buques oceanográficos de la UNAM, “El Puma”(EP) y “Justo Sierra”(JS), corresponde a la CIC, cuya gestión se lleva a cabo a través de la COPO. Además del uso de los buques con fines de investigación por parte de distintas dependencias de la UNAM, éstos son utilizados por entidades nacionales o extranjeras, particulares o de gobierno, mediante fletamento. Los buques oceanográficos de la UNAM prestaron sus servicios normales y sin contratiempos durante el año 2015.

“El Puma”, con base de operaciones en Mazatlán, efectuó un total de tres campañas oceanográficas, de las cuales todas fueron al servicio de dependencias de la UNAM. En estas campañas el buque trabajó 19 días, en las cuales participaron 59 personas entre investigadores, técnicos y estudiantes, recorriendo 2,132 millas náuticas en el Océano Pacífico.

El “Justo Sierra”, con su base de operaciones en Tuxpan, Veracruz, efectuó un total de nueve campañas, de las cuales sólo dos fueron al servicio de las dependencias de la UNAM y siete a entidades ajenas a esta casa de estudios, bajo la modalidad de fletamento. En estas nueve campañas el buque trabajó 135 días, de los cuales 118 días fueron por fletamento. El buque navegó en el Golfo de México, en el Mar Caribe y en el Estrecho de la Florida cubriendo una distancia de 20,259 millas náuticas, lo que equivale a 0.94 del perímetro del globo terráqueo. Participaron en las campañas 167 personas entre investigadores, técnicos y estudiantes.

Vistos en conjunto, durante el año los buques efectuaron un total de doce campañas, trabajaron en alta mar durante 154 días y navegaron 22,391 millas náuticas cubriendo en mayor o menor grado las regiones marítimas del país, principalmente dentro de la Zona Económica Exclusiva.

Dada la edad avanzada de los buques (35 años EP y 33 JS), se requiere cada vez más atención en el mantenimiento para tenerlos en condiciones óptimas de operación. En el caso del B/O “Justo Sierra”, se ha completado la infraestructura necesaria para conectarlo a la red eléctrica de tierra, de manera que las fuertes fluctuaciones que inicialmente dificultaron el uso de esta capacidad, ha sido subsanadas con la instalación de un regulador de voltaje.

### *Coordinación de Gestión para la Calidad Productiva (CGCP)*

La Coordinación de Gestión para la Calidad Productiva tiene como función principal la promoción de las capacidades del Subsistema de Investigación Científica para respaldar los requerimientos de organizaciones públicas y privadas establecidas en México a través de la gestión de proyectos de investigación, desarrollo, capacitación especializada y servicios tecnológicos que contribuyen a elevar su competitividad.

Durante este periodo la CGCP coordinó proyectos de investigación con organizaciones del sector público y privado.

Se realizaron tres proyectos de investigación con el Banco Nacional de Comercio Exterior S.N.C. (Bancomext) relativos a la evaluación de los impactos en la productividad en las

cadena de valor e inferencias de los financiamientos a la exportación de Bancomext, por un monto global de \$2'388,200 pesos. El grupo de investigación participante se integró por académicos de la Facultad de Economía (FE), la Facultad de Estudios Superiores (FES) Acatlán, el Instituto de Investigaciones Económicas (IIEc) y el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM). Gracias a la evaluación de los impactos en la economía de programas federales, los universitarios contribuyen al establecimiento de políticas públicas en beneficio de la economía nacional.

También se realizó un proyecto de investigación con el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, para la evaluación integral del servicio de transporte de taxis de empresas autorizadas en el aeropuerto, por un monto de \$1'604,280 pesos. El grupo de investigación participante se integró por académicos del IIMAS y de la FES Acatlán.

En el marco del Programa Transversal de Instrumentos de Regulación y Fomento Urbanos y de Vivienda para los Gobiernos Locales 2013-2018, suscrito con el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit), se realiza el proyecto de investigación “Análisis de los instrumentos de regulación y fomento a la vivienda vigentes, Fase 1”, por un monto de \$7'604,579 pesos. El grupo de investigación participante está integrado por académicos del IIEc, del Instituto de Investigaciones Jurídicas (IIJ), del CRIM, de la Facultad de Arquitectura (FA), de la FE y de la FES Acatlán.

Dado que estos proyectos consideran la participación de académicos de los subsistemas de Investigación Científica, Humanidades y de Escuelas y Facultades, se establecieron los fundamentos operativos de relación multidisciplinaria (Universidad-empresa).

Por otro lado, en el marco del Sistema de Enlace de LabUNAM y con el objeto de conocer el potencial de vinculación para realizar servicios tecnológicos, se colaboró con el diagnóstico de capacidades, infraestructura y prácticas de gestión en 196 de ellos, pertenecientes al Subsistema de la Investigación Científica.

Finalmente, se establecieron las bases metodológicas y operativas para identificar de forma temprana el potencial tecnológico de la investigación científica.

### *Coordinación de Gestión para la Calidad de la Investigación (CGCI)*

La Coordinación de Gestión para la Calidad de la Investigación (CGCI) tiene como objetivo apoyar a las entidades universitarias en la implementación y mantenimiento de sistemas, modelos y/o herramientas de gestión de calidad para asegurar los resultados que emiten los laboratorios de investigación y/o unidades de servicio, y de coadyuvar en la realización de las prácticas experimentales que apoyan el aprendizaje práctico de los alumnos de licenciatura y posgrado en los laboratorios de docencia.

Como parte de esta importante labor, durante 2015 la CGCI apoyó la implementación y mantenimiento de la certificación internacional ISO 9001 para Sistemas de Gestión de la Calidad de 180 laboratorios y unidades de servicio en: el CFATA, la Coordinación de Innovación y Desarrollo, las FES Acatlán, FES Aragón y FES Cuautitlán; las facultades de Ingeniería, de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de Odontología y de Química; el II y el IQ.

Adicionalmente, 14 laboratorios en el CCADET y la Facultad de Química mantuvieron la acreditación internacional ISO 17025 para laboratorios de ensayos y calibración. La Unidad de Diagnóstico Preclínico de las facultades de Química y de Medicina Veterinaria y Zootecnia fue reconocida con la acreditación de Buenas Prácticas de Laboratorio de la OCDE (OCDE Good Laboratory Practices).

Para apoyar la obtención de certificaciones y acreditaciones, la CGCI coordinó la realización de 17 auditorías internas, donde 60 académicos fungieron como auditores internos. Adicionalmente, la Coordinación también vigiló la correcta realización del programa de auditorías externas, de las cuales se llevaron a cabo 15.

Como parte del programa de formación y superación académica en sistemas de gestión se realizaron 12 actividades de formación, destacándose el curso Cómo Afrontar los Cambios en la Norma ISO 9001:2015 – Consecuencias para la Auditoría Interna, impartido por Bob Alisic, experto del Comité Internacional de Normalización en Sistemas de Gestión de la Calidad (ISO TC 176); el 4º Seminario de Gestión y Mejora de la Calidad, que contó con la participación de Charles Corrie, secretario del Subcomité 2 del ISO TC 176, y el Taller de Implementación de Sistemas de Gestión ISO 9001 para Laboratorios Nacionales y Universitarios, que tuvo una duración de 92 horas.

Con la finalidad de apoyar la implementación de nuevos sistemas de gestión, se llevaron a cabo 97 asesorías personalizadas para los laboratorios y unidades de servicio de: la Coordinación de Innovación y Desarrollo, Facultad de Ciencias, FES Iztacala, FES Zaragoza, facultades de Odontología, de Química y de Psicología; IB, ICML, IE, IF e II.

Adicionalmente, la CGCI colaboró en la realización de las normas internacionales ISO 9000, ISO 9001, ISO 21001 e ISO 17025 por medio los Comités Nacionales de Normalización en Sistemas de Calidad, de Aseguramiento de la Conformidad y de Sistemas de Gestión para Organizaciones Educativas. Es importante destacar que la CGCI coordina las actividades nacionales de este último Comité. También se colaboró con los Comités de Normalización Internacional de: Sistemas de Gestión la Calidad (ISO TC 176); Sistemas de Gestión para la Innovación (ISO TC 279) y Sistemas de Gestión para Organizaciones Educativas (ISO PC 288).

Finalmente, fueron aceptados dos trabajos en congresos: “Effects On R&D And Teaching Of The ISO 17025 Accreditation In A Calibration University Laboratory”, artículo escrito en colaboración con académicos del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico y que fue publicado en las memorias del XXI Congreso Internacional de Metrología (IMEKO 2015) y “La medición del desempeño en los sistemas de gestión de la calidad por medio de métodos mixtos –Un cambio de paradigma de medición”, publicado en las memorias del XXV Congreso Nacional de Metrología, Normalización y Evaluación de la Conformidad.

Vale la pena destacar que en el IQ se cumplieron 10 años de la certificación de los laboratorios de servicios analíticos bajo la norma ISO 9001:2008.

## ACTIVIDADES DE VINCULACIÓN, COOPERACIÓN Y COLABORACIÓN

Se establecieron 303 convenios en el 2015, de los cuales 35 fueron con instituciones extranjeras; de estos últimos, involucraron financiamiento 3, en tanto que de los nacionales 51 implicaron recursos.

### *Convenios destacados*

El IM, el Rector de la UNAM, el Director General de Conacyt y el Presidente del Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) de Francia, firmaron un acuerdo para que en 2017 se tenga una Unidad Mixta Internacional del CNRS en Matemáticas adscrita al Instituto.

El CFATA logró la firma del convenio Pemex Gas y Petroquímica Básica “Integración y actualización técnica básica de los equipos e instalaciones que actualmente se encuentran operando en las estaciones de compresión/bombeo de PGPB”.

También el CFATA firmó dos convenios, con UNEME en la ciudad de Querétaro para el desarrollo de proyectos relacionados con la detección y seguimiento de cáncer de seno; y el IEEQ para la realización de la Auditoría del PREP, de las elecciones estatales ordinarias.

Se firmó el convenio de colaboración del PUIS con la FES Iztacala y la FES Zaragoza para impartir el diplomado Actualización Integral de Conocimientos en Medicina 2016.

Asimismo, se firmó el convenio modificatorio PUIS, Instituto Nacional de Cancerología México (INCan) y Sociedad Médica del INCan para incrementar el estímulo económico que se otorga a los receptores del Premio *Doctor José Noriega Limón*.

## ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS ACADÉMICOS

El SIC organizó 1,184 eventos académicos durante 2015, con un total aproximado de 7,041 ponencias. Se calcula que en dichos eventos participaron alrededor de 92 mil asistentes. Adicionalmente, los académicos del Subsistema impartieron un total de 5,109 ponencias o conferencias, de las cuales 1,856 fueron presentadas en el extranjero y 3,253 en México. Es importante resaltar que del total, por invitación y fuera de México se dictaron 378 y en el país 546.

### *Actividades de difusión destacadas*

En el marco del seminario Cambio Climático Abrupto: Evidencias del Cuaternario en el Norte Neotrópico, integrantes del IGI explicaron que en la historia del planeta se han dado cambios climáticos de diferente naturaleza –rápidos y paulatinos– y que la vegetación constituye una expresión de las condiciones ambientales regionales. Por el contenido de polen y la composición química de los sedimentos almacenados de manera progresiva en cuerpos lacustres se sabe de las modificaciones de la flora y el ambiente a través del tiempo; dichas modificaciones en la temperatura del entorno están asociadas a desplazamientos geográficos de las especies que migran en busca de condiciones óptimas para su supervivencia.

Del 12 al 16 de octubre se llevó a cabo el Quinto Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático, el cual año tras año incrementa su número de ponentes. Por primera ocasión todos los miembros del PINCC fueron ponentes aceptados para participar en este evento. Se organizó, en conjunto con el CCA de la UNAM, la mesa sobre modelación y cambio climático de Simultech 2015 celebrada en Colmar, Francia, del 21 al 23 de julio.

El IM recibió la visita del matemático ruso Efim Zelmanov, considerado uno de los más destacados expertos en álgebra del siglo XX, para impartir una conferencia ante alumnos de posgrado. Galardonado en 1994 con la Medalla *Fields* (máxima distinción en la especialidad, comparable con el Premio Nobel), el profesor de la Universidad de California en San Diego conversó sobre sus avances en álgebras de Lie y súper-álgebras, áreas en las cuales se ha avanzado de la teoría clásica a dimensiones infinitas. Zelmanov explicó que las álgebras de Lie y las súper-álgebras son conjuntos en los que hay una cierta estructura adicional que les confiere propiedades muy fuertes que facilitan su estudio y arrojan consecuencias relevantes. Este tipo de conjuntos aparecen naturalmente en varias ramas de las matemáticas y de la física.

En el IGI se creó el Seminario Universitario sobre Investigación en Hidrocarburos (SUIH), en conjunto con otras entidades de la UNAM de Ciencias de la Tierra.

El CCM organizó la Reunión Conjunta Israel-México, el First Pan Pacific International Conference On Topology And Applications y la Escuela de Verano de Biomatemáticas.

En el marco del simposio 20 Años de Actividad Eruptiva del Popocatepetl, expertos del IGf consideraron que, a dos décadas de que “Don Goyo” diera muestras de reactivación, es fundamental que investigadores y autoridades trabajen de la mano para vigilar la evolución del Popocatepetl. Al respecto, los universitarios expusieron que es imposible hacer predicciones a partir de la experiencia humana, pero en algún momento el volcán estallará, y será de grandes proporciones, para lo cual hay que estar preparados.

Investigadores del IGf explicaron que el Popocatepetl ha tenido al menos siete erupciones plinianas en los últimos 25 mil años. Tras muchas décadas en reposo, despertó en 2004, aunque lo experimentado hasta la fecha dista de lo que es capaz, pues sólo se han podido ver emisiones de ceniza. De acuerdo a los universitarios, este tipo de eyecciones tiene potencial para alcanzar a la estratósfera, donde los vientos se desplazan globalmente de forma regular. La altura de la columna de estos estallidos –integrada por gases, piedra pómez y polvo de roca– puede ser de hasta 40 kilómetros. Este pilar asciende hasta que su densidad se iguala y de ahí se desplaza horizontalmente en la dirección del soplo eólico. Así, la ceniza dispersada viaja grandes distancias y con frecuencia llega a poblados en los que no es visible el coloso. El material, al depositarse y ser removido por la lluvia, puede formar corrientes de lodo causantes de grandes problemas, meses e incluso años después.

Por más de un siglo los volcanes del sureste mexicano permanecieron en un sopor profundo, hasta que en 1982 despertó el Chichonal –conocido como Chichón–, con efectos devastadores para los pobladores de la región noroeste de Chiapas. Con el propósito de conocer sus condiciones actuales, investigadores del IGf, estudiaron esta estructura geológica, que

hasta hoy es potencialmente muy peligrosa. Tras su erupción, el volcán es inspeccionado de forma constante por los científicos universitarios, que sistemáticamente monitorean sus emisiones de vapor, temperatura de agua, actividad sísmica y otros parámetros que advierten sobre un incremento de su actividad, que ahora es moderada, así como sobre la posibilidad de otra explosión.

Se llevó a cabo el congreso Avances y Retos en Sismología, Ingeniería y Gestión de Riesgos a 30 Años del Sismo de 1985, el cual contó con la participación de especialistas de los institutos de Ingeniería y Geofísica, además de integrantes del Servicio Sismológico Nacional y del Centro Nacional de Prevención de Desastres. En el evento, los participantes indicaron que la catástrofe fue un parteaguas para la Ciudad de México y que representó una llamada de atención brutal para los mexicanos. Mencionaron que dicho acontecimiento marcó a varias generaciones y que, desde entonces, la situación ha cambiado notablemente pues hoy se otorga mayor peso a protección civil en los entes del gobierno. El congreso estuvo dirigido a profesionales vinculados con el tema, la industria de la construcción, seguridad sísmica y diseño estructural, protección civil, prevención de desastres y mitigación de riesgos, tanto de instituciones y organismos como de los sectores público, privado y social.

Investigadores del IGf trabajaron en la determinación de la trayectoria y dinámica del paso de los meteoroides por la atmósfera terrestre, mediante la instalación de una red de cámaras de video a lo largo del territorio nacional. Al cruzar la atmósfera, los meteoroides producen efectos visuales y auditivos impresionantes. En la actualidad, tras años de estudio y debido a la rápida difusión de la información, la caída de esos objetos cósmicos se considera un fenómeno natural que se produce todo el año y en todas partes. Los resultados de estas observaciones permitirán estimar el origen de las meteoritas y, quizá, la zona de recuperación de las mismas .

Se llevó a cabo el ciclo de conferencias “La incidencia de la ciencia en conflictos socioambientales”, en donde integrantes del IE expusieron que el maíz es nuestra herencia, sustento y base de la alimentación y la economía agrícola, así como pilar de la cultura indígena y campesina; preservarlo libre de transgénicos y como bien común es nuestro derecho y obligación. Los universitarios explicaron que de afectarse la gramínea, habrá un impacto no sólo nacional sino internacional, pues se trata de un insumo fundamental para el futuro de la agricultura ante el cambio climático y las inestabilidades de los sistemas socioeconómicos continuamente en crisis.

En el II se llevó a cabo el seminario Sustentabilidad y Cambio Climático, en el cual expertos en el área informaron que solo el 2.5% del agua del planeta es dulce y que únicamente el 31.1% está disponible en lagos, ríos y de forma subterránea, por lo que es fundamental hacer un uso adecuado para todo tipo de necesidades. En el evento, los académicos universitarios explicaron diferentes procesos para su aprovechamiento y adaptación bioclimática en edificaciones, la integración de energía eólica y fotovoltaica a redes eléctricas, así como metodologías para definir el llamado confort hidrotérmico.

Integrantes del IGf advirtieron que una nueva temporada de súper huracanes (categoría 5 en la escala de Saffir-Simpson) se inició en el Océano Pacífico desde el 2014 y continuará

posiblemente hasta el 2018. Los universitarios consideraron que las organizaciones nacionales e internacionales que monitorean el cambio climático realizan un diagnóstico equivocado de esos fenómenos. Además, deberían dar los lineamientos de políticas climáticas concretas a cada país en lugar de confundir y crear el pánico en la población. Finalmente, explicaron que los súper huracanes, que registran velocidades mayores a los 250 km/h, no se desarrollan de forma aleatoria; tienen zonas geográficas bien definidas así como temporadas altas y bajas. En México ocurren tanto en el Océano Atlántico como del Pacífico, sin embargo se carece de centros de investigación al respecto.

En el IIBm se efectuó el tradicional Congreso de Carteles *Doctor Lino Díaz de León* en su edición XIX. Con la presentación de 126 trabajos, la jornada contribuyó a interactuar y conocer lo que se está haciendo en el campo de la biomedicina y examinar la posible colaboración entre los grupos.

En junio del 2015 el INb organizó el curso Latin American Training Program Fellow con el apoyo de la Sociedad de Neurociencias y de la Fundación Grass. Este curso, dirigido a estudiantes latinoamericanos, fomenta la actualización de recursos humanos en el campo de las Neurociencias, entrenándolos en nuevas metodologías y técnicas de vanguardia con vistas a mejorar y avanzar en su trabajo científico con el apoyo de reconocidos especialistas en neurociencias de México y el extranjero.

### *Boletín El faro, la luz de la ciencia*

En abril de 2015 se cumplieron 14 años de difundir en forma breve, precisa y ágil las más diversas investigaciones realizadas en los institutos, centros y programas del SIC de la UNAM.

Como parte del proyecto Toda la UNAM en Línea, la Coordinación de la Investigación Científica dispuso que esta publicación cuente con su propia página en Internet, por lo que a partir de septiembre de 2015 *El faro* se lee en <http://elfaro.cic.unam.mx>. Además, la presencia del boletín en redes digitales es satisfactoria. La cuenta de Facebook Boletín El faroUNAM mantiene actualmente 1,339 seguidores, mientras que la de Twitter @ElfaroUNAM tiene 832. La información se actualiza con la periodicidad de la revista y se destaca información de las investigaciones del Subsistema así como anuncios pertenecientes a los institutos, que por falta de espacio, ocasionalmente no pueden incluirse en la versión impresa.

Desde el 2013, una de las personas integrantes del equipo del boletín *El faro* fue asignada por la Secretaría Académica de esta Coordinación para colaborar en los contenidos y fotografía de la plataforma.

Entre las actividades de difusión que realiza *El faro* está ofrecer mensualmente la contraportada y la tercera de forros a anuncios de actividades académicas que se efectúan en las entidades del SIC. Por otra parte, año con año, la empresa Coca-Cola solicita la inclusión de su convocatoria al Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos, para lo que se destina la cuarta de forros. En 2015 la convocatoria apareció en dos ocasiones, junto con los resultados del Premio, en los meses de abril y noviembre. Gracias a estos anuncios, la Universidad recibió un donativo de \$34,800.00 por cada uno.

Otras actividades de difusión fueron la asistencia a ferias de libro, días de puertas abiertas y programas de radio en los que eventualmente participa el equipo de *El faro*, junto con científicos del SIC. Ese ha sido el caso del programa *Mujeres a la Tribuna* del Instituto Mexicano de la Radio. También asistió a eventos académicos y científicos dentro y fuera del campus universitario. Un ejemplo de ello fue la entrega de premios que la empresa Volkswagen realiza cada año en su evento *Por amor al planeta*, en el que han sido galardonados varios investigadores del Subsistema; ceremonias en las que se hace entrega de ejemplares del boletín impreso además de realizar entrevistas correspondientes con los galardonados para publicarse como artículos en el boletín.

En cuanto a la distribución de *El faro* impreso, se continúa con el esfuerzo mensual de hacerlo llegar a todas las entidades de la UNAM, incluyendo bachilleratos y estaciones foráneas, además de incluir a diversas universidades del Distrito Federal y algunas del resto de la República. El boletín también se remite a secretarías de Estado, a las comisiones de Ciencia y Tecnología de las Cámaras de Senadores y Diputados, embajadas, laboratorios, bibliotecas y librerías del sur de la Ciudad de México como Jaime García Terrés, Julio Torri, Siglo XXI, Gandhi, El Sótano, Fondo de Cultura Económica y organizaciones internacionales dentro del sistema de la ONU.

De igual modo, gracias al apoyo del doctor Enrique Galindo Fentanes, del IBt y de la Academia de Ciencias de Morelos, *El faro* llega cada año a varias comunidades y escuelas públicas de ese estado.

El alcance del boletín fuera del campus universitario sigue siendo amplio. Varios museos de ciencia, tanto de la Ciudad de México como de los estados, solicitan ejemplares mensualmente para sus eventos de divulgación. En este año, fue el caso del Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), de El Papalote Museo del Niño, del Museo Interactivo de Jalapa, del Museo Interactivo La Avispa, en Chilpancingo, Guerrero; del Centro Ciencias Explora, en León, Guanajuato; del Museo Sol del Niño, en Mexicali, Baja California; y del Planetario Alfa, en Monterrey, entre otros.

### *Servicios nacionales, colecciones nacionales y otros servicios*

Varios fueron los servicios que llevó a cabo el SIC en 2015: el Servicio Sismológico Nacional, el Servicio Mareográfico Nacional, el Servicio Geológico Nacional, el Servicio Oceanográfico Nacional y el Servicio Magnético Nacional; las grandes Colecciones Biológicas Nacionales, el Herbario Nacional y el Jardín Botánico en el IB, que además tiene el manejo de dos importantes reservas ecológicas, una ubicada en Chamela, Jalisco, y la otra en Los Tuxtlas, Veracruz; también está el Observatorio Astronómico Nacional con sedes en San Pedro Mártir, Baja California, y en Tonanzintla, Puebla, ambas a cargo del IA. Asimismo, se cuenta con dos buques oceanográficos, “El Puma” con base en Mazatlán, Sinaloa, y el “Justo Sierra”, con base en Tuxpan, Veracruz.

Otro importante integrante de la CIC que otorga servicios es la REPSA, como área fundamental para la sustentabilidad de la Ciudad de México y en especial de la zona sur de ésta. También se cuenta con el servicio de Alerta Aerobiológica del CCA; en el IGf se creó

el Servicio de Clima Espacial México (SCIESMEX) para coordinar el intercambio de información entre las redes internacionales de Clima Espacial y el público en general; el CFATA realizó un proyecto de investigación sobre el uso de la termografía para la detección de posibles patologías en glándulas mamarias, por medio del cual se dio atención a más de 6,000 mujeres voluntarias para realizarse un estudio termográfico que permite detectar patologías por métodos inocuos; en 2015 el IER dio más de una docena de asesorías a entidades académicas, organismos gubernamentales y empresas en la definición de soluciones de generación y aprovechamiento de energías renovables y ahorro y uso eficiente de energía, favoreciendo el avance en la apropiación de las tecnologías de energía renovable en la sociedad; el IE llevó a cabo la elaboración del diagnóstico ambiental y plan de remediación sobre el derrame de solución ácida en el río Sonora; el PUES otorga el Distintivo Ambiental UNAM a dependencias de la administración pública federal, de la UNAM y a escuelas e instituciones externas cuando se esfuerzan en mitigar su impacto ambiental. Esta información permitirá ir adecuando estándares de desempeño ambiental para el país.

## ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS DE DIVULGACIÓN

Diversos son los caminos del SIC para la difusión y divulgación de los avances y resultados. En el año que se reporta, el SIC publicó, editó, reeditó, apareció en televisión, radio e Internet; organizó y participó en diversos eventos académicos y de difusión, también abrió sus puertas a distintos sectores para dar a conocer lo que realiza. La propia Coordinación contó con varias instancias de divulgación como su página electrónica, la revista *El faro* y su participación en Toda la UNAM en Línea, estrategia de esta casa de estudios para difundir en Internet la mayor parte del quehacer universitario alcanzando a amplios sectores de la población.

Investigadores de los centros e institutos organizaron 431 actividades de divulgación en las que expusieron 2,248 académicos y lograron llegar a una audiencia de 593,352 personas; a su vez, participaron en 1,069 eventos académicos, en 364 actividades en Internet, 302 en radio y 391 en televisión.

### *Las actividades destacadas en el año*

En Mérida, Yucatán, se inició la construcción del Museo de Ciencias y Laboratorios del Cráter de Chicxulub, un espacio que combinará divulgación científica para niños y adultos y laboratorios de geociencias, que estará a cargo de especialistas del Instituto de Geofísica.

Con 64 imágenes, la Coordinación de la Investigación Científica y la Dirección General de Divulgación de la Ciencia pusieron en marcha la exposición *Fotografía científica UNAM* en la galería abierta de las rejas de Chapultepec, donde habitantes, paseantes y visitantes pudieron apreciarla hasta el 19 de julio.

Una novedosa exposición sobre las cosmovisiones que han tenido a lo largo de la historia varias civilizaciones humanas sobre la creación del Universo es diseñada por un grupo de astrónomos y arqueólogos de Francia y México. La muestra contó con el apoyo de la Oficina de la UNAM en París y se planea inaugurar a finales de 2016 en Universum, Museo de las

Ciencias de esta casa de estudios, y en 2018 se mudará a La Ciudad de las Ciencias y la Industria de la capital franca. El proyecto entre la Dirección General de Divulgación de la Ciencia y el museo de ciencias parisino se realizará entre dos grupos de expertos encabezados por astrónomos y arqueólogos de ambas naciones.

El Instituto de Ciencias Nucleares participó por primera vez en el Festival Internacional Cervantino (FIC). Este logro –al que se le dará continuidad– se debe a una iniciativa por parte de los organizadores del evento cultural e integrantes de la entidad universitaria. Para inaugurar este vínculo se ofreció la charla “Vuelo de gravedad cero”, durante la cual integrantes del Instituto relataron sus experiencias en Rusia, donde colaboraron con creadores plásticos en el proyecto “La gravedad de los asuntos”, que derivó en exposiciones en el Laboratorio Arte Alameda, así como en Moscú y diferentes sitios de Europa.

La UNAM realizó una guía para combatir el cambio climático, que contiene una serie de portafolios con más de 110 intervenciones de ahorro y uso eficiente de energía. Se enfoca en los sectores residencial, comercial, público, industrial, hidrocarburos y transporte, que pueden implementarse en el país y evitar 6.5 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en los próximos 25 años. El estudio dirigido por el doctor Jorge Islas Samperio, coordinador del Grupo de Planeación Energética del Instituto de Energías Renovables (IER) de la UNAM, se realizó a nivel nacional por más de 40 especialistas de los institutos Mexicano del Petróleo y de Investigaciones Eléctricas; el Centro de Investigaciones en Ecosistemas y la FES Cuautitlán de la UNAM, así como el Centro de Transporte Sustentable de México, Universidad Iberoamericana y diversas consultorías, entre otras.

Se llevó a cabo la Tercera Fiesta de las Ciencias y las Humanidades de la UNAM, un evento organizado por las coordinaciones de la Investigación Científica y de Humanidades y la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, y que incluyó diversas charlas, mesas de discusión, presentaciones de libros, talleres, demostraciones, exposiciones, rallies y eventos culturales. En esta ocasión, la fiesta llegó a la explanada de Universum, a los museos de las Ciencias y de la Luz, a las sedes de Morelia y Juriquilla e incluso al Centro Peninsular en Humanidades y en Ciencias Sociales y a la Unidad Académica de Ciencias y Tecnología, en Sisal, Yucatán. Así, alrededor de 315 científicos charlaron sobre lo que ocurre en sus laboratorios o cubículos, y respondieron dudas sobre sus indagaciones. Además de las entidades mencionadas, en el evento participaron las facultades de Ciencias, Psicología y Contaduría y Administración. Asimismo, se sumaron grupos de divulgadores como Ciencia sin Fronteras, Atomic Zar, Ciencias desde Cero, ADN (Aprende y Descubre la Naturaleza), Expo Ideas Michoacán y personal del Centro Escolar Zamá.

Como parte de la Feria del Libro de Guadalajara 2015, la plataforma suborbital Atón, diseñada y construida por integrantes del Instituto de Ciencias Nucleares, elevó al nanosatélite artístico Ulises 1 a 40 kilómetros de altura, para alcanzar la estratosfera. Este evento es la conjunción de arte y ciencia en un proyecto común.

El Museo de Geología salió de su edificio a las calles vecinas de la alameda de la colonia Santa María la Ribera, donde parte de su colección de meteoritos se exhibió al aire libre en la acera de enfrente. A un lado, el público apreció ejemplos de las colecciones de mamíferos,

arácnidos, anfibios y ácaros, bajo resguardo del Instituto de Biología, así como el globo-sonda que dio a conocer el Centro de Ciencias de la Atmósfera para estudiar la superficie atmosférica. La fiesta fue triple: el Tercer Encuentro con la Tierra, este año “por los niños y sus suelos”, se juntó con el Año del Suelo, que se celebró en 2015, y el 80 Encuentro de Ciencias, Artes y Humanidades, a cargo del Instituto de Geología, para presentar, como es costumbre, grupos musicales y obras de teatro intercaladas con conversatorios y muestras científicas para todas las edades.

Se impartió el seminario Sistemática Filogenética, Biogeografía y Evolución de Hongos Lignícolas en donde integrantes del Instituto de Biología explicaron que, gracias a distintas metodologías, se ha logrado el avizoramiento de muchas más especies de hongos que dan idea de la magnitud de lo que aún se desconoce sobre estos organismos. Los universitarios explicaron que con el trabajo de campo, la colecta de hongos y el estudio molecular se construyen filogenias (historia del desarrollo evolutivo de un grupo de organismos) con las que se busca encontrar respuestas a las interrogantes sobre biogeografía, taxonomía y evolución. De acuerdo a los micólogos universitarios participantes, hasta 1991 se tenían estimadas alrededor de 1.5 millones de especies, pero en 2011 llegó a 5.1 millones.

Para abrirse a temas más allá de los cotidianos, dedicados a escudriñar la estructura y funcionamiento de las células, el Instituto de Fisiología Celular alojó el 79 Encuentro de Ciencias, Artes y Humanidades, que fue una oportunidad para saber qué es el Bosón de Higgs, cómo la física participa en la conservación del patrimonio cultural y de qué manera la hazaña de Marie Curie y el radio se narra desde el teatro. El festival itinerante fue el banderazo de inicio de los festejos por el 30 aniversario de la entidad académica, que también albergó en su Auditorio Antonio Peña música del Cuarteto Humboldt y de Los Parientes de Playa Vicente, y en su vestíbulo la exposición de carteles *Diseño y perspectiva de género*, realizados por alumnos de la Facultad de Artes y Diseño.

Investigadores del Instituto de Astronomía explicaron que el halo solar que pudo ser admirado por los habitantes de la Ciudad de México el 21 de mayo, se trata de un fenómeno que ocurre en el momento que se combinan bajas temperaturas en las capas altas de la atmósfera y humedad que viene de los océanos. Con ello se forman capas tenues de hielos en forma de hexágonos y cuando la luz del Sol pasa a través de los prismas, la luz se descompone en los colores, como sucede en un arcoiris.

Académicos del Instituto de Astronomía informaron que el último eclipse total de Luna de 2015 fue el 27 de septiembre a las 20:07 horas.

Con el lema “Préndete con la luz del Universo”, que se suma a la conmemoración del Año Internacional de la Luz y de las Tecnologías, el sábado 28 de noviembre se celebró la séptima edición de la Noche de las Estrellas. La cita fue en “las islas” de Ciudad Universitaria, así como en 66 sedes nacionales y 7 internacionales (3 en Colombia, 2 en Argentina, 1 en Brasil y 1 en Costa Rica).

Con motivo del Día Mundial del Turismo, integrantes del Instituto de Geografía informaron que, de acuerdo con la Organización Mundial del Turismo, cada año más de mil millones

de viajeros visitan un destino internacional, lo que ha hecho de este sector una actividad económica de primer orden, que aporta 9% del Producto Interno Bruto global y 6% del total de exportaciones.

¿Cuáles son los factores que permiten que en México un producto sea exitoso? Ramón Muñoz Gutiérrez, presidente de la Comisión Nacional de Innovación de la Confederación Patronal de la República Mexicana (Coparmex), presentó la conferencia “Innovación a la mexicana”, en donde respondió a ese interrogante y explicó cuál es el estado del país en dicha materia. Desde el inicio hizo una pregunta que desarrolló a lo largo de la charla: “¿Qué nos trae esta era? En el Auditorio *Francisco Bolívar Zapata* del Instituto de Biotecnología de la UNAM –en el marco de la Jornada de Innovación y Emprendimiento de Base Tecnológica declaró que “las naciones más competitivas son las más innovadoras y creativas”.

Como parte de una serie de nueve folletos que promueven la aplicación de las fuentes renovables de energía a partir de tecnologías en pequeña escala, en respuesta responsable ante el cambio climático y hacia la sustentabilidad, integrantes del Instituto de Energías Renovables presentaron *Biofiltros*. El nuevo texto, que combina la experiencia de académicos con el talento de alumnos de la UNAM, pertenece a la colección Sello de Arena ¡Hazlo tú!, que es producto de la unión de esfuerzos de la mencionada entidad universitaria con los institutos de Investigaciones en Materiales y de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, junto con la Facultad de Ciencias, en colaboración con la editorial Terracota.

En el Instituto de Investigaciones Biomédicas se impartió el seminario Salud Mental y Globalización, en el cual expertos en el tema expusieron que la salud mental es ya un tema de la agenda global, un asunto irreversible en ámbitos como ciencia, servicios de salud, epidemiología, investigación, políticas públicas y formación de recursos humanos. De acuerdo a los universitarios, la depresión se afianza como la causa más frecuente de consulta médica y como la tercera enfermedad que más contribuye al peso de todos los padecimientos; asimismo, se estima que 15% del volumen global de los malestares es por trastornos de salud mental.

Con la participación de los institutos de Fisiología Celular, Investigaciones Biomédicas y Neurobiología, se celebró la Semana Internacional del Cerebro.

En el marco del VIII simposio Ciclo Mujer y Ciencia en la Facultad de Medicina, académicos del Instituto de Neurobiología informaron que, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012, de entre todos los países del continente americano, México tiene el menor porcentaje de mujeres en lactancia exclusiva con 14.4% y el primer lugar en cesáreas en todo el mundo. Asimismo, el 85.6% abandona la lactancia exclusiva durante los primeros seis meses de vida de sus hijos.

Con motivo del Día Mundial del Donante de Sangre, celebrado el 14 de junio por iniciativa de la Organización Mundial de la Salud, especialistas del Instituto de Investigaciones Biomédicas explicaron que las donaciones de sangre salvan muchas vidas, pues es común que en las intervenciones quirúrgicas se requieran grandes cantidades para sacar adelante a un paciente del quirófano.

Se llevó a cabo la charla “El Universo de las radiaciones ionizantes en que vivimos”, en la cual integrantes del Instituto de Física explicaron que todos estamos expuestos a radiaciones, sin excepción, y ello no debe levantar suspicacias por las asociaciones negativas sobre este concepto. Los académicos indicaron que si bien llegan a generar daños como los derivados por las explosiones atómicas, también están presentes en rayos X, emisiones de núcleos de átomos y partículas alfa, beta y gamma. Además, pueden ser naturales –de tipo cósmico (provenientes del espacio), terrestre (radón) e internas (contenidas en los organismos)– y artificiales (radioisótopos elaborados por el hombre). De acuerdo a los universitarios, cada segundo, cinco millones de neutrinos solares de alta energía pasan a través de cada centímetro cuadrado de nuestro cuerpo, sin perjudicarnos y sin que nos percatemos.

Se llevó a cabo el conversatorio Abejas y Extinción de Polinizadores: Causas y Efectos, en el cual integrantes del Instituto de Biología advirtieron que en los últimos años se ha documentado una disminución en el número de especies de abejas en distintas partes del mundo, lo que ha puesto en alerta a la comunidad científica. De acuerdo a los universitarios, de extinguirse, no sólo la producción alimentaria global se vería afectada en el corto plazo ya que las abejas cumplen un papel fundamental en la producción de granos, semillas y prácticamente de todos los vegetales que consumimos, sino también comunidades naturales como bosques y pastizales, que son fuentes de oxígeno y recursos.

El Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, dentro del marco del Año Internacional de los Suelos, participó junto con otras instituciones educativas del campus Morelia, del estado de Michoacán y con el gobierno estatal y municipal para organizar y difundir una serie de eventos académicos y de divulgación dirigidos a la sociedad civil y a los responsables de la toma de decisiones, para conseguir plena concienciación de la importancia del suelo para la vida humana.

El Instituto de Ecología, en colaboración con la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia, produjo la serie de cinco programas de televisión titulada *Los próximos 20 años de la ecología en México*.

Se llevó a cabo la conferencia “La Reserva y su importancia ecológica en CU y el DF”, organizada por el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, en donde integrantes del Instituto de Biología, entidad de la cual depende dicha Reserva, explicaron que se trata de una zona ecológica que además de permitir la conservación y protección de fauna y flora, ofrece beneficios a los capitalinos, como la captación de millón y medio de metros cúbicos de agua en temporada de lluvias; con ello, se reducen las inundaciones en Tlalpan y se abastece el acuífero. Además, constituye un espacio lúdico de ayuda para las actividades académicas.

Integrantes del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología explicaron que los desechos que arroja el ser humano a los océanos y el cambio global del planeta amenazan la vida de los organismos que habitan el arrecife, tanto los corales como su fauna y flora, incluidas macroalgas y la pradera submarina tropical. De acuerdo a los universitarios, contamos con un planeta que incrementa progresivamente su temperatura; este fenómeno ejerce un grave estrés, sobre todo en las especies constructoras del arrecife en donde los corales son los más afectados por dicho aumento.

Por décimo año consecutivo, el Instituto de Biología celebró el Día Nacional de los Jardines Botánicos. El recorrido de fiesta y divulgación comenzó temprano, con decenas de familias que esperaban se abriera la reja del recinto, mientras adentro se alistaban las carpas para explicar proyectos científicos y culturales asociados con las más de 1,600 especies de plantas que crecen en bosques, desiertos y selvas mexicanas. A partir de las 10 de la mañana y durante toda la jornada, se efectuaron 54 actividades, entre talleres, conferencias, demostraciones educativas y muestras de proyectos de preservación.

Integrantes del Instituto de Ecología participaron en el Décimo Congreso Internacional de Arquitectura con Alta Tecnología Bioclimática y Diseño Sustentable. Sustentabilidad de Escala, organizado por la Facultad de Arquitectura, durante el cual expusieron que, en el terreno de la ecología, las consecuencias del desarrollo basado en la economía han provocado un aumento sin precedente en las tasas de extinción de especies, ya que en los últimos 100 años se han registrado en órdenes de magnitud más grandes de los que habían ocurrido en toda la historia. En su exposición “El capital de México, la sostenibilidad y la vinculación de la ciencia con la toma de decisiones”, los universitarios recordaron que hay 17 países megadiversos, 11 de ellos albergan alrededor de 60% de las especies que se conocen en el planeta, nuestra nación entre ellos, cuyo territorio aloja entre 10 y 12%.

A propósito del Día Internacional de la Madre Tierra, investigadores del Instituto de Geología señalaron que ante los problemas ambientales que enfrenta la humanidad, como la pérdida de biodiversidad, cambio climático y contaminación, entre otros, el desafío es implementar acciones para abatirlos. Sin embargo, gran parte de las alternativas encaminadas a disminuir ese impacto repercuten de una u otra forma la actividad económica global, como dejar de usar petróleo. Los universitarios refirieron que el desafío radica en la sensibilización y educación, así como en la generación y desarrollo de programas de remediación impulsados por países económicamente fuertes, que atenúen el acelerado deterioro ambiental que registra el planeta, en particular durante el último siglo.

A propósito del Día Internacional de la Diversidad Biológica, integrantes del Instituto de Biología advirtieron que el desarrollo de las sociedades humanas y la conservación de los ecosistemas naturales deben coexistir para lograr la sostenibilidad del planeta. Según los investigadores, existe una controversia entre el llamado progreso y la conservación, un dilema que debería estar superado y atendido con políticas públicas inteligentes que ayuden a mantener un equilibrio entre la explotación de recursos naturales y la preservación del ciclo del agua, de los suelos fértiles, los alimentos, la variabilidad genética de muchas especies animales y vegetales que consumimos e incluso para el sustento de sitios turísticos que sólo así seguirán con la generación de ganancias.

Se llevó a cabo el seminario Buscando la Sustentabilidad Hídrica en México, en el cual integrantes del Instituto de Geología expusieron que por cada árbol derribado en México se pierde no sólo el recurso forestal, sino un cilindro de agua, ya que de pie un árbol no sólo brinda servicios ambientales como producción de oxígeno, control de erosión, proteínas, flores y frutos, sino la recarga de acuíferos, regulación climática y protección de suelos. De acuerdo a los universitarios, el suelo forestal permite la recarga de los acuíferos porque

cada árbol es un cilindro líquido y cada centímetro de suelo forestal desaparecido tarda aproximadamente un siglo en recuperarse.

En el Instituto de Geofísica se ofreció la conferencia “Aprovechamiento del patrimonio geológico y minero; geoturismo y mineroturismo”, durante la cual expertos explicaron que la geomorfología del planeta no ha sido tanpreciada como la diversidad biológica; por ello, la geodiversidad y el capital geológico deben conservarse como patrimonio natural. De acuerdo a los participantes, el patrimonio geológico está conformado por los recursos originados de procesos naturales con valor científico, cultural y educativo; las formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones permiten conocer, estudiar e interpretar el origen y evolución de la Tierra, los procesos que la han modelado, los climas y paisajes del pasado y presente.

Con motivo del Día Mundial de los Océanos, que se celebró el 8 de junio, investigadores del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología explicaron que abatir la contaminación por plásticos en los océanos es un reto que implica remediar lo hecho hasta ahora y educar a las nuevas generaciones para evitar que sigamos con la afectación a esos ecosistemas, fundamentales para la vida en el planeta. De acuerdo a los universitarios, todos los tipos de contaminación son graves, aunque la de origen orgánico es menos dañina porque acaba por degradarse y se convierte en la parte básica de los elementos. Pero el plástico, al igual que los residuos nucleares, pesticidas, detergentes e hidrocarburos, no se destruyen o tardan mucho en hacerlo.

A propósito del Día Mundial del Medio Ambiente, que se celebró el 5 de junio, integrantes del Instituto de Ecología afirmaron que el uso y aprovechamiento sostenibles de los recursos naturales de la Tierra representan un balance entre la explotación que los humanos hacemos de ellos y el mantenimiento de ciclos naturales vitales que nos proveen de agua, suelos fértiles y alimentos, y permiten la conservación de diversos ecosistemas. Los universitarios recordaron que en el planeta siete mil millones de habitantes compartimos agua, suelo, aire y energía, entre otros, y somos dependientes de los mismos recursos, por lo que urge ser eficientes en la producción de bienes, así como en la generación y manejo de los desechos.

Integrantes del Instituto de Geología informaron que México es el país con mayor diversidad de pinos en el mundo; actualmente hay unas 231 especies y 40% se concentra en territorio nacional. De acuerdo a los universitarios, su variedad se incrementó en los últimos 10 millones de años y eso hace que nuestro país tenga la mayor concentración de especies de *Pinus* en el ámbito global. La familia *Pinaceae* es relevante porque económica y ecológicamente destaca sobre las demás coníferas nativas del territorio nacional.

Con motivo del Día Internacional de la Concientización sobre el Ruido, integrantes del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico explicaron que el ruido se considera un agente contaminante del mundo contemporáneo, producto del desarrollo tecnológico que induce efectos negativos en el ser humano, tanto fisiológicos como psicosomáticos; constituye un grave problema medioambiental y social.

Entidades de nivel superior se reunieron en el Instituto de Investigaciones en Materiales para ahondar en temas derivados de la física y la química, como parte de la XIII Escuela de Ciencia e Ingeniería en Materiales.

En el Centro de Ciencias de la Atmósfera se llevó a cabo el ciclo de conferencias Panorama Actual de las Ciencias Atmosféricas, evento durante el cual se tocaron temas de frontera y ofreció a alumnos e investigadores 10 conferencias que, a lo largo de dos semanas, dieron especialistas de Estados Unidos, Canadá, Alemania, España y Finlandia.

El Centro de Nanociencias y Nanotecnología organizó el Festival Nacional del Conocimiento de la UNAM en Ensenada, en colaboración con instituciones estatales.

## PROGRAMAS UNIVERSITARIOS DE CIENCIA

La CIC durante 2015 siguió teniendo a su cargo cinco Programas Universitarios que, en relación con sus temas de competencia, reúnen esfuerzos de los centros e institutos para atender demandas de diversos sectores sociales y académicos, a la vez que ofrecen las capacidades del SIC a las entidades gubernamentales y privadas con demandas potenciales.

### *Programa Universitario de Estrategias para la Sustentabilidad (PUES)*

La creación en 1991 del Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA) fue una de las respuestas más importantes de la UNAM ante la crisis ambiental y la necesidad de tender un puente entre el conocimiento que produce nuestra casa de estudios con las necesidades de la sociedad, en particular la mexicana, frente a dicha crisis. Sin embargo, durante este cuarto de siglo no sólo se agudizaron los problemas ambientales y sociales en el mundo, también nuestra comprensión sobre los mismos evolucionó con el surgimiento de nuevos paradigmas para explicarnos la situación, así como para tratar de resolverla.

Con base en los cambios señalados, en 2015 se crea el PUES, a partir del cual la UNAM responde a la necesidad de desarrollar y poner en marcha estrategias para la sustentabilidad de la actividad humana en todas las esferas de la sociedad, iniciando por nuestra institución, a efecto de reducir los impactos en los ecosistemas y los ciclos biogeoquímicos.

Las funciones asignadas al nuevo programa responden entonces a mayores alcances y a nuevos escenarios desde paradigmas globales y nacionales novedosos. Así, el Programa tiene como objetivo primordial ser un espacio coordinador para la promoción y desarrollo de investigación, educación, capacitación y vinculación en los temas de la sustentabilidad para la construcción de un país socialmente justo, económicamente equitativo y ambientalmente responsable con el futuro.

### ESTRATEGIA DE UNIVERSIDAD SUSTENTABLE, ECOPUMA

Bajo este proyecto, el PUES otorgó el Distintivo Ambiental UNAM a seis nuevas dependencias de la administración pública federal: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (Sedatu), Secretaría de Salud (SS), Secretaría de Turismo (Sectur), Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STyPS), Servicio de Administración Tributaria de la Secretaría

de Hacienda y Crédito Público (SAT-SHCP) e Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT). De igual forma, se aplicó el Distintivo a 30 nuevas dependencias de la UNAM, con lo que hasta el momento se han evaluado 11 entidades del gobierno federal, la Cámara de Diputados, más de 90 entidades universitarias, así como otras 31 escuelas e instituciones externas. Con ello el Distintivo ambiental UNAM ha alcanzado una cobertura de más 1.7 millones de metros cuadrados en todo el país, en entidades que ahora cuentan con un diagnóstico de su desempeño ambiental y una hoja de ruta para mitigar su impacto en el corto plazo. Asimismo, esta información permitirá ir adecuando estándares de desempeño ambiental para el país.

Otra estrategia más del PUES en 2015 fue la inauguración de la Azotea Verde de la CIC, la cual por una parte opera como un laboratorio al aire libre en donde se desarrollan investigaciones para medir captura de CO<sub>2</sub>, producción de oxígeno, captura de metales pesados, efectos de los contaminantes atmosféricos en plantas, entre otros temas; por otra, cuenta con un sistema solar fotovoltaico, con 84 paneles que producen 24 kWp, lo que contribuye a generar el equivalente a dos meses de consumo energético del edificio, además, tiene un sistema de monitoreo en tiempo real para conocer los ahorros energéticos del propio sistema.

En el marco de las actividades del Comité Asesor de Salud, Protección Civil y Manejo Ambiental de la UNAM y en coordinación con la Dirección General de Obras y Conservación, se implementó la primera fase de expansión del nuevo sistema de gestión de Residuos Sólidos Urbanos en CU, así como en las entidades del campus Morelos. Actualmente el nuevo sistema está instalado ya en 107 dependencias universitarias, para lo cual fueron construidos y remodelados 81 centros de acopio y se instalaron 567 islas de separación. Con el nuevo sistema se evitará que dos terceras partes de los residuos generados en nuestra casa de estudios se envíen a rellenos sanitarios.

### EDUCACIÓN PARA LA SUSTENTABILIDAD

Se realizaron 31 cursos para profesionales de los sectores público y privado, así como para instituciones tales como la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas (CNSNS) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), con un total de 617 participantes.

Se llevó a cabo la 7ª edición del diplomado La Dimensión Ambiental en el Diseño y Ejecución de Políticas Públicas, en colaboración con organismos de cooperación internacional: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); así como cinco entidades de la UNAM: Facultad de Ciencias (sede académica), Facultad de Economía, Instituto de Investigaciones Jurídicas, Instituto de Investigaciones Sociales y Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH).

También se realizó la cuarta edición del Concurso de Tesis PUMA en Desarrollo Sustentable, al cual se presentaron alrededor de 200 trabajos, en un gran esfuerzo de coordinación con más de 20 entidades universitarias que participan como convocantes y jurados.

En materia de publicaciones se participó en la edición de cuatro números de la *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, que coeditan la Universidad Autónoma de Tlaxcala, la Universidad de Veracruz y nuestra casa de estudios.

Asimismo, en colaboración con el CEIICH se produjo un número de la *Revista Interdisciplina* sobre sustentabilidad.

Se publicaron los títulos *La historia humana*, *El pulso del planeta*, *Cambio global* y *Siguiendo la huella*, que constituyen la serie Nuestra Huella en el Planeta, en colaboración con la DGDC y la editorial Siglo XXI. Del mismo modo, se publicó el libro *El pensamiento ecológico frente a los retos del siglo XXI* y, finalmente, como parte de la serie Los mexicanos vistos por sí mismos. Los grandes temas nacionales, se publicó el libro *La dimensión ambiental en los albores del siglo XXI. Miradas desde la diversidad*.

### PROYECTOS PARA LA SUSTENTABILIDAD

Concluyó exitosamente el proyecto “Generación de un sistema de planta piloto para tratamiento de residuos sólidos orgánicos municipales (RSOM)”, que consistió en diseñar y poner en operación una planta de digestión anaerobia (seca y húmeda) para tratar 600 kg/día de RSOM en la FES Iztacala, elaborar proyectos para su escalamiento a nivel de la Ciudad de México y de Toluca. Este proyecto fue realizado en colaboración con la Facultad de Química, el II, el Instituto de Investigaciones Sociales, la FES Iztacala y la Facultad de Ingeniería.

### DIVULGACIÓN Y CULTURA DE LA SUSTENTABILIDAD

Por quinto año consecutivo se participó en el Festival Internacional Cervantino, mediante la exposición *Ciencia y arte. Cómo ponerle orden al caleidoscopio del mundo*, así como a través de talleres de educación ambiental, en colaboración con la DGDC. En esta edición se tuvo una asistencia de 4,057 visitantes.

En junio salió al aire *Ambiente PUMA*, revista radiofónica de 15 minutos que se transmite dos veces a la semana por Radio UNAM y cuenta con el apoyo de la DGDC. Su objetivo es ofrecer un espacio de diálogo en torno a la sustentabilidad, las acciones, ideas, iniciativas, proyectos y propuestas para mejorar nuestro entorno y construir una forma de vida sustentable. Hasta el mes de diciembre se han transmitido 56 emisiones, con 6 retransmisiones por el periodo vacacional de fin de año.

De igual forma, se produjo la serie de cápsulas para radio *Nuestra huella en el planeta* sobre el impacto del ser humano en el ambiente. En 2015 se transmitieron 10 series mensuales (que consistieron de un total de 68 cápsulas), además de 2 retransmisiones.

Se produjeron 49 editoriales para el noticiero *Primer Movimiento*, que se transmite por Radio UNAM, donde cada martes se exponen los temas del desarrollo sustentable.

En colaboración con la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia se produjo la serie *La era del Antropoceno* en la barra Mirador Universitario. Serie de seis sesiones que se transmitió cada miércoles del 19 de agosto al 23 de septiembre de 2015 por el

canal 16 de la Red Edusat y *mirador.cuaed.unam.mx* y que contó con la presencia de investigadores y especialistas en temas como cambio climático, biodiversidad y suelos.

En materia de contenidos para redes sociales se cuenta con 12,893 seguidores de Sustentabilidad UNAM y 7,723 de Ecopuma, en la plataforma de Facebook. Asimismo, la cuenta de Twitter @UNAMsustentable aumentó de 10,061 a 13,740 el número de seguidores, lo que representa un incremento de 36.5% en el número de usuarios que pueden recibir nuestras publicaciones.

### *Programa Universitario de Alimentos (PUAL)*

Creado en junio de 1981, el Programa Universitario de Alimentos (PUAL) trabaja con diversas dependencias de la UNAM, el sector productivo, el gobierno y la sociedad, para coordinar actividades de investigación, desarrollo tecnológico, capacitación, divulgación y vinculación en el área de alimentos. Siguiendo estas líneas de trabajo y en concordancia con los compromisos adquiridos a partir del Plan de Desarrollo 2011-2015 del rector Narro Robles, durante 2015 se realizaron 62 actividades académicas, de divulgación científica y de vinculación. Adicionalmente, se registraron avances importantes en el proyecto institucional Campaña Alimentación y Salud en la UNAM.

#### PROYECTOS MÁS RELEVANTES EN CURSO

La Campaña Alimentación y Salud en la UNAM es un proyecto institucional coordinado por el PUAL, en colaboración con otras dependencias de la UNAM (Facultad de Medicina, DGSM, IIMAS, ENEO, DGTIC y DGADyR), y tiene como objetivo promover entre los estudiantes universitarios la adopción de una dieta correcta y un estilo de vida saludable, con el fin último de prevenir y combatir la deficiencia energética, sobrepeso, obesidad y enfermedades asociadas. Durante 2015 se registraron tres avances fundamentales:

- ✓ Definición de nombre, eslogan e imagen de identidad de la campaña
- ✓ Finalización y aplicación de la encuesta dietética en línea SAADIA
- ✓ Diagnóstico del estado nutricional de una muestra representativa de estudiantes de la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia (ENEO)

#### ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS ACADÉMICOS

Se organizaron 24 cursos de actualización profesional y para el fomento de hábitos alimentarios saludables, capacitando a un total de 454 asistentes. Quince de estos cursos se ofertaron como capacitación y actualización profesional para personal de la industria alimentaria y/o manipuladores de alimentos, atendiendo a 187 asistentes. Los nueve cursos restantes estuvieron dirigidos a público general y se atendió a 267 participantes, abarcando diversas temáticas sobre nutrición y hábitos alimentarios saludables.

También, en colaboración con Life Technologies, se organizó el simposio Next Generation Sequencing In Food Authenticity, Traceability And Safety: The Future Already Started, el que se inauguró el 29 de mayo de 2015 y contó con la participación de 85 asistentes.

En eventos académicos, el PUAL participó en cuatro conferencias sobre nutrición y alimentación saludable:

1. Ciclo de talleres y capacitación Mujer de Huerto, de la Dirección de Educación Ambiental de la Secretaría del Medio Ambiente del GDF (Sedema), 5 de marzo de 2015
2. Conmemoración del Día Mundial de la Alimentación en la ENEO, 15 de octubre de 2015
3. 30 Aniversario del Centro de Educación Ambiental Ecoguardas Sedema, 17 de octubre de 2015
4. Feria de la Salud en la UNITEC (plantel Atizapán), 21 de octubre de 2015

### ORGANIZACIÓN DE EVENTOS ACADÉMICOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

Se realizaron nueve actividades de comunicación y divulgación a través de cuatro medios electrónicos diferentes:

En redes sociales oficiales del Programa se dio difusión a información relevante en el área de alimentos con reportes científicos, eventos académicos, celebraciones internacionales, noticias, entre otros.

En radio se tuvieron cinco participaciones radiofónicas –cuatro en Radio UNAM y una en Grupo Imagen–, con el fin de divulgar información relevante sobre inocuidad alimentaria y nutrición, así como para dar a conocer las actividades académicas e institucionales que coordina el PUAL (9 y 26 de marzo, 28 de mayo, 28 de octubre, 1 de noviembre).

En televisión se tuvo una participación (12 de junio) en el programa *Creadores Universitarios* de Foro TV (Televisa), con el objetivo de informar sobre el tema “Nutrición en diferentes etapas de la vida”.

En el Boletín Digital de *Gaceta UNAM* se dieron dos: la primera, sobre seguridad alimentaria y programas sociales, en el contexto del Día Mundial de la Alimentación (15 de octubre); y la segunda, sobre la Campaña Universitaria de Alimentación y Salud que coordina el PUAL (20 de diciembre).

### ACTIVIDADES DE VINCULACIÓN, COOPERACIÓN Y COLABORACIÓN

Con el objetivo de promover hábitos alimentarios saludables entre la comunidad universitaria y el público general se realizaron 19 actividades de colaboración con otras dependencias de la UNAM (DGDC, DGACU, FES Aragón), brindando atención a un total de 1,045 personas.

Tres módulos informativos en el marco de los Espacios Recreativos Puma, organizados por la DGACU, abarcando tres áreas: dieta sana, plato del bien comer e hidratación adecuada, consulta nutrimental exprés, atendiendo a casi 50 personas.

Doce talleres en los que se logró informar a un total de 790 personas:

- Seis talleres sobre la Dieta Sana para una Vida Sana, dirigidos a estudiantes de bachillerato de la UNAM, en el contexto de la Gira con Ciencia que coordina la DGDC, con la participación de 570 alumnos.

- Cuatro talleres acerca de las Bases para Orientación Alimentaria, enfocados a promotores de salud del programa Universidad Saludable de la Facultad de Estudios Superiores Aragón, con un cupo de 70 promotores.
- Un taller de Lectura y Comprensión de Etiquetas, para estudiantes del CCH Azcapotzalco en el que participaron 90 alumnos.
- Un taller titulado Cocinando contra la Obesidad, en el marco de los Espacios Recreativos Puma organizados por la DGACU, en el que entraron 60 alumnos.

También se impartió una plática dirigida a profesores de primaria sobre “Bases para brindar orientación alimentaria a niños”, en el marco del programa La UNAM en mi Escuela, de la DGDC, al que asistieron 25 profesores.

Asimismo, se dieron dos sesiones de cine debate en el marco del ciclo “El lado oscuro del comer”, actividad realizada en colaboración con la DGACU y el CCH Azcapotzalco y dirigido a 180 estudiantes de este plantel.

Una participación más como jurado en el concurso El MC2 de la Ciencia (ronda pre-eliminatória B: Salud y Alimentación), organizado por la DGDC.

En el marco de la participación del PUAL en la Comisión de Alimentos de la UNAM se realizaron cuatro actividades de capacitación dirigidas a concesionarios que expendieron alimentos en las instalaciones universitarias, en torno al tema Desinfección de frutas y verduras. Esto durante el primer periodo de capacitación, del 6 al 10 de abril de 2015, atendiendo a 366 concesionarios de 180 expendios.

Con relación a las actividades de vinculación se otorgó una asesoría al Colectivo Tonal Huautli, con el objetivo de desarrollar la etiqueta de sus productos a base de amaranto.

### *Programa Universitario de Investigación en Salud (PUIS)*

Con base en su misión, visión y objetivos, el Programa Universitario de Investigación en Salud (PUIS) tiene como funciones coordinar proyectos y difundir la información de las actividades de investigación en el área de su competencia que desarrollan las diferentes entidades de la UNAM, fundamentalmente aquellas orientadas a la búsqueda de solución de los problemas prioritarios de salubridad en el país; así como vincularse con instituciones del Sistema Nacional de Salud, además de universidades mexicanas e iberoamericanas, para fomentar, fortalecer y optimizar los recursos de la investigación en el campo de manera interinstitucional.

#### ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA

El PUIS está constituido por su titular, por un Comité Asesor y dos departamentos: Departamento de Vinculación y Fomento de Recursos Humanos en Investigación, y el Departamento de Fortalecimiento Académico, Promoción y Divulgación Científica, y una asistente ejecutiva. Con base en los planes anuales de trabajo los departamentos del PUIS realizaron actividades agrupadas en los siguientes subprogramas: promoción y difusión de información,

catálogo de líneas y proyectos de investigación, estímulos y premios a la investigación, vinculación interinstitucional y divulgación, educación continua y actividad editorial.

### INFORMACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN SALUD DE LA UNAM

Se actualizó el catálogo de líneas y proyectos de investigación en el área de la salud que se desarrollan en la UNAM, con la información proporcionada por las entidades académicas que las y los desarrollan, también por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Actualmente cuenta con un total de 2,131 proyectos registrados. El acceso al catálogo se realiza mediante el portal PUIS.

### VINCULACIÓN INTERINSTITUCIONAL Y DIVULGACIÓN

En este año permanecieron las actividades dirigidas a fortalecer y estimular la calidad de la investigación en salud, para lo cual el PUIS coordinó, con instituciones del Sistema Nacional de Salud y particulares, la promoción y otorgamiento de premios y estímulos a la investigación, lo que permitió apoyar tanto a investigadores de reconocido prestigio como a jóvenes que se inician en el trabajo de investigación clínica y básica.

Como estímulos se desarrolló el Subprograma Fomento a la Investigación en Salud, dirigido a los Institutos Nacionales de Cancerología *Ignacio Chávez* y de Neurología y Neurocirugía *Manuel Velasco Suárez*, con la asignación de incentivos económicos de carácter mensual para que los médicos desarrollen proyectos de investigación.

En el marco del Subprograma de Apoyo y Fomento a la Investigación en Neurociencias Clínicas, se revisaron los informes de conclusión de tres trabajos de investigación que estuvieron siendo apoyados por dos años; adicionalmente, se coordinó la constitución de un jurado, el cual eligió cuatro nuevos proyectos de investigación para ser apoyados.

Respecto al Subprograma Apoyo y Fomento a la Investigación Oncológica, se revisaron dos informes finales presentados por los médicos.

Los premios otorgados en el periodo fueron:

- Premio *Doctor José Noriega Limón* 2014-2015. Se entregó al trabajo “Efecto de la metformina en combinación con fármacos de quimioterapia en células de cáncer de mama”, realizado en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición *Salvador Zubirán* por la médico especialista *Andrea Castro Sánchez*, con la tutoría del doctor *José Esparza López*.
- XXVII Premio *Gea-PUIS* a la Investigación. Lo obtuvo el trabajo de investigación “Evaluación del riesgo cardiovascular en pacientes con psoriasis”. Presentado por *Claudia Jessica Espinoza Hernández*, médico de la especialidad en dermatología en el Hospital General *Doctor Manuel Gea González*.
- Premio *INNN-PUIS* al mejor trabajo de tesis de especialidad en el área de Neurología 2013-2014, lo recibió *Alejandro Rodríguez Orozco* de la especialidad en Terapia

Endovascular, por el desarrollo de la investigación “Eficacia en la modificación de parámetros de angiorresonancia magnética para evaluación y seguimiento de stent intracraneales” en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez.

- 26 Premio Lola e Igo Flisser-PUIS para el fomento de la investigación en Parasitología. Se otorgó al doctor César Salvador Cardona Félix, por la tesis doctoral en ciencias “Caracterización bioquímica y estructural del complejo ADN Ligasa I-PCNA del parásito protozoario *Entamoeba histolytica*”, realizado en el Cinvestav Unidad Irapuato, IPN.
- Premio Aida Weiss PUIS-UNAM a la investigación en Oncología 2015. Se entregó el galardón a cada una de las cuatro categorías:
  - » Trayectoria científica al doctor Eduardo César Lazcano Ponce del Centro de Investigación en Salud Poblacional, Instituto Nacional de Salud Pública.
  - » Trabajo de Investigación o Desarrollo Tecnológico a “Identificación de biomarcadores séricos útiles para el diagnóstico oportuno de cáncer de mama y desarrollo de un miniarreglo (prototipo)”, elaborado por el doctor Rodolfo Hernández Gutiérrez.
  - » Tesis doctoral a “Regulación del receptor de estrógenos a través de su dominio AFI en células de cáncer de mama”, por el doctor Iván Meneses Morales.
  - » Trabajo, estudio o programa realizado por organizaciones de la sociedad civil e instituciones públicas o privadas al Grupo de Recuperación Total Reto A.C.

### BARRA DE TELEVISIÓN EDUCATIVA MIRADOR UNIVERSITARIO

El PUIS está incorporado en la programación de la barra de televisión educativa Mirador Universitario, de la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia (CUAED) de la UNAM; ahí participa anualmente con una serie de programas enfocados a la investigación en salud en México. Los programas son transmitidos por TV UNAM, además de estar disponibles en el portal del PUIS.

Se llevó a cabo el programa *La investigación multidisciplinaria en salud*, cuyo objetivo es familiarizar al televidente con las investigaciones en salud, el vínculo entre la investigación básica, la clínica y la aplicada para resolver problemas prioritarios en el campo. Fueron un total de cinco sesiones y 14 participantes, además se dio a conocer el panorama de la investigación multidisciplinaria que se realiza en nuestro país al respecto.

### PARTICIPACIÓN EN REDES INTERINSTITUCIONALES

El PUIS trabajó en conjunto con la Red de Programas Universitarios de Investigación en Salud de América Latina (Red PUISAL) y participó en la organización y ejecución de la III Feria Latinoamericana de Innovación en Salud, llevada a cabo en la Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, Cuba, en el mes de abril del 2015.

Asimismo, el PUIS participó en todas las reuniones plenarias de la Red de Educación Continua (Redec), una por mes, contando un total de 12 asistencias en el periodo reportado.

En éstas se realizó un trabajo colegiado donde se discutieron dudas, se planearon y presentaron propuestas de acciones en los diversos aspectos que conciernen a la educación continua en la UNAM.

### CONVENIOS

Se continuó con las bases de colaboración PUIS-FES Iztacala-FES Zaragoza, para impartir el diplomado Actualización Integral de Conocimientos en Medicina 2015 y 2016 (febrero 2015 y diciembre 2015, respectivamente).

Se modificó el convenio PUIS-Instituto Nacional de Cancerología (INCan)-Sociedad Médica del INCan, para incrementar el estímulo económico que se otorga a los receptores del Premio *Doctor José Noriega Limón* (septiembre 2015).

### EDUCACIÓN CONTINUA

Fue impartido el taller Metodología de la Investigación y Estadística Básica Aplicadas a la Salud. También el curso de Metodología de la Investigación y Estadística Básica Aplicada a la Salud, estructurado por cuatro módulos: 1) Metodología de la investigación médica cuantitativa, 2) Introducción a la estadística descriptiva, 3) Estadística inferencial univariada, 4) Manejo básico del software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), con sede en la UNAM con una periodicidad mensual; asimismo, se atendió la solicitud del Hospital *Belisario Domínguez*. En total se impartieron 20 módulos con 241 participantes.

Asimismo, el PUIS impartió el diplomado Actualización Integral de Conocimientos en Medicina, el cual lo da en colaboración con la FES Iztacala y la FES Zaragoza, en formato presencial y con una continuidad semanal. Participaron 99 médicos; 33 egresados de la UNAM, 23 de universidades de América Latina (Bolivia, Colombia, Ecuador, Nicaragua y Cuba), 43 de otras universidades del país (Puebla, Oaxaca, Baja California, Jalisco, Tabasco, Tamaulipas, Yucatán, Hidalgo, Querétaro, Morelos, Veracruz, Universidades Privadas, del Instituto Politécnico Nacional y de la Universidad Autónoma Metropolitana).

### PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN

En mayo del 2015 se modificó el logo del PUIS con el objetivo de reforzar la identidad del Programa. Por otra parte, el portal del PUIS se mantuvo actualizado con la información referente a las características del Programa, líneas y proyectos de investigación en salud en la UNAM, programas de estímulos para la investigación, convenios establecidos, actividades de divulgación, participación en redes institucionales de cobertura nacional e internacional, programa de educación continua, actividad editorial y enlaces de interés.

Adicionalmente, a partir del año 2015 se inició la difusión de la información sobre las actividades académicas que se imparten en el PUIS usando las tres pantallas panorámicas electrónicas instaladas por la Dirección General de Comunicación Social (DGCS) de la UNAM. A su vez, continuó la difusión de las actividades del PUIS mediante las cuentas de redes sociales en Facebook y Twitter, *Gaceta UNAM*, carteles, listas de correos electrónicos y vínculos con otros portales.

### *Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC)*

En 2010 se creó el PINCC y fue propuesto como una instancia para establecer, de manera integrada, la agenda de estudio en cambio climático para nuestro país. Al crear este programa de investigación, la UNAM ha asumido el liderazgo nacional y regional en la construcción del conocimiento científico propio en el tema, así como para impulsar un análisis multidisciplinario y multi-institucional de las posibles oportunidades y retos para el desarrollo que el fenómeno implica.

El objetivo de esta iniciativa fue motivar la creación de investigación relevante que busque resolver los “cómo” de los efectos adversos y de esa manera prospectar el desarrollo sustentable de México, aun en condiciones de cambio climático. De este modo, las tareas de investigación del PINCC son, entre otras, las implicaciones ecológicas, ambientales, tecnológicas, socioeconómicas y políticas que el cambio climático tiene y tendrá para México, además de proveer de información necesaria para apoyar la toma de decisiones, la creación de políticas públicas en el nivel local y en el regional, y apoyar en la generación de una visión estratégica sobre el contexto internacional que se presentará bajo condiciones de cambio climático.

#### RED ACADÉMICA NACIONAL E INTERNACIONAL

Durante el año 2015 el PINCC mantuvo el contacto con las instituciones académicas que respondieron a su llamado desde 2012 y convocó a más investigadores de otras instituciones académicas para, en conjunto, mantener y consolidar, bajo el liderazgo de la UNAM, la red de investigadores y académicos que estudian el cambio climático de manera inter y multidisciplinaria.

En el segundo semestre del año, el PINCC realizó los primeros seis talleres, con la intención de crear la agenda de investigación de la Red Nacional de Investigación Multidisciplinaria en Cambio Climático y someterla al Conacyt para su financiamiento.

En el ámbito nacional, el PINCC ha logrado que dicha red académica se haya incrementado y a la vez, mantuvo su participación en el Consejo Académico del Instituto de Investigaciones Interdisciplinarias en Medio Ambiente *Xavier Gorostiaga S.J.* de la Universidad Iberoamericana-Puebla. En coordinación con el Programa de Cooperación Internacional, Desarrollo y Políticas Públicas y al Área en Innovación Académica del Instituto de Investigaciones Doctor José María Luis Mora, la Red Mexicana de Estudios Interdisciplinarios para la Prevención de Desastres A.C., el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred), la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Amexcid), el PINCC ha impulsado y promovido la realización del diplomado Desastres y Cambio Climático.

También se impulsó la primera reunión de trabajo para crear la agenda de investigación de la Red de Universidades Chiapanecas para Cambio Climático, que es una propuesta del Consorcio de Universidades e Instituciones para el Desarrollo Sustentable que depende de la Secretaría de Educación del gobierno del estado de Chiapas.

En el ámbito internacional, y tras la revisión de actividades, renovó su pertenencia al International Center for Climate Governance, cuya sede se ubica en Milán, Italia; avanzó en las negociaciones con el Climate Service Center de Alemania para que el PINCC sea el punto focal mexicano de dicho centro, propuesta en la que participan el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

### PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

A lo largo del 2015 se mantuvieron en ejecución los siguientes dos proyectos de investigación: Sistemas convectivos de mesoescala en el noroeste de México y su relación con la humedad del suelo y cubierta vegetal: un enfoque inicial con redes GPS, y Automatización y actualización de la Red Mexicana de Aerobiología (REMA) con la elaboración de fichas técnicas de los principales tipo polínicos y aerovagantes.

Se autorizó el inicio de cinco nuevos proyectos: Manejo integral de cuencas en zonas áridas de México y Colombia como respuesta a los efectos del cambio climático; Determinación del riesgo al deslizamiento de laderas en la subcuenca Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Reduciendo los riesgos climáticos en las cuencas costeras vulnerables de Chiapas: adaptación y resiliencia socioecológica de base comunitaria; Adaptación de techo verde aplicable a la vivienda de interés social; y Evaluación de impacto de las estrategias de manejo ecosistémico en la adaptación al cambio climático de la población de la Sierra Norte de Oaxaca.

En el rubro de becas nacionales, se realizaron los siguientes proyectos: Auto-organización comunitaria en San Francisco Tlalnepantla-Xochimilco, una ruta para construir otro ambiente, y La importancia de informar y capacitar a docentes de bachillerato frente al cambio climático, las que serán, respectivamente, tesis de maestría y licenciatura.

Se presentó el primer libro del *Reporte Mexicano de Cambio Climático: Grupo de trabajo II Impactos Vulnerabilidad y Adaptación*, en el que participaron 150 investigadores.

### PARTICIPACIÓN EN FOROS GUBERNAMENTALES

Se participó en diversos foros (talleres y conferencias) convocados por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y en el Senado de la República. Destacó la presencia de la directora del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático durante la presentación del Reporte Mexicano de Cambio Climático. Además, sobresale una sesión de trabajo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático de la ONU, en el mes de agosto, que sirvió para presentar los “Resultados del V Reporte de Evaluación en México y Centroamérica”.

### EVENTOS ACADÉMICOS

Del 12 al 16 de octubre se llevó a cabo el V Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático. En él se mantuvieron las cinco sedes regionales abiertas desde el 2013 (Mazatlán, Sinaloa; Tampico, Tamaulipas; Villahermosa, Tabasco; Guadalajara, Jalisco; Colima, Colima, y Puebla, Puebla) y se mantuvieron las dos sedes temáticas sobre Urbanismo –en la Universidad Autónoma de Chiapas– y la de Adaptación basada en ecosistemas –en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas–. El universo de trabajo del evento se conformó de

225 participaciones individuales provenientes de los segmentos poblacionales a los que se dirige el evento (académicos, investigadores, miembros de la sociedad civil y funcionarios públicos de los tres órdenes de gobierno.)

La convocatoria del Congreso Nacional fue lanzada en marzo de 2015. El evento se realizó en 14 auditorios y se presentaron cuatro señales de formato *streaming* completamente en vivo en el portal principal del Congreso, que está alojado en el servidor del PINCC. Además, se contó con 415 participaciones individuales, de las cuales se presentaron 36 posters, 168 participaciones aceptadas por vía convocatoria pública, 134 panelistas y 32 moderadores, y 46 conferencias magistrales; también se realizaron 5 talleres en los que participaron más de 300 alumnos y se presentaron 4 libros, uno de ellos editado por el PINCC.

También se coorganizó, con el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, la mesa sobre Modelación y Cambio Climático de Simultech 2015, celebrada en Colmar, Francia, del 21 al 23 de julio. Se impartieron conferencias temáticas en diversas instituciones académicas, entre las que destacan: el Centro Interdisciplinario en Ciencias Marinas del IPN, la Universidad Autónoma y la de Ciencias y Artes de Chiapas, y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; a su vez, se impartieron conferencias temáticas en la Cámara de Diputados y el Senado de la República. Se realizaron nueve sesiones del Seminario Permanente del PINCC.

#### DIFUSIÓN

El sitio electrónico del PINCC es el medio por el cual se difunden los eventos que organiza el Programa. En la página se encuentran almacenados, en archivos de carácter histórico, los documentos de carácter audiovisual y las presentaciones de las actividades públicas que fueron realizadas durante el año.

En conjunto, entre la página principal del portal del PINCC y los folders relativos a los cinco congresos nacionales de cambio climático se contabilizaron más de 200 mil visitas al portal.

Se utilizaron las redes digitales y sociales como Facebook y Twitter; en cada una de dichas plataformas se cuenta con más de mil seguidores y también fueron oportunas para difundir las actividades y productos del PINCC.

#### *Programa Universitario de Ciencia e Ingeniería de Materiales (PUCIM)*

Este programa universitario tiene como principal objetivo la resolución de problemas de alto grado de complejidad de los sectores público y privado relacionados con los materiales; se trata de asuntos que, por su naturaleza, exigen la intervención de investigadores de diferentes disciplinas. Las actividades de mayor impacto han sido la realización de proyectos con el sector productivo privado, particularmente con Tenaris-Tamsa, Sandvik de México S.A. de C.V., Alkemin S.A. de C.V., Trading Technology International S.A. de C.V., en el campo del análisis de materiales y proceso. Como consecuencia de ello, se han generado nuevas líneas de investigación en dichos materiales, como es el caso de la Facultad de Ingeniería, en los institutos de Física y de Investigaciones en Materiales y Facultad de Química. Adicionalmente se han otorgado, mediante el Programa Roberto Rocca, becas a estudiantes de licenciatura para fomentar las carreras en el campo de la ingenierías.

### CONVENIOS VIGENTES

Actualmente se tienen los siguientes convenios vigentes: con la empresa Tubos de Aceros de México S.A. de C.V., Servicios y Asistencia Técnica para la Industria del Petróleo S. de R.L. de C.V. y Technology Trading International S. A. de C.V., dichos convenios apuntan a lograr el máximo aprovechamiento de los recursos humanos, materiales y financieros en el desarrollo conjunto de proyectos, programas, acuerdos y otras acciones de interés y beneficio mutuo.

El convenio de colaboración UNAM-Tubos de Aceros de México S.A. de C.V. se actualizó para llevar a cabo pruebas de corrosión en aceros microaleados en condiciones de alta presión y alta temperatura, así como para convocar y otorgar apoyo para el fomento a la investigación en materiales, mediante el otorgamiento de becas del *Roberto Rocca Education Program* a estudiantes de licenciatura de las carreras de ingeniería.

### CONVENIOS EN TRÁMITE

La empresa Technology Trading International S.A. de C.V (TTI) solicitó el apoyo del Programa Universitario para llevar a cabo un análisis de muestras de material compuesto de fibra de grafito-epóxico, también para explorar la capacidad universitaria para el tratamiento de suelos contaminados por derrames de hidrocarburos en el centro del país, a la vez que para explorar la creación de un centro de capacitación en la UNAM, en el campo de las pruebas no-destructivas en el área de ultrasonido de ondas guiadas para la industria del petróleo.

Otro convenio se estableció con la empresa Sandvik de México S.A. de C.V., para el desarrollo y depósito de materiales cerámicos de alta temperatura sobre grafito y en los procesos de sinterizado de barras de WC-Co, las cuales se utilizan para la fabricación de brocas tanto para tratamientos dentales como para la perforación marina. También se ha solicitado desarrollar un método de análisis numérico para la evaluación de la distribución de temperatura en hornos de sinterizado de alta temperatura y con atmósferas de hidrógeno, en donde adicionalmente se llevará a cabo la impartición de cursos sobre materiales cerámicos.

Asimismo, la empresa Alkemin S.A. de C.V. solicitó, a partir de la infraestructura que se tiene en la Facultad de Ingeniería, el apoyo en el campo del beneficio de minerales, para el desarrollo de xantatos de cadena larga, así como realizar modificaciones en el proceso productivo.

### PROYECTOS TERMINADOS

Se concluyó el proyecto “Pruebas de corrosión en aceros microaleados de alta tecnología en condiciones de alta presión y alta temperatura” para la empresa Tubos de Aceros de México S.A. de C.V.

### PROYECTOS ACEPTADOS

Un nuevo proyecto aceptado es “Desarrollo de materiales cerámicos de alta temperatura para el recubrimiento de placas de grafito utilizadas en el sinterizado de WC-Co, para la industria Sandvik de México S.A. de C.V.

Con la misma empresa fue aceptado otro proyecto “Análisis de diferencias finitas de la distribución de temperaturas en hornos de sinterizado de alta temperatura y con atmósferas de hidrógeno”.

#### PROYECTOS EN EVALUACIÓN

Están en evaluación el proyecto de medición de esfuerzos residuales mediante técnicas analíticas de difracción de rayos-x, en anillos para pistones de la empresa Mahle de México S.A. de C.V. También el de análisis microestructural y mecánico de placas de acero del ferroaducto de ArcelorMittal, para determinar el cumplimiento del acero bajo normas internacionales; y el proyecto para reestructurar y actualizar tecnológicamente los niveles de producción de xantatos, para la empresa Alkemin S.A. de C.V.

#### APOYOS DEL PROGRAMA

Se llevó a cabo el análisis de muestras de carburo de tungsteno-cobalto para determinar el grado de pureza de estos materiales, el efecto de manchado superficial y la distribución de su granulometría, para la empresa Sandvik de México S.A. de C.V.

Otro de los apoyos que está llevando a cabo este Programa Universitario es el diseño de aleación y diseño de bioprótesis de aleaciones base-Co para su aplicación en pacientes con padecimientos cardiacos del Instituto Nacional de Cardiología. Este proyecto tiene apoyo del Conacyt y la UNAM, el cual contribuirá a satisfacer una necesidad social de salud pública y de carácter nacional.

Como Programa Universitario, se participó en la presentación de un trabajo sobre el efecto del tiempo de nitrocarburo en aceros H-13, en el congreso Heat Treatment, del 19 al 22 de octubre del 2015, que organizó Especialidades Térmicas S.A. de C.V.

## UNIDAD DE PROYECTOS ESPECIALES EN APOYO A LA INVESTIGACIÓN Y LA DOCENCIA (UPEID)

### *Red de Apoyo a la Investigación (RAI)*

La RAI abrió las puertas de sus instalaciones el día 15 de enero del 2015 y fue oficialmente inaugurada el 15 de junio.

La RAI forma parte de la UPEID, su función es proveer un espacio de servicio de investigación multidisciplinaria en el que la interacción de diferentes profesionales, procedentes del ámbito médico y universitario, facilite la generación de nuevos conocimientos y sistemas de diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades, basados en la aplicación conjunta y coordinada de los resultados de investigaciones de frontera que empleen tecnología de punta. Los objetivos de la RAI son los siguientes:

- Proveer servicios y asesoría en alta tecnología, bioestadística y bioinformática a investigadores de las instituciones pertenecientes al Consorcio Institutos Nacionales de Salud (INS: Instituto Nacional de Cancerología, Instituto Nacional de Cardiología

Ignacio Chávez, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán e Instituto Nacional de Medicina Genómica)-UNAM, así como a investigadores asociados y externos que permitan el estudio, caracterización y análisis de datos y muestras provenientes de estudios *in vivo* e *in vitro*, en el nivel celular y molecular, así como la interpretación de los resultados de investigación.

- Generar nuevos conocimientos derivados de la investigación en genómica, biología molecular y celular, bioquímica, microscopía, farmacología, bioinformática y bioestadística, mediante la ejecución de proyectos de investigación interdisciplinaria desarrollados por investigadores y técnicos residentes de la RAI.
- Promover y facilitar la interacción multidisciplinaria y la colaboración entre los investigadores pertenecientes al consorcio INS-UNAM a través del desarrollo de proyectos interinstitucionales.
- Capacitar y formar recursos humanos calificados en las diferentes áreas de la investigación clínica y biomédica que requieran de la aplicación de tecnología de punta.

### UNIDADES Y LABORATORIOS

La RAI opera las siguientes unidades y laboratorios:

- Laboratorio de Genómica
- Laboratorio de Biología Molecular
- Laboratorio de Cultivo Celular
- Unidad de Citometría de Flujo
- Unidad de Microscopía (ubicada tanto en la RAI como en el Instituto Nacional de Cancerología)
- Laboratorio de Metabolómica y Proteómica (ubicado en la RAI y en el Instituto Nacional de Medicina Genómica)
- Unidad de Bioinformática, Bioestadística y Biología Computacional
- Área Creativa de Difusión y Divulgación de la Ciencia

### ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y DE INVESTIGACIÓN

A partir de su apertura, durante el periodo reportado se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Integración de la planta de académicos adscritos a la RAI, tanto de investigadores como de técnicos académicos. En la actualidad esta planta está constituida por siete investigadores (cuatro titulares y tres asociados) y ocho técnicos académicos (cuatro titulares y cuatro asociados), además de dos investigadores comisionados de instituciones del consorcio (INCMNSZ e INMEGEN) y un investigador visitante de tiempo completo. De los investigadores adscritos a la RAI dos están comisionados en el INMEGEN, para el desarrollo de servicios y actividades conjuntas y complementarias de investigación entre las instituciones del consorcio. Los diferentes integrantes del personal académico fungen como responsables de los distintos laboratorios y unidades.

Durante el periodo también se diseñaron y prepararon los proyectos de investigación que se llevarían a cabo y para ser sometidos ante instancias de financiamiento externo. Asimismo, se desarrollaron proyectos de investigación propios de la RAI.

A su vez, se dio entrenamiento en el uso del equipo de alta tecnología de los diferentes laboratorios y sobre la provisión de servicios.

Otro asunto importante fue la elaboración del Reglamento Interno de la RAI, de los manuales de operación de los equipos y del menú de servicios, así como el diseño y puesta en marcha de la página web ([rai.unam.mx](http://rai.unam.mx)).

### RECURSOS LOGRADOS

Durante el año del informe se obtuvo financiamiento y se inició el desarrollo de los siguientes proyectos de investigación:

- Agonismo selectivo de análogos naturales y recombinantes de la folitropina humana: Estudios bioquímicos y transcriptómicos en sistemas *in vivo* e *in vitro* homólogos y heterólogos. Investigador responsable: doctor Alfredo Ulloa Aguirre. Financiado por el Conacyt con \$1'998,999 pesos / proyecto 240619.
- La Tetraspanina 33 (TSPAN33) y su implicación en el desarrollo de linfomas de células B. Investigador responsable: doctor José Luis Maravillas. Financiado por el Conacyt con \$1'400,000 pesos / proyecto 240314.
- Diseño de co-cristales fármaco-fármaco conteniendo agentes antidiabéticos y antihiperlipidémicos. Investigador responsable: doctor Juan Manuel Germán Acacio (vide supra). Financiado por el Conacyt con \$1'000,000 pesos / proyecto 247089.
- Diseño de co-cristales fármaco-fármaco para el tratamiento de la diabetes tipo 2 y de sus factores de riesgo. Investigador responsable: doctor Juan Manuel Germán Acacio. Financiado por el PAPIIT con \$160,000 pesos / proyecto IA202315.
- Análisis de los factores clínicos e inmunológicos asociados al desarrollo de infecciones graves en pacientes con Lupus Eritematoso Generalizado. Investigadora responsable: doctora Diana Gómez Martín (investigadora del INCMNSZ comisionada a la RAI como responsable de la Unidad de Citometría de Flujo). Financiado por el Conacyt con \$650,000 pesos / proyecto 261473.
- Identificación de trans-factores que bloquean la transcripción dependiente de estrógenos del gen de uteroglobina en células de cáncer de mama MCF-7. Investigador responsable: doctor Rubén Gutiérrez Sagal. Financiamiento en evaluación en Conacyt.
- Adicionalmente, se logró financiamiento del Conacyt (Convocatoria del Programa de Apoyo al Fortalecimiento y Desarrollo de la Infraestructura Científica y Tecnológica, proyecto 252646) por la cantidad de \$10'000,000 pesos para la compra de un espectrómetro AB Sciex 5600 Triple TOF.

## PUBLICACIONES

En el 2015 los académicos participantes en la RAI publicaron 15 artículos en revistas indizadas y de circulación internacional y en 1 de divulgación.

## DOCENCIA

Los investigadores de la RAI participaron en la formación de seis alumnos en el nivel de licenciatura, uno en maestría y uno de doctorado, procedentes de las facultades de Medicina y de Química, así como del Cinvestav, respectivamente.

## OTRAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS

Todos los investigadores de la RAI participaron en el ciclo de Seminarios de Investigación Multidisciplinaria en Biomedicina, patrocinados por la Rectoría de la UNAM, y participaron activamente en cuatro congresos internacionales.

## PROVISIÓN DE SERVICIOS DE ALTA TECNOLOGÍA

Durante el año 2015 se prestaron diferentes servicios de alta tecnología y bioinformática a investigadores del Consorcio, incluyendo 2 servicios de secuenciación de nueva generación (Laboratorio de Genómica), 14 servicios de secuenciación capilar y 11 genotipificaciones a gran escala (Laboratorio de Biología Molecular), 6 servicios de citometría de flujo (Unidad de Citometría de Flujo), 4 servicios varios (Bioplex, Biacore, HPLC) (Unidad de Proteómica y Metabolómica) y 4 servicios de bioinformática y de modelamiento molecular (Unidad de Bioinformática, Bioestadística y Biología Computacional). Estos servicios incluyeron un total de 7 capacitaciones a los usuarios (certificadas por la RAI).

## FIRMA DE CONVENIOS DE COLABORACIÓN

En este rubro, se elaboraron y firmaron dos convenios: un convenio modificadorio al convenio de colaboración con número de registro 35931-2380-9-X-13 entre las instituciones pertenecientes al Consorcio para el proyecto “Red de Apoyo a la Investigación”, y las bases de colaboración entre el IQ y la CIC para la incorporación del primero a las actividades de la Red de Apoyo a la Investigación.

## *Laboratorio Internacional de Investigación sobre el Genoma Humano (LIIGH)*

La frontera más importante de las ciencias biológicas en el siglo XXI se deriva de la posibilidad de conocer la información genética completa de diferentes organismos, desde bacterias hasta el hombre. Este conocimiento está generando importantes desarrollos científicos y sociales en diversas áreas, incluyendo la medicina, la agricultura, el medio ambiente, la industria y las humanidades.

México ha dado pasos muy importantes para el desarrollo de las ciencias genómicas, en particular mediante la creación de instituciones claves: el Centro de Ciencias Genómicas de la UNAM (CCG), el Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN) de la Secretaría

de Salud y el Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (Langebio) del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

Con objeto de preparar a los nuevos científicos para el desarrollo de las ciencias genómicas en México, la UNAM creó en 2003 la licenciatura en Ciencias Genómicas (LCG-UNAM). La LCG ha obtenido un enorme reconocimiento internacional con base en su plan de estudios, único en el mundo, y en particular en la calidad de sus estudiantes. A la fecha se han titulado 150 estudiantes, la mayoría de los cuales ha continuado su formación académica con estudios de posgrado. Algunos de ellos han recibido ya su grado de doctor y otros más han terminado su entrenamiento posdoctoral. Es así que algunos de estos jóvenes ya han concluido o lo harán en los próximos años su formación académica, competitiva al más alto nivel internacional, y con un gran deseo de integrarse como investigadores en nuestro país. Estos jóvenes investigadores serán los nuevos líderes de las ciencias genómicas en México y colocarán a nuestro país a la vanguardia del conocimiento en el área. La creación del LIIGH responde a la importancia de incorporar a algunos de estos jóvenes para desarrollar en la UNAM el área de investigación sobre el genoma humano.

Se puede afirmar que el proyecto más ambicioso que se ha realizado en las ciencias biológicas ha sido el de descifrar la información genética del genoma humano. Este conocimiento está cambiando los paradigmas del área de la salud dirigiéndolos hacia la medicina genómica, la terapia génica y la genómica forense. Desde el punto de vista básico, se han abierto nuevas avenidas de investigación. Entre las fronteras fundamentales se encuentran la dinámica del genoma humano, con la consecuente variación genómica estructural que genera; las bases genómicas de la diferenciación celular y de la evolución; la genómica y paleogenómica de poblaciones humanas; la concepción del cáncer como un fenómeno evolutivo dentro de un organismo; y las bases genómicas de las funciones del cerebro y de las enfermedades mentales.

Con objeto de participar desde el inicio en el desarrollo del LIIGH, de establecer las relaciones nacionales e internacionales básicas, de dar seguimiento a la construcción y equipamiento, y de preparar la incorporación de los investigadores jóvenes, se cuenta con la experiencia, entusiasmo y compromiso de tres investigadores de la más alta categoría y nivel, tanto en la UNAM como en el Sistema Nacional de Investigadores, y que además han sido directores de entidades académicas de la Universidad: Rafael Palacios, Guillermo Dávila y Daniel Piñero.

El LIIGH se plantea como un proyecto internacional de la UNAM, contando con la colaboración del Cold Spring Harbor Laboratory (CSHL). El CSHL puede considerarse como la cuna de la biología molecular así como del surgimiento del proyecto del genoma humano. De esta institución han surgido investigadores de la talla de James Watson, descubridor, junto con Francis Crick, de la estructura del DNA. A lo largo de su historia ha contado con ocho Premios Nobel y ha sido considerada como la institución más influyente en el área de genética y genómica en los últimos diez años. En las reuniones científicas que organiza se discuten los avances más recientes así como las nuevas fronteras de la biología moderna. El entusiasmo del CSHL en colaborar con la UNAM en el ILHGR se encuentra plasmado en

un documento enviado por el doctor Bruce Stillman, presidente del CSHL, al doctor José Narro, rector de la UNAM.

El LIIGH tiene como misión desarrollar investigación, docencia y difusión al más alto nivel internacional, en el área de investigación sobre el genoma humano y sus organismos modelo. Entre sus objetivos y metas se encuentran:

- Incorporar, en un lapso de 5 años, aproximadamente a 20 investigadores jóvenes con una formación óptima en ciencias genómicas.
- Realizar Investigación del más alto nivel internacional sobre el genoma humano y sus organismos modelo.
- Participar en la formación de licenciados y doctores en ciencias genómicas, competitivos al más alto nivel internacional.
- Ser un sitio clave para la discusión, a nivel internacional, sobre Horizons in Human Genome Research.
- Colaborar con instituciones nacionales (en particular otras entidades académicas de la UNAM, el INMEGEN y el Langebio) y con instituciones del extranjero (en particular con el CSHL) en el desarrollo global de las ciencias genómicas en México.

Dentro de la estructura de la UNAM el LIIGH se encuentra ubicado en la Unidad de Proyectos Especiales de la Coordinación de la Investigación Científica. Fue creado por acuerdo del Rector el 27 de febrero de 2014. Sus instalaciones se localizan en el campus Juriquilla de la UNAM, en la ciudad de Querétaro. Su construcción se inició en enero de 2014 y sus instalaciones fueron inauguradas por el doctor José Narro Robles, rector de la UNAM, contando con la presencia del presidente del CSHL, doctor Bruce Stillman, el 8 de abril de 2015.

Además de las estructuras académicas propias de la UNAM, el LIIGH cuenta con un Comité Internacional formado por tres miembros ex-oficio: el coordinador de la Investigación Científica de la UNAM (doctor Carlos Arámburo de la Hoz), el coordinador del LIIGH (doctor Rafael Palacios) y el presidente del Cold Spring Harbor Laboratory (doctor Bruce Stillman); por cuatro científicos del extranjero (doctores Eleine Mardis, James Lupski, Evan Eichler y Michael Shatz), y por dos científicos mexicanos (doctores Xavier Soberón y Julio Collado).

A partir de su inauguración el LIIGH inició actividades académicas con el coloquio internacional A View To The Future Of Human Genome Research. A este coloquio asistieron los miembros del International Advisory Board y los jóvenes investigadores que pensamos incorporar al LIIGH entre 2015 y 2019. Se ha iniciado también el programa de profesores visitantes Horizons In Genomic Sciences, que contará este semestre con 10 líderes internacionales de las áreas de interés del Laboratorio.

En resumen, el LIIGH surge como consecuencia de varios factores de planeación estratégica: la creación de la licenciatura en Ciencias Genómicas de la UNAM y el enorme éxito que ha adquirido a nivel internacional; la relación académica continua con el Cold Spring Harbor Laboratory en los últimos años; el inicio de un grupo de investigación básica sobre el genoma humano, integrando estudiantes de la LCG, en el seno del Centro de Ciencias

Genómicas de la UNAM; y el entusiasmo y entrega de tres líderes académicos de la UNAM que han decidido dedicar la parte final de su vida académica a trabajar para apoyar a las nuevas generaciones de científicos.

Además de su misión y objetivos y metas particulares, el LIIHG representa un nuevo modelo de desarrollo en la UNAM y en el país. Un desarrollo que permita la planeación adecuada y, en particular, la formación óptima de los recursos humanos necesarios. Un desarrollo que contemple la incubación del proyecto en sus fases iniciales hasta que se transforme en una entidad académica de la UNAM (centro-instituto de investigación). Alternativamente, este desarrollo podría ser el modelo para un nuevo tipo de entidades académicas de la UNAM, los Laboratorios Internacionales, con la colaboración de instituciones líderes en las áreas estratégicas para el desarrollo de nuestro país.

### *Centro de Ciencias de la Complejidad ( C3 )*

Los grandes problemas nacionales, así como las áreas de oportunidad del país, son de naturaleza compleja. Los desafíos en áreas estratégicas como la salud, la sociedad, el ambiente, el desarrollo sustentable y el desarrollo tecnológico, entre otros, son problemas complejos y, por ello, el entenderlos, prevenirlos y en su caso resolverlos, requiere de una perspectiva científica de los sistemas complejos. Considerando que las ciencias de la complejidad constituyen una frontera de desarrollo científico interdisciplinario, prioritaria a nivel internacional, que permite abordar problemas fundamentales y de trascendencia nacional desde perspectivas novedosas, integrales y colectivas, la UNAM puso en marcha el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) en la modalidad de centro virtual (*Gaceta UNAM*, 20 de noviembre de 2008), el cual se constituyó en un foro de confluencia de investigadores de diversas instituciones científicas para la discusión y el desarrollo de proyectos comunes orientados al estudio, prevención y posible solución de problemas de importancia nacional, que son abordados de forma interdisciplinaria.

Para apoyar y facilitar esta labor, al modificar la estructura administrativa de la Coordinación de la Investigación Científica con la adición de la Unidad de Proyectos Especiales en apoyo a la Investigación y la Docencia, publicado en *Gaceta UNAM* el 13 de enero de 2014, el Centro de Ciencias de la Complejidad se incorporó como parte de la referida Unidad como un proyecto especial.

#### **MISIÓN**

La misión del C3 es realizar investigación científica interdisciplinaria de frontera en el campo de las ciencias de la complejidad, procurando que los temas sean de trascendencia científica y cultural, creando un espacio en donde expertos en muy diversas áreas puedan interactuar y contribuir a la definición y solución de problemas trascendentes y de importancia nacional. Es también misión del Centro formar personal de investigación y docente, principalmente en los campos y especialidades del C3, en colaboración con los diversos institutos, centros, escuelas y facultades de la UNAM.

### LOGROS MÁS DESTACADOS

El C3 ha logrado, desde su creación como centro virtual en 2008, incidir, a través de nuevas colaboraciones multidisciplinarias, en áreas prioritarias para el país.

Durante este periodo se continuó trabajando en la consolidación de las redes de colaboración del C3 en los proyectos de los cinco programas sustantivos en complejidad: Ecología y medio ambiente, Biología de sistemas, Ciencias sociales, Inteligencia computacional y Salud pública, y se iniciaron nuevos proyectos en diversos campos. Recientemente se estableció el Laboratorio Nacional de Ciencias de la Complejidad, que busca establecer vínculos con otras instituciones y Laboratorios Nacionales, así como servir como semilla de otros centros de investigación nacionales en el área general de las ciencias de la complejidad.

