

COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA (CIC)

Dr. Carlos Arámburo de la Hoz – Coordinador – diciembre de 2007

INTRODUCCIÓN

En este apartado de la Memoria UNAM 2009 se reporta principalmente la actividad de la Coordinación de la Investigación Científica (CIC), pero al mismo tiempo se informa sobre el Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) y, en sus aspectos más generales, sobre entidades académicas del Subsistema de la Investigación Científica (SIC).

Al concluir 2009, el SIC se componía de 19 institutos y diez centros, agrupados en tres grandes áreas del conocimiento: ciencias de la tierra e ingeniería, ciencias químicas, biológicas y de la salud, ciencias físico-matemáticas. Forma parte del SIC, también, la Coordinación de la Investigación Científica, con los programas universitarios de ciencia, la Coordinación de Plataformas Oceanográficas, y la Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.

ASUNTOS SUSTANTIVOS

Diagnóstico y autoevaluación de las entidades del SIC

Del ejercicio de diagnóstico y evaluación que las entidades académicas del Subsistema de la Investigación Científica emprendieron durante el segundo semestre del año 2008, la CIC desarrolló en el 2009, con varios de sus departamentos, un análisis inicial de los datos obtenidos. Los resultados de este análisis preliminar fueron presentados por el Coordinador de la Investigación Científica, ante el Rector doctor José Narro Robles y ante el CTIC. Los trabajos de actualización de la información continuaron en el 2009, destacando el análisis cualitativo y cuantitativo del crecimiento institucional en general y por áreas, la evolución de la planta académica, las publicaciones realizadas, los financiamientos, así como el crecimiento de los egresados del posgrado que el Subsistema ha venido formando, todo esto en un lapso de tiempo de 1998-2009. Los primeros resultados arrojan la necesidad de construir nuevos parámetros y sistemas de indicadores para dar cuenta del quehacer del Subsistema y la importancia de crear novedosos instrumentos que permitan captar y sistematizar la información de manera rápida, confiable y sencilla, aspecto en el que se ha avanzado considerablemente. También fue posible elaborar un proyecto de crecimiento (bajo nuevos modelos de organización del trabajo, a través de unidades de apoyo a la investigación) del Subsistema en plazas, en el rejuvenecimiento de la plantilla académica y en la renovación infraestructura y equipamiento. Asimismo, se trabaja en estudios comparativos en el ámbito de la UNAM, en el nivel nacional y en algún aspecto en el internacional.

Descentralización de la ciencia en el territorio nacional

La descentralización de las actividades académicas y académico-administrativas, así como el desarrollo de las sedes foráneas, es una de las políticas más claras del SIC. Al concluir 2009, 520 investigadores (ocho más que el año pasado), trabajaban fuera de Ciudad Universitaria, en las sedes y unidades foráneas, lo que constituyó 33.5 por ciento del total. De los 520 investigadores, 274 (52.6 por ciento) correspondieron a población femenina.

A partir del 2008, se ensaya un nuevo modelo de vinculación con otras instituciones de educación superior públicas de los estados de la República, contribuyendo a su fortalecimiento mediante la creación de centros conjuntos de investigación, como fue el caso del Centro de Investigación en Química Sustentable, integrado por personal académico del Instituto de Química de la UNAM y de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México, con sede en Toluca. En 2009 se sometió a evaluación el proyecto de creación del Centro de Ciencias Matemáticas, en el campus Morelia.

Durante el 2009, se aprobó la creación de la Unidad Académica del Instituto de Ingeniería en Sisal, Yucatán, cuyos objetivos son realizar estudios sobre el aprovechamiento, desarrollo y conservación de la zona costera; apoyar las labores de docencia e investigación de los grupos de las Facultades de Ciencias y Química ya establecidos en el campus Sisal de la UNAM; así como participar en la formación de recursos humanos; y desarrollar proyectos con grupos de investigación de la UNAM-SISAL, CINVESTAV y UADY-FI.

También se participó en el fortalecimiento del Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable, integrado por personal académico del Instituto de Química de la UNAM y de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México, con sede en Toluca.

Adicionalmente, el Subsistema participó en 2009, en el desarrollo de una propuesta conceptual para la constitución de un nuevo centro público de investigación en el estado de Tabasco, en conjunto con integrantes del Gobierno e instituciones académicas regionales y otras nacionales, aprovechando la experiencia para desarrollar nuevas comunidades de investigación que desde una perspectiva internacional de la ciencia, aborden temas de investigación que contribuyan a la solución de problemas locales y regionales.

CUERPOS COLEGIADOS (CTIC)

Número de sesiones

Durante el año, el Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) llevó a cabo 20 sesiones ordinarias y cuatro extraordinarias.

Números de asuntos académico-administrativos tramitados

En las sesiones ordinarias, y en cumplimiento de las atribuciones que el Estatuto del Personal Académico de la UNAM le señala, el CTIC revisó, resolvió y tramitó 4 610 asuntos académico-administrativos relacionados con el personal académico del Subsistema de la Investigación Científica. De estos asuntos, 324 correspondieron a decisiones tomadas directamente por el CTIC y los otros 4 286 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 en la DGDC. De los 324 asuntos, 22 correspondieron

al Programa de Fortalecimiento Académico para las Mujeres Universitarias, 205 a becas posdoctorales, 56 a periodos sabáticos (33 con goce de beca de la DGAPA y 23 sin beca) y 23 a concursos de oposición cerrados para obtener la promoción a investigador titular C.

PRIDE y PAIPA

El CTIC ratificó 763 dictámenes del programa de Primas al Desempeño y Productividad del Personal Académico de Tiempo Completo (PRIDE) y 57 dictámenes del Programa de Apoyo a la Incorporación del Personal Académico de Tiempo Completo (PAIPA), así como 26 recursos de revisión.

Acciones relevantes aprobadas y realizadas por el CTIC

Se analizó y aprobó la propuesta del Consejo Interno del Instituto de Química, para cambiar la denominación del Consejo Académico del Área de las Ciencias Biológicas y de la Salud (CAAByS) por la de Consejo Académico del Área de las Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud (CAABQYS).

Se presentaron y aprobaron las ternas para la designación de los directores de los institutos de Biotecnología, Fisiología Celular y Geofísica, así como de los Centros de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, Ciencias de la Atmósfera y Ciencias Genómicas.

El CTIC aprobó la propuesta para otorgar la distinción de investigador emérito a los siguientes investigadores: doctor Shri Krishna Singh Singh del Instituto de Geofísica y doctor Roberto Escudero Derat del Instituto de Investigaciones en Materiales.

Se presentaron y aprobaron los Criterios de Evaluación del Instituto de Ecología.

El CTIC aprobó la designación de representantes del Subsistema de la Investigación Científica para integrar los jurados del Premio Universidad Nacional (PUN) y la Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos (DUNJA), en las áreas de Investigación en Ciencias Exactas, Docencia en Ciencias Exactas, Investigación en Ciencias Naturales, Docencia en Ciencias Naturales, Docencia en Educación Media Superior (Ciencias Exactas y Naturales), Innovación Tecnológica y Diseño Industrial, y Arquitectura y Diseño.

Se aprobaron las propuestas de los directores para que 24 miembros del personal académico fueran nombrados jefes de departamento.

Se decidió la integración de dos comisiones especiales para examinar los recursos de revisión interpuestos por miembros del personal académico del Subsistema, conforme a lo dispuesto en el artículo 106 del Estatuto del Personal Académico.

Se aprobaron las modificaciones de los reglamentos internos de los Institutos de Fisiología Celular y de Matemáticas, así como del Centro de Nanociencias y Nanotecnología.

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 L. Johnson", del Instituto de Astronomía; "Helia Bravo Hollis", del Instituto de Biología; "Julio Monges Caldera", del Instituto de Geofísica; "Guillermo Massieu" y "Federico Fernández Cancino", del Instituto de Fisiología Celular; "Efrén C. del Pozo", del Instituto de Investigaciones Biomédicas; "José Ruiz de la Herrán", "Marcos Mazari Menzer" y "Alejandro Medina"

del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, así como una Cátedra Especial para profesores del área de Química “Jesús Romo Armería”, del Instituto de Química.

El CTIC ratificó a los representantes de los tutores y de los alumnos ante seis comités académicos de programas de posgrado. En función de la distinta organización de los posgrados, se realizaron las elecciones para dichos representantes por entidad participante o por entidad y campo de conocimiento. El CTIC asimismo, aprobó la designación de los investigadores del SIC para formar parte de siete comisiones ad hoc para supervisar las elecciones arriba señaladas.

Por otra parte, se aprobó la propuesta de creación del Programa de Estudios Simultáneos (PES) que presentaron la Facultad de Medicina y el Instituto de Investigaciones Biomédicas. Además, se aprobó el proyecto de inclusión del campo disciplinario de Ingeniería Automotriz al campo de conocimiento de Ingeniería Mecánica del Posgrado de Ingeniería.

Se realizó una ceremonia de reconocimiento para los investigadores que fueron promovidos a titulares C.

El CTIC aprobó las propuestas: a) Del consejo interno del Instituto de Investigaciones Biomédicas para que el nuevo Auditorio reciba el nombre “Dr. Alfonso Escobar Izquierdo”, b) Del consejo interno del Instituto de Física para que el edificio principal lleve el nombre de “Edificio Marcos Moshinsky”.

Con base en el Reglamento Interno del CTIC se aprobó la elección ordinaria para la renovación de los Consejeros-Representantes y Representantes-Invitados del Personal Académico ante el Consejo Técnico de la Investigación Científica para el periodo 2009-2012.

Se integró una comisión *ad hoc* para analizar la propuesta del Consejo Interno del Instituto de Matemáticas para la creación del Centro de Ciencias Matemáticas en el campus Morelia, así como también, otra comisión para analizar el proyecto de creación de la Licenciatura de Ingeniería en Nanotecnología que presenta el Centro de Nanociencias y Nanotecnología.

Se aprobó la propuesta de reestructuración que presentó el Instituto de Fisiología Celular con objeto de crear las Divisiones de Neurociencias y de Ciencias Básicas.

Se actualizaron las Comisiones Evaluadoras y/o Revisoras del PRIDE de las siguientes entidades académicas: Institutos de Ciencias del Mar y Limnología, Ecología, Fisiología Celular, Geofísica, Geología, Ingeniería, Investigaciones Biomédicas, Química, así como de los Centros de Ciencias Genómicas, de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Geociencias, de Investigación en Energía, de Nanociencias y Nanotecnología, además de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia. Asimismo, se aprobó el nombramiento de un investigador para que se integre al Comité Evaluador del Área de las Ciencias Biológicas y de la Salud del PAPIIT.

SIMPLIFICACIÓN Y AGILIZACIÓN

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

La Coordinación de la Investigación Científica, a través de la Secretaría de Seguimiento y el Departamento de Sistemas, desarrolló el SAMAA, sistema para agilizar el proceso de los asuntos académico-administrativos de los investigadores y técnicos del Subsistema de la

Investigación Científica. Los avances que se lograron en el desarrollo del sistema durante el año 2009 fueron significativos y se describen a continuación: se liberó el módulo de captura de solicitudes del sistema, esta tarea implicó el análisis y programación de las 40 formas telegráficas que utilizan las dependencias para ingresar sus asuntos; se migró el sistema a una nueva plataforma, esta tarea consistió en rediseñar la base de datos del sistema, trasladar todos los datos de la vieja a la nueva estructura, y adaptar el código fuente de todos los módulos que ya estaban programados; se liberó el módulo de generación de listados para la CAAA y el pleno, la tarea consistió en diseñar e implementar un programa que tomará la información de las solicitudes ingresadas para con ellas generar los listados que se utilizan en las reuniones de la CAAA y el pleno del CTIC; se liberó el módulo de envío de documentos digitalizados, dicho módulo ya estaba diseñado y en parte programado, así que solo fue necesario integrarlo debidamente al SAMAA; se avanzó en el diseño del módulo de consulta de movimientos que permite visualizar de diversos modos los movimientos académico-administrativos que pasan por el pleno del CTIC; y se realizó una prueba piloto con tres entidades del subsistema para ensayar las formas telegráficas, conforme a las cuales se realizaron las adecuaciones necesarias.

PERSONAL ACADÉMICO (SIC)

Perfil de la planta académica

El personal académico que laboraba al final de 2009 en las 29 entidades académicas del SIC sumaba 2 716 individuos: 1 549 investigadores y 1 167 técnicos académicos. El 72.2 por ciento del personal es definitivo. Un total de 1 303 investigadores son titulares (84 por ciento). El 33.7 por ciento del total del personal académico correspondió a población femenina, en el caso de los investigadores 25.5 por ciento. El promedio de edad del personal académico del SIC fue de 52.89 años para los investigadores y de 47.37 para los técnicos académicos; mientras que del total del personal académico la edad promedio es de 50 años. En el caso de la antigüedad laboral promedio de los Investigadores, ésta es de 21.89, la de los técnicos académicos de 17.15, para el total del personal el promedio corresponde a 19.5 años.

Formación, superación y actualización del personal académico

Los investigadores del SIC disfrutaron de periodos sabáticos que les permiten trasladarse a otras instituciones de educación superior para realizar contactos académicos e investigaciones en áreas de su interés y adquirir e intercambiar nuevos conocimientos con sus similares. En el año, el CTIC les aprobó a los académicos del SIC 56 periodos sabáticos (ocho menos que el año anterior, de los cuales 33 contaron con el apoyo de una beca de la DGAPA y 23 sin beca), así como 1,601 licencias y comisiones, para asistir a congresos y otros eventos.

Los técnicos académicos del SIC, por otra parte, hicieron uso del PASPA y de comisiones específicas para realizar estudios de especialización, maestría y doctorado.

Sistema Nacional de Investigadores

En 2009, 1 541 académicos del SIC fueron miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI): 1 382 investigadores (incluidos 319 en el nivel III del SNI) y 159 técnicos académicos, es decir, el 89.2 por ciento de los primeros y el 13.6 por ciento de los segundos.

Estímulos

2 629 académicos participaban en 2009 de uno u otro de los principales programas de estímulos de la UNAM (PRIDE y PAIPA), cifra que representó 96.7 por ciento del total de los académicos del SIC.

Productividad

En 2009 se publicaron 2 771 artículos en publicaciones periódicas, de las cuales 2 414 fueron indizadas y arbitradas, es decir, 87 por ciento. Quiere decir que cada uno de los investigadores del SIC publicó 1.7 artículos científicos y 1.5 artículos científicos indizados.

DOCENCIA (SIC)

Nuevas licenciaturas foráneas

Se concluyó la propuesta del proyecto de "Creación de la Licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables", cuyas entidades responsables serán el Centro de Investigación en Energía y el Instituto de Ingeniería, además se espera que la Universidad Autónoma del Estado de Morelos se integre como institución participante en el proyecto. En el 2010, la propuesta será turnada a los cuerpos colegiados de la UNAM para su aprobación. A la vez, el Centro de Investigación en Ecosistemas, coadyuvó en la creación del programa de educación a distancia de la Licenciatura en Ciencias Ambientales.

El Instituto de Geología y el Centro de Ciencias de la Atmósfera trabajaron durante el 2009 en la propuesta para constituir una nueva Licenciatura en Ciencias de la Tierra. También el SIC, a través del Instituto de Ingeniería y el Centro de Nanociencias y Nanotecnología, participaron en la propuesta de creación de la Licenciatura en Ingeniería en Nanotecnología que se impartirá en el campus Ensenada, Baja California, en 2009 la propuesta fue presentada ante el Consejo Técnico para su aprobación.

Adicionalmente el Instituto de Neurobiología en el año que se reporta, fue aceptado como entidad participante del Doctorado en Psicología de la propia UNAM, contribuyendo a fortalecer las interacciones multidisciplinarias entre entidades.

Las comunidades del SIC colaboraron en la revisión y mejoramiento de los planes de estudio de las maestrías y doctorados de sus áreas de competencia, buscando adecuarlas al Nuevo Reglamento de Estudios de Posgrados, como es el caso de la maestría y doctorado en Ciencias Biológicas, entre otras.

Dirección de tesis de licenciatura, graduados

Durante 2009 se graduaron 490 alumnos de licenciatura de la UNAM y 168 de licenciaturas externas a la Institución con tesis dirigidas por académicos del SIC.

Dirección de tesis en posgrados, graduados

Durante 2009 se graduaron 739 alumnos de posgrado con tesis dirigidas por académicos del SIC: 443 de maestrías de la UNAM y 40 de externas, así como 237 de doctorados de la UNAM y 17 de externos.

Participación en programas de posgrado

Las 29 entidades académicas del SIC y la DGDC participaron activamente en la impartición de 20 posgrados de la UNAM. En los programas de maestría de la UNAM el número total de tutores registrados sumaron 1 631 y para el doctorado 3 437, en total 5 068. El SIC participa con 2 218. Cada uno de los 20 programas tenía, en promedio, 267 tutores registrados: 65 externos a la UNAM, 117 del SIC y 85 de escuelas, facultades y entidades del Subsistema de Humanidades. Los tutores del SIC representaron 43.8 por ciento del total y 59.2 por ciento de los de la UNAM.

Los 20 programas de posgrado y el número de entidades del SIC participantes en cada uno son:

- Ciencia e Ingeniería de Materiales; cuatro entidades
- Ciencias (Astronomía); tres entidades
- Ciencias (Neurobiología); una entidad
- Ciencias Biológicas; cinco entidades
- Ciencias Biomédicas; seis entidades
- Ciencias Bioquímicas; tres entidades
- Ciencias de la Tierra; seis entidades
- Ciencias del Mar y Limnología; dos entidades
- Ciencias e Ingeniería de la Computación; cuatro entidades
- Ciencias Físicas; ocho entidades
- Ciencias Matemáticas; dos entidades
- Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud; dos entidades
- Ciencias Químicas; tres entidades
- Docencia para la Educación Media Superior; una entidad
- Filosofía de la Ciencia; una entidad
- Geografía; una entidad
- Ingeniería; cuatro entidades
- Música; una entidad
- Psicología; una entidad
- Urbanismo; dos entidades

Formación de recursos humanos para certificación de la investigación

La Coordinación de Gestión para la Calidad en la Investigación ha integrado comités de calidad en las áreas de medio ambiente, seguridad, higiene, buenas prácticas de laboratorio y formación de auditores internos, en las entidades que implementaron sistemas corporativos.

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Evaluación de los proyectos del Programa IMPULSA

En mayo de 2009 se evaluaron por cuarta vez los cinco macroproyectos de ciencia enmarcados en el Programa de Investigación Multidisciplinaria de Proyectos Universitarios de Liderazgo y Superación Académica (IMPULSA): a) Nanocatalizadores para el mejora-

miento del medio ambiente (PUNTA); b) Células troncales adultas, regeneración neuronal y enfermedad de Parkinson; c) Genoma de *Taenia solium*; d) Desalación de agua de mar con energías renovables; e) Sistemas de informática para la biodiversidad y el ambiente (SIBA). Los proyectos fueron calificados como “altamente positivos” por comités científicos internacionales independientes, que certificaron la calidad y los avances logrados, con los que la UNAM innova estrategias para realizar investigación científica de frontera en áreas prioritarias del país, con un enfoque multidisciplinario y con la participación de varias entidades académicas.

IMPULSA 01. Nanocatalizadores para el mejoramiento del medio ambiente (PUNTA)

En este proyecto, conocido como PUNTA (Proyecto Universitario de Nanotecnología Ambiental), diferentes grupos de investigación de la UNAM conciertan sus conocimientos de frontera en nanociencias y nanotecnología para diseñar nuevos catalizadores de alto desempeño que permitan reducir la emisión de contaminantes generados por el uso de combustibles fósiles, mejorar la calidad del aire en espacios cerrados y abordar problemas cruciales de carácter global, como la concentración de gases de efecto invernadero, en particular el dióxido de carbono, y la forma de reducirlos. Entre los principales logros del proyecto se pueden contar el desarrollo y acuerdo de transferencia de nuevos convertidores catalíticos de alta eficiencia con base en paladio, lo que permite reducir el costo de estos dispositivos para los automóviles; la aplicación de nuevos métodos de síntesis de sistemas catalíticos para incrementar el tiempo de vida de nuevos catalizadores basados en oro, que operan a temperaturas más bajas que los utilizados en la industria; la demostración experimental, en producción piloto, de fotocatalizadores para la purificación de los residuos acuosos de la industria textil; y nuevos métodos computacionales para estudiar propiedades catalíticas básicas de nanoestructuras y para el diseño de nuevos materiales con propiedades superiores.

En PUNTA trabajan 40 académicos de distintas entidades académicas de la UNAM; se cuentan 48 tesis entre dirigidas y terminadas (30 de licenciatura; 12 de maestría y 6 de doctorado) y 16 tesis en curso (7 de licenciatura; 6 de maestría y 3 de doctorado). Se tienen 119 artículos en revistas arbitradas (103 internacionales y 16 nacionales); cinco capítulos en libros; un libro; 180 trabajos presentados entre congresos, coloquios, *simposia* y seminarios arbitrados; cinco patentes o prototipos en proceso; tres desarrollos tecnológicos en proceso y una transferencia de tecnología.

El proyecto ha conseguido logros mundialmente significativos para el desarrollo de nuevas tecnologías, entre los que destacan: a) el desarrollo de métodos computacionales que permiten predecir tendencias de la actividad catalítica; b) la estabilización térmica de catalizadores basados en partículas bimetálicas Au/Ag; c) la determinación de la influencia del tamaño del soporte sobre tamaño y forma de la fase activa y su efecto sobre la actividad catalítica en el sistema Au/TiO₂; d) el desarrollo de nuevos materiales cerámicos para la captura de CO₂; e) el desarrollo de un nuevo convertidor catalítico para automóviles, materia de una solicitud de patente; f) el inicio de una planta piloto para el tratamiento fotocatalítico de aguas contaminadas utilizando radiación solar; y g) el escalamiento comercial de la producción de nanopartículas bimetálicas Au/Ag, en colaboración con Industrias Peñoles.

La calidad y cantidad de resultados obtenidos hasta la fecha le dan a la UNAM una visibilidad nacional e internacional en el campo de la catálisis ambiental que no tenía cinco años atrás.

IMPULSA 02. Células troncales adultas, regeneración neuronal y enfermedad de Parkinson

El proyecto pretende generar conocimiento que permita, mediante el uso de células troncales neurales adultas, diseñar terapias que restablezcan las funciones neurológicas motoras en modelos animales (ratas) con síntomas que semejan la enfermedad de Parkinson. Éste es uno de los trastornos neurodegenerativos más frecuentes en México: uno de cada 40 adultos mayores de 65 años en los países en vías de desarrollo está en riesgo de padecerlo. Las evaluaciones anuales del proyecto, realizadas por eminentes especialistas internacionales de este campo, señalan que su progreso resulta impresionante a la luz de la productividad en resultados publicados y en proceso de serlo, en destacadas revistas. Por la complementariedad de las fortalezas académicas de los investigadores participantes, por su programa y coordinación, se indicó que eran excelentes las perspectivas de que el proyecto realice aún mayores e importantes contribuciones en este campo.

En este proyecto trabaja un grupo de ocho investigadores y once técnicos de cuatro diferentes Institutos de la UNAM; se cuentan 24 tesis entre dirigidas y terminadas (12 de licenciatura; 4 de maestría y 8 de doctorado). Se tienen 22 artículos en revistas arbitradas (los 22 internacionales); un capítulo en libro; 72 trabajos presentados entre congresos, coloquios, *simposia* y seminarios arbitrados.

El proyecto ha hecho aportaciones significativas, entre las que destacan: a) el desarrollo de un sistema de cultivo que permite mantener el potencial neurogénico dopaminérgico de las células precursoras; b) la identificación de un mecanismo regulador de la migración de neuroblastos que abre la posibilidad de desarrollar terapias que permitan dirigir la migración a través de modulación de la vasculogénesis; c) la obtención de resultados que permiten sugerir que las terapias celulares de restauración neuronal deben acompañarse de un esquema de rehabilitación física adecuado; d) el desarrollo de un bioensayo *in vitro* que permitirá evaluar el nivel de integración de los circuitos neuronales cuando sean reconstituidos y evaluar el potencial terapéutico de diversos fármacos para el control de la actividad neuronal consecutiva a la degeneración de la vía nigro-estriatal.

A raíz de los últimos resultados, se está redireccionando la hipótesis original con ratones transgénicos con *Green Fluorescent Protein* (GFP) para detectar con certidumbre dónde y cuándo se diferencian las troncales adultas en neuronas dopaminérgicas (DA).

IMPULSA 03. Genoma de *Taenia solium*

La *Taenia solium* es el agente causal de la cisticercosis porcina y humana, enfermedad que constituye un problema de salud y económico en países en desarrollo de diferentes regiones del mundo, como América Latina, Asia y África. El proyecto tiene como objetivo principal dilucidar (secuenciar, ensamblar y anotar) el genoma completo de este parásito. Se trata del proyecto genómico más ambicioso que se realiza actualmente en nuestro país. A juicio del comité evaluador del proyecto, la estrategia de secuenciación que se ha diseñado constituye una innovación al procedimiento que se usa hoy para secuenciar genomas de gran tamaño en el mundo. Actualmente se ha logrado un ensamblaje de

secuencias formado por poco menos de 8 000 fragmentos, conteniendo la casi totalidad del genoma de este parásito y que en su estado actual es perfectamente utilizable para proyectos de investigación relacionados. Se han identificado 11 262 genes, de los cuales 5 058 se hallan totalmente terminados (actualmente se realiza su anotación manual). Para concluir el trabajo de secuenciación actualmente se realizan cinco corridas con la plataforma de secuenciación 454 *Titanium* y tres corridas de *Solexa Illumina*.

En el proyecto trabaja un grupo de 17 académicos y cuatro técnicos de distintas entidades académicas de la UNAM, que ha cobrado un liderazgo internacional importante y ha generado cinco bibliotecas genómicas, cuatro bibliotecas de cDNA, incluyendo una de longitud completa (full length) para el cisticerco, única en su tipo, y repositorios de más de 7 000 genes. Se tienen tres tesis de licenciatura terminadas y una de doctorado en curso; cuatro artículos en revistas arbitradas internacionales y siete trabajos presentados entre congresos, coloquios, simposia y seminarios arbitrados.

IMPULSA 04. Desalación de agua mar y purificación de aguas residuales

En 2005 se creó el megaproyecto con tres objetivos específicos: encontrar soluciones económica, social y ambientalmente aceptables a los problemas de escasez de agua en el noroeste de México; crear un sólido grupo de ingenieros e investigadores expertos en los temas de desalación, capaces de transformar los conocimientos científicos en soluciones aplicadas a la ingeniería nacional; y difundir en la sociedad, a través de cursos, libros, seminarios y entrenamiento de campo, los conocimientos y experiencias adquiridos.

Cabe destacar que este proyecto sentó las bases para preparar la propuesta aprobada por FONCICYT C002-2008 "Recursos geotérmicos submarinos del norte del Golfo de California", en la que participan también institutos y asociaciones de la comunidad europea.

En el proyecto trabaja un grupo de más de siete académicos de cuatro entidades de la UNAM; se cuentan 21 tesis entre dirigidas y terminadas (20 de licenciatura; 1 de doctorado); 12 tesis en curso (7 de licenciatura; 4 de maestría y 1 de doctorado) y 7 cursos y seminarios impartidos (2 de licenciatura y 5 de maestría). Se tienen 26 artículos en revistas arbitradas (18 internacionales y 8 nacionales); un capítulo en libro; un libro; 30 trabajos presentados entre congresos, coloquios, *simposia* y seminarios arbitrados; una patente o prototipo en proceso; un desarrollo tecnológico en proceso.

Se han logrado avances significativos para el desarrollo de nuevas tecnologías, entre los que destacan: a) la generación de electricidad con una planta de ciclo binario con energía geotérmica; b) el diseño de una planta desaladora térmica; c) el diseño conceptual de una planta termosolar híbrida para el norte de Sonora; d) el diseño de la turbina "Impulsa" de tecnología propia; e) la constitución de un laboratorio didáctico y de pruebas para desalación mediante membranas; y f) un nuevo proceso termodinámico para la generación termoeléctrica con agua presurizada y turbina de alta velocidad, sujeto de solicitud de patente.

IMPULSA 05. Sistema de Informática para la Biodiversidad y el Ambiente (SIBA)

El SIBA continúa la construcción de un sistema avanzado de informática con el fin de ordenar, sistematizar, estandarizar y analizar la información primaria que forma parte del patrimonio

universitario: como las bases de datos de colecciones biológicas, los mapas, los productos geoespaciales, la biodiversidad, el ambiente, la diversidad química y datos climáticos.

El SIBA se ha convertido en una plataforma que permite monitorear, analizar y modelar la biodiversidad de nuestro país en el pasado y el presente, y proyectarla al futuro; cuestión de gran relevancia en escenarios como el cambio climático global, la deforestación, la extinción de especies y la propagación de enfermedades emergentes y plagas.

En este proyecto trabajan más de 70 investigadores y 44 técnicos de distintas entidades de la UNAM; se cuentan 20 tesis entre dirigidas y terminadas (14 de licenciatura; 6 de maestría) y 14 tesis en curso (7 de licenciatura; 3 de maestría y 4 de doctorado). Se tienen 43 artículos en revistas arbitradas (30 internacionales y 13 nacionales); 10 capítulos en libros; tres libros; 35 trabajos presentados entre congresos, coloquios, *simposia* y seminarios arbitrados; dos patentes o prototipos en proceso; siete desarrollos tecnológicos en proceso y 42 productos científicos y/o tecnológicos (bases de datos, interfases de captura, portales temáticos).

A partir de SIBA se han generado varios portales de consulta en línea, a través de diferentes unidades informáticas como: la de Biodiversidad (UNIBIO), en el Instituto de Biología; Geoespacial (UNIGEO), del Instituto de Geografía; UNIPALEO, en el Instituto de Geología, con información paleontológica; BiodiMar, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología; y UNIQUM, del Instituto de Química; además, están UNINMAR y UNIATMOS, que favorecen el trabajo de varios sectores académicos de la UNAM y del país. Estos portales son uno de sus logros más importantes, pues permiten poner a disposición de un número importante de usuarios la rica información con que cuentan los acervos de las grandes colecciones que se encuentran bajo resguardo de la UNAM.

PRODUCTIVIDAD ACADÉMICA DEL SIC

Artículos. En 2009 los académicos del SIC produjeron 2 771 artículos científicos, los cuales se dividieron en 2 217 indizados en revistas extranjeras y 197 indizados en revistas nacionales; así como, 204 en revistas internacionales no indizadas y 153 en revistas no indizadas nacionales.

Capítulos. En lo que respecta a capítulos publicados en libros científicos, la cifra en 2009 fue de 450.

Libros. Los científicos del SIC publicaron en 2009, 144 libros.

Patentes. En 2009, las entidades académicas del Subsistema de Investigación Científica reportaron haber presentado 60 solicitudes de patente (28 nacionales y 32 internacionales) y haberles sido otorgadas 8 patentes (4 nacionales y 4 internacionales). Para el mismo periodo reportaron 155 desarrollos tecnológicos.

PRESUPUESTO

Presupuesto ejercido e ingresos extraordinarios

Las 29 entidades académicas del Subsistema de la Investigación Científica (SIC), más la Coordinación de la Investigación Científica (CIC), a la cual pertenecen los Programas Universitarios de Ciencia (PU), las Plataformas Oceanográficas (PO), y la Dirección General de

Divulgación de la Ciencia (DGDC), ejercieron recursos por un total de \$4 107 432 029 pesos. De este monto, \$3 450 065 016, provinieron del presupuesto UNAM (incluidos \$115 808 365 del programa PAPIIT y \$21 846 356 del programa IMPULSA); y el resto, \$657 367 013 pesos, cifra que conforma un 16 por ciento del total ejercido, corresponden a los ingresos extraordinarios; los cuales representaron contra los gastos efectuados con recursos del mismo origen en 2008, un crecimiento del 19.99 por ciento.

De los \$4 107 432 029 pesos totales ejercidos por el SIC, \$3 737 266 796 lo fueron por las 29 entidades académicas, \$178 244 718 por la CIC incluyendo los PU, \$58 307 600 por las PO y \$133 612 915 por la DGDC.

Presupuestos asignados, ejercicio e ingresos extraordinarios de la CIC

El presupuesto operativo asignado a la CIC consistió en \$193 769 837 pesos, cifra que incluyó \$50 718 348 pesos correspondientes a las PO. En forma adicional a su asignación, el SIC recibió del presupuesto universitario \$21 766 315 pesos para los cinco proyectos del programa IMPULSA, además, la Coordinación de la Investigación Científica gestionó para el SIC apoyos universitarios adicionales al presupuesto por la cantidad de \$108 413 000 pesos, para fortalecimiento de la infraestructura, adquisición de equipos y desarrollo de varias Unidades de Apoyo a la Investigación.

En el año, la CIC ejerció, junto con los PU y las PO, un total de \$188 930 070 pesos, de este monto \$157 098 835 provinieron del presupuesto, y \$31 831 236 pesos, de los ingresos extraordinarios. De su presupuesto, la CIC destinó además \$33 773 098 pesos para apoyos a proyectos académicos del SIC.

Los ingresos extraordinarios del SIC tuvieron como origen convenios y servicios prestados, desarrollados por las entidades académicas con individuos e instituciones nacionales y extranjeras, del sector público y el privado (incluido el CONACyT). Los ingresos extraordinarios de la CIC ascendieron a \$41 870 253 pesos; de ellos, las PO aportaron \$16 156 883 pesos, que incluyen \$13 873 557 por fletamentos, y \$2 283 326, de otros ingresos y productos financieros. Los \$25 713 370 restantes fueron captados por los PU por concepto de diversos convenios, cursos, servicios y donaciones; de ellos, el sector privado aportó \$3 156 773.00 pesos, y el sector público \$22 556 596.79 pesos.

Apoyos de la CIC a proyectos académicos

La CIC apoyó proyectos académicos del SIC, facultades y asociaciones científicas por un total de \$36 072 725 pesos (incluye presupuesto asignado e ingresos extraordinarios); de éstos, \$34 800 186 fueron otorgados a los centros e institutos del SIC para el desarrollo de proyectos y compra de equipo de investigación; \$726 715 destinados a facultades y \$545 824, a asociaciones científicas. Del total de apoyos, \$33 773 098 tienen origen en el presupuesto asignado; para sumar los \$36 072 725, debe tomarse en cuenta: \$1 486 715 pesos, de ingresos extraordinarios de la CIC; y de las Bases de Colaboración \$571 283 de la denominada "Coordinación de Ciencias" y \$241 629 de las Cátedras Patrimoniales FENOMECE.

DIVULGACIÓN Y EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

La Dirección General de Divulgación de la Ciencia, perteneciente al SIC y estructuralmente dependiente de la CIC, es la principal encargada de las tareas de divulgación científica

en la UNAM. Por la magnitud e importancia de sus actividades, esta dependencia tiene un apartado propio en la Memoria. Cabe también señalar que cada una de las entidades académicas del SIC desarrolla su propia labor de divulgación, que reporta en forma independiente. Aquí se reporta tan sólo actividad desarrollada por la propia CIC.

Boletín El faro

El faro, la luz de la ciencia, boletín informativo de la Coordinación de la Investigación Científica, es una publicación mensual que se inició en 2001 con 12 números al año. A partir de 2007, se decidió editar únicamente once, al integrar en un solo número especial el bimestre julio-agosto.

Con la finalidad de economizar recursos en agosto de 2009 el boletín dejó de encartarse en su formato de papel diario en *Gaceta UNAM*. Así su tiraje se redujo de 50 000 ejemplares a 5 200 únicamente en su versión *couché*. Asimismo se inició la publicación mensual de *El faro en acordeón*, con un tiraje de 20 000 ejemplares. La idea de esta edición en políptico busca suscitar el interés de los lectores a través de una síntesis de los artículos originales de cada una de las secciones del boletín e invitarlos a continuar su lectura en forma digital en www.cic-ctic.unam.mx/elfaro, promoviendo así el acceso a la información a través de internet.

En abril de 2009, *El faro* cumplió ocho años de difundir en forma ágil, breve y precisa las diversas investigaciones de los institutos, centros y programas del Subsistema de la Investigación Científica, orientado a un público general, principalmente a estudiantes de bachillerato y licenciatura, pero también a maestros e investigadores.

Gracias a la amplia distribución del boletín, tanto en su versión *couché* como en políptico, las actividades de investigación del Subsistema se dan a conocer entre muy diversos sectores de la población. Así, *El faro en acordeón* está disponible en las áreas de recepción y bibliotecas de todas las entidades de la UNAM, tanto del interior como exterior de Ciudad Universitaria, incluyendo bachilleratos y estaciones foráneas. Al igual que la versión en *couché* se envía a secretarías de Estado, cámaras de Senadores y Diputados, embajadas, laboratorios, universidades del interior, 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 a organizaciones internacionales dentro del sistema de la ONU.

INTERCAMBIO ACADÉMICO

La CIC recibió de las entidades del Subsistema de la Investigación Científica solicitudes de intercambio académico por un total de 466 actividades, 243 nacionales y 223 internacionales. La Secretaría Técnica de Intercambio Académico apoyó con gestión y/o financiamiento a 325 de éstas (70 por ciento), 159 nacionales y 167 internacionales.

Intercambio nacional

Se apoyaron 58 estadías en la UNAM y 100 viajes. Las universidades que realizaron un mayor número de actividades con el Subsistema de la Investigación Científica fueron: Universidad de Sonora, Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma de

Ciudad Juárez, y Universidad Autónoma de Chihuahua. Las entidades académicas del SIC que más participaron en el intercambio fueron los Institutos de Astronomía, Investigaciones en Materiales e Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas.

Intercambio internacional

Se realizaron 94 estadías en la UNAM y 73 viajes al extranjero. Las instituciones que realizaron el mayor número de actividades con las entidades del Subsistema de la Investigación Científica fueron aquellas que forman parte del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad Complutense de Madrid, ambas de España, así como la Universidad de La Habana, Cuba. Por parte del SIC, fueron los Institutos de Biología, Geofísica y Geografía.

Difusión

Se difundieron 155 convocatorias concernientes a ofertas de becas, premios, cursos y reuniones de comisión mixta. Asimismo, vía los programas que el Gobierno de México tiene suscritos con sus homólogos del extranjero, se realizaron gestiones para llevar a cabo actividades de intercambio académico con instituciones de Colombia, Costa Rica y Guatemala para apoyar a la formación de recursos humanos.

VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD

La Coordinación trabajó en la proyección de las capacidades de investigación científica y tecnológica del Subsistema en los diversos sectores sociales, públicos y privados.

Certificaciones de competencias en investigación y docencia (CGCI)

La certificación del desempeño analítico, tecnológico y organizacional de laboratorios e instancias de servicio de la UNAM, de conformidad con los requerimientos de la Norma internacional ISO 9001:2000, permite ofrecer a los sectores públicos y privado mejores garantías en el cumplimiento de los proyectos y calidad de los servicios.

Durante 2009, en diez entidades académicas se alcanzó un total de 121 laboratorios certificados en ISO 9001:2000, de los cuales, se pueden clasificar en las siguientes actividades académicas con sus respectivos porcentajes: 19 por ciento en investigación; 6 por ciento de investigación aplicada; 61 por ciento en docencia; 5 por ciento en diagnóstico clínico; 2 por ciento en gestión de calidad; 2 por ciento de servicios bibliotecarios; 5 por ciento de servicios especializados. Una entidad obtuvo la certificación en Sistemas Corporativos de Gestión de la Calidad, basados en políticas y objetivos institucionales.

Propiedad intelectual

Durante el 2009, el Subsistema de la Investigación Científica solicitó 60 patentes: 28 nacionales y 32 internacionales. De las cuales fueron otorgados ocho: cuatro nacionales y cuatro internacionales. Adicionalmente, se tramitaron seis licenciamientos o transferencias, otros seis trámites se concretaron, a la vez que se tuvieron diez licenciamientos activos, por último, se dieron 155 desarrollos tecnológicos.

PROGRAMAS UNIVERSITARIOS DE CIENCIA

Con el apoyo de grupos interdisciplinarios de trabajo de entidades del Subsistema, los programas universitarios de ciencia, coordinaron o gestionaron tareas de investigación aplicada en las diferentes áreas de su competencia, promoviendo la creación de grupos multidisciplinarios. De igual manera se continuó con la realización de cursos especializados y el apoyo a la edición de libros, material electrónico, otorgamiento de premios científicos, entre otras acciones.

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ALIMENTOS (PUAL)

Proyectos más relevantes en curso

Se destacan: a) BIOCIRCLE es un proyecto que consiste en construir redes de investigación en las áreas de alimentos, agricultura, pesquerías y biotecnología (por sus siglas en inglés FAFB). El PUAL participa en este proyecto como socio activo en colaboración con la Comunidad Europea, bajo la coordinación de APRE, que es la agencia para la promoción de la investigación en dicho continente y con la "National Contact Point", de Italia. El proyecto permite al PUAL continuar con el mapeo de grupos nacionales y financiar encuentros entre investigadores, para fortalecer la construcción de consorcios con la participación de científicos mexicanos en estos proyectos de cooperación internacional; el proyecto termina en octubre de 2010; b) El PUAL también está a cargo del Proyecto "Punto Nacional de Contacto Sectorial", que aborda también las áreas de alimentos, agricultura, pesquerías y biotecnología, cuyos apoyos financieros provienen del CONACyT y la Secretaría de Relaciones Exteriores (dicho apoyo es por un millón de pesos), el objetivo de este proyecto es elevar la participación de investigadores mexicanos con diferentes países de Europa, lo que a su vez persigue fortalecer las relaciones con los investigadores y empresarios mexicanos que radican y trabajan en países como los Estados Unidos de Norteamérica, Alemania y Canadá.

Formación de equipos interdisciplinarios

Destaca, el equipo del proyecto sobre monitoreo y vigilancia de secuencias transgénicas en granos y productos de maíz (concluido en mayo). Este grupo continuó su actividad durante el año con el análisis de nuevas muestras, ahora provenientes de empresas privadas; el equipo del PUAL redactó los diagnósticos respectivos, con base en análisis realizados en la Facultad de Química.

Materiales y actividades de difusión del conocimiento

El PUAL participó con temas relacionados a la alimentación y los buenos hábitos en diversos medios de comunicación, a través de series, programas y entrevistas en prensa, radio y televisión: una entrevista en TELEVISA; el Programa Kilo x Kilo del IMER (participación con periodicidad mensual de una hora durante seis meses); Hoy x Hoy en la Ciencia en W RADIO; Animal Nocturno; Mirador Universitario la CUAED-UNAM, entre otros). También se realizó una serie de cinco programas televisivos realizados con la CUAED-UNAM sobre alimentación sana y nutrición como bases para mejorar la salud de la familia, televisados en Canal 22 de televisión abierta, Red Edusat Canal 16 y en internet, todos ellos en vivo, para

esta serie se contó con ocho invitados diferentes y una serie de entrevistas a personajes mexicanos del área de nutrición y alimentos. Asimismo, se desarrollaron diez artículos o notas de difusión; además, una publicación electrónica, "Un cómic digestivo", en edición temática especial "Diabetes", con motivo del Día Mundial de la Diabetes. Finalmente, se redactó un manual sobre manejo higiénico de alimentos.

Asesorías y servicios prestados

En 2009 se dieron aproximadamente seis asesorías externas. Entre las empresas atendidas están: Comercializadora de granos y semillas de Mixquiahuala (Análisis por PCR tiempo real de OGM's); SAGARPA; con Sabormex se inició consultoría respecto de la cuantificación de tomate en salsas cátsup; Intercambio Comercial de Productos (Detección cuantitativa de maíz genéticamente modificado mediante PCR tiempo real); Empresa Frío Aéreo del Perú (Desarrollar el protocolo para irradiación de espárrago verde para exportación. Segunda parte).

Cursos especializados

Se impartieron 14 cursos para público en general, con un total de 180 personas capacitadas y 35 empresas participantes, y dos cursos cerrados; uno para la empresa Nestlé sobre Microbiología Sanitaria, con un total de 45 personas capacitadas, y otro para el Secretariado del Protocolo de Cartagena, "Taller regional del GRULAC para formadores sobre la identificación y documentación de organismos vivos modificados del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología", con un total de 30 asistentes.

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD (PUIS)

En 2009 continuó la interacción de la UNAM y el Sector Salud a través del PUIS, con el propósito de vincular la investigación en las áreas biomédica básica, clínica, salud pública y desarrollo biotecnológico, así como con otros sectores sociales y productivos de la sociedad.

Para contribuir a la solución de problemas prioritarios de salud en México, se ha promovido la colaboración con el fin de estructurar redes multidisciplinarias entre grupos de investigación del área biomédica de la UNAM; también se ha fomentado la interacción entre los investigadores de dicha área y sus contrapartes en el Sistema Nacional de Salud y el sector productivo; asimismo, se ha fomentado el uso racional de la infraestructura universitaria para contribuir a la solución de problemas específicos de la industria farmacéutica y de instrumentación biomédica.

Investigación

El PUIS con la capacidad de aglutinar entidades e investigadores para la realización de investigaciones conjuntas, mantiene el desarrollo de los siguientes proyectos:

- **Grupo Universitario de Estudio Multidisciplinario en el área de Diabetes/Obesidad.** Los investigadores que han integrado este Grupo son de las siguientes dependencias universitarias: facultades de Ciencias; Medicina; Química; Zaragoza; Iztacala; Institutos de Investigaciones Biomédicas; Fisiología Celular; y por parte de la Secretaría de Salud participan investigadores universitarios adscritos a los institutos nacionales de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán y de Pediatría.

- **Encuesta nacional de demanda tecnológica en salud en México.** Esta encuesta, diseñada por el PUIS, ha medido tanto el impacto de la investigación en salud de la UNAM en el Sector de su competencia, como el diagnóstico de la colaboración del Sector Salud con la investigación universitaria. Se han aplicado en línea (internet) dos cuestionarios uno dirigido a investigadores de la UNAM y otro a funcionarios de instituciones del Sistema de Salud en el nivel nacional.
- **Diagnóstico de los Recursos Universitarios en el Área Biomédica de la UNAM.** Se ha continuado con la integración de los proyectos de investigación, a partir de la información de las distintas bases de datos establecidas por instituciones como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), la Dirección General de Apoyo al Personal Académico (DGAPA) de la UNAM, así como la información que se genera en los Centros, Institutos, Facultades y Escuelas también de la UNAM.
- **Catálogo de Recursos ante Influenza AH1N1.** El PUIS ha participado en la integración de un Catálogo con los Recursos Humanos y de Infraestructura de la UNAM disponibles ante la aparición de una emergencia epidemiológica.
- Continúa el convenio de colaboración de la Unidad Universitaria de Investigación en Cariología, donde se desarrolla investigación básica, clínica y epidemiológica dirigida a facilitar la prevención y el tratamiento de enfermedades bucales. Participan la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y el Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades de la Secretaría de Salud.

Divulgación

El PUIS participa con la presidencia de la Red de Programas Universitarios de Investigación en Salud en América Latina (PUISAL), y en 2009 coordinó con la Facultad de Medicina de la UNAM, la organización de la 1ª Feria Latinoamericana de Innovación e Invención en Salud que se efectuaría en 2010.

Adicionalmente, se han establecido reuniones de divulgación y promoción del proyecto universitario en CANIFARMA, y se ha proseguido con la integración de la revista de Educación bioquímica en el sitio de internet del PUIS.

Cursos

El PUIS ha establecido el Programa de capacitación y formación académica intra y extra-muros orientados a quienes realizan investigación en los diversos campos de la biomedicina. Asistieron 473 alumnos, de los cuales cinco provenían del extranjero, 67 de los estados de la República. Los cursos-taller impartidos durante el año 2009 fueron: Metodología de la investigación médica cuantitativa (102 alumnos); Introducción a la estadística descriptiva (70 alumnos); Estadística inferencial básica bivariada (76 alumnos); Manejo del paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, 40 alumnos); Curso Universitario de preparación para el Examen Nacional de Residencias Médicas (118 alumnos); Curso sabatino de preparación para el Examen Nacional de Residencias Médicas (67 alumnos).

Premios, cátedras y programas de becas para el fomento y apoyo a la investigación

Con el propósito de fortalecer y estimular la calidad de investigación en salud del país, el PUIS ha participado con el Sistema de Salud y con otras entidades para el establecimiento

de premios y estímulos a la investigación. De esta manera se ha logrado apoyar tanto a investigadores de reconocido prestigio como a jóvenes que se inician en el trabajo de investigación.

- Premio Dr. José Noriega Limón para apoyar a los residentes médicos de oncología a la doctora Ma. del Consuelo Díaz Romero, bajo la tutoría del doctor Luis Alonso Herrera Montalvo, del Instituto Nacional de Cancerología de la Secretaría de Salud.
- Premio Gea-PUIS a la investigación para el fomento a la investigación de médicos residentes del Hospital General Dr. Manuel Gea González, a la doctora Daniela Gutiérrez Mendoza, médico residente que egresa de la especialidad en dermatología.
- Premio INNN-PUIS al mejor trabajo de tesis de especialidad en el área de neurología realizada por médicos residentes del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez, al doctor Juan Barges Cool, quien cursó la especialidad en neurocirugía.
- Premio Lola e Igo Flisser-PUIS, para el fomento de la investigación en parasitología al doctor Luis Enrique Arias Romero, que tuvo como tutor al doctor Miguel Ángel Vargas Mejía del Departamento de Biomedicina Molecular del Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional.
- IV Premio de Ensayo Científico Jorge Wegman-PUIS-UNAM, dirigido a estudiantes de licenciatura de la Universidad Nacional Autónoma de México que estén realizando su servicio social o tesis de licenciatura en algún tema de salud relacionado con cáncer, en cualquier laboratorio de las instituciones del Sector Salud de México (IMSS, ISSSTE, Secretaría de Salud) o en dependencias de la UNAM. Este Premio que lo otorgó el PUIS, el Instituto Nacional de Cancerología, Cancerología (revista del INC) y la familia Wegman, fue otorgado al médico Rodrigo E. Cáceres Gutiérrez.

Por otra parte, el Coordinador del PUIS participa como Presidente del Jurado en el "Premio Silanes 2008", otorgado por el Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM.

Continúa el Programa de Becas establecido en dos institutos nacionales de salud con el objetivo de fomentar en médicos residentes la investigación básica y clínica:

- Programa Apoyo y Fomento a la Investigación Oncológica (PUIS-Instituto Nacional de Cancerología).
- Programa Apoyo y Fomento a la Investigación en Neurociencias Clínicas (PUIS-Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía).

Con el propósito de ampliar este programa de becas, se han iniciado acciones para establecer un Convenio de Colaboración con la participación del Instituto Científico Pfizer y la Comisión Coordinadora de Institutos Nacionales de Salud y Hospitales de Alta Especialidad. La idea es establecer un Programa de Apoyo y Fomento a la Investigación dirigido a médicos del Hospital General Dr. Manuel Gea González, Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y del Instituto Nacional de Perinatología.

Ediciones y publicaciones

En materia editorial, el PUIS ha participado en la coordinación de las siguientes ediciones:

- *Metodología Científica y Aplicación de la Estadística Descriptiva e Inferencial* (PUIS/Facultad de Psicología). Coordinadores: Jaime Mas Oliva, Lucy Reidl Martínez.
- *Interculturalidad en Salud. Experiencia y aportes para el fortalecimiento de los servicios de salud*. 2a. edición. Compiladores José Alejandro Almaguer González y Jaime Mas Oliva.
- *Advances in obesity-diabetes research at UNAM*. Compiladores: Marcia Hiriart y Jaime Mas Oliva.
- *Conociendo el Cáncer*. Alfonso Dueñas González, sustentante de la Cátedra Instituto Científico Pfizer-Programa Universitario de Investigación en Salud-UNAM.
- *Determinantes del desarrollo de las redes científicas con impacto en la salud de la población en América Latina*. Coordinadores: Jaime Mas Oliva y Rolando Collado Ardón.

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE MEDIO AMBIENTE (PUMA)

Durante 2009, el Programa Universitario de Medio Ambiente consolidó las estrategias que le permitirán seguir cumpliendo con su tarea de propiciar la generación de nuevos conocimientos y tecnologías, para la solución de los problemas ambientales que se le presentan a la UNAM desde diversos sectores del país.

Se ha impulsado una estrecha relación con los Institutos, Centros, Facultades y Escuelas –y en general, con cada entidad académica o administrativa de la Universidad–, en la que se fomenta el diálogo permanente entre los universitarios, se comparten experiencias, se provocan sinergias y se construyen nuevos proyectos y grupos de trabajo multi e interdisciplinarios. Especial énfasis se ha puesto en el vínculo entre ambos subsectores académicos de nuestra casa de estudios, lo que ha redundado en un enriquecimiento muy importante en la valoración, atención y desarrollo de proyectos conjuntos.

Hacia el exterior, se trabaja en mostrar y compartir con la sociedad la imprescindible labor que realiza la comunidad universitaria para la construcción de una sociedad más justa y sustentable; hacia el interior, el PUMA trabaja para articular el esfuerzo de las universidades y los universitarios en la construcción de un nuevo modelo, que haga de la UNAM un ejemplo de organización, operación y enseñanza para un futuro sustentable en el país.

EcoPuma. Estrategia de Universidad Sustentable

En presencia del Rector de la Universidad, doctor José Narro Robles, el 23 de noviembre se realizó la presentación de “EcoPuma: Estrategia de Universidad Sustentable”, a las y los directores y otras autoridades de la Universidad. EcoPuma tiene el objetivo de poner el principio de la sustentabilidad como un eje que articule las funciones sustantivas de nuestra casa de estudios: investigación, educación y difusión de la cultura, así como su operación, planeación, diseño de inmuebles, desarrollo y adquisiciones. Esta iniciativa busca articular las múltiples y diversas acciones que se han desarrollado en la Universidad en beneficio de una mejor calidad ambiental: asimismo, busca hacer del conocimiento de toda la comunidad universitaria los avances de éstas y otras acciones, con el fin de promover sinergias y sumar esfuerzos.

En el marco de EcoPuma, la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios y el PUMA, iniciaron el programa "Construyendo escuelas sustentables". Este programa tiene el objetivo de extender la responsabilidad de la Universidad hacia sus escuelas incorporadas, a través del diseño de acciones que minimicen el impacto ambiental de cada plantel en su operación. En su primera fase, se han sumado a esta iniciativa 23 escuelas y se encuentran en espera otras 25, mismas que iniciarán sus autodiagnósticos en 2010. Los temas que se atienden en la primera fase del programa versan sobre: energía, agua, consumo responsable y residuos.

Promoción de estudios académicos sobre la sustentabilidad

Con el objetivo de promover la investigación desde las distintas ramas de la ciencia sobre los temas relacionados con el desarrollo sustentable, se convocó a la primera edición del Concurso de Tesis PUMA-2009 "Desarrollo Sustentable", donde se recibieron 116 trabajos de los niveles de licenciatura, maestría y doctorado de la UNAM. Los ganadores pertenecen a las facultades de Arquitectura, Economía, Ingeniería, Química y a los institutos de Biología y Geología.

De igual manera, como una forma de apoyar la generación de investigaciones sobre temas de relevancia ambiental, el PUMA colabora en la publicación de la *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, junto con el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, la Universidad Veracruzana y la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

Investigación para el desarrollo sustentable

El PUMA coordina la ejecución de estudios inter y multidisciplinarios que ofrecen respuestas a problemas ambientales de los sectores público y privado del país. Durante el presente año, se realizaron cinco estudios en los que participaron equipos de investigación provenientes del Centro de Ciencias de la Atmósfera, de la Facultad de Ciencias, de la Facultad de Química, del Instituto de Biología, del Instituto de Geografía, del Instituto de Geología, del Instituto de Ingeniería y del Instituto de Investigaciones Sociales. Dichos estudios fueron: a) Diagnóstico ambiental de la zona de influencia de la Central Termoeléctrica Presidente Plutarco Elías Calles, durante la construcción y puesta en servicio de la Unidad 7, en Petacalco, Guerrero; b) Análisis hidrogeológico del manantial Atlixac y de calidad del agua del arroyo Atlixac en el tramo de Apizaco a San Benito Xaltocan, en el Municipio de Yauhquemehcan, Tlaxcala; c) Sistema de indicadores para monitorear el rescate de los ríos Magdalena y Eslava, en el Distrito Federal; d) Las políticas del agua en la Ciudad de México desde una perspectiva de género, en el Distrito Federal; y e) Integrando la educación ambiental a la educación básica, en 15 escuelas de educación básica de la Secretaría de Educación Pública, en la Ciudad de México.

Formación y capacitación

Para facilitar la integración entre el quehacer universitario y las necesidades de la sociedad en la generación de mayor y mejor conocimiento sobre temas ambientales, el PUMA coordina espacios de formación y capacitación con carácter interdisciplinario, enfoque indispensable en la atención de los temas ambientales. Para ello, convoca a profesores de carrera e investigadores expertos, pertenecientes a las distintas escuelas, facultades, centros e institutos de la UNAM.

El PUMA coordinó la primera edición del diplomado: La dimensión ambiental en el diseño y ejecución de políticas públicas, que fue impartido en conjunto con la Facultad de Ciencias, la Facultad de Economía, el Instituto de Investigaciones Sociales, el Instituto de Investigaciones Jurídicas y el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, así como con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Solicitaron su ingreso al diplomado 120 personas, pero el cupo fue solo para 45, estos últimos, procedían de diversas disciplinas y de los sectores tanto público como privado y de la sociedad civil. La estructura transdisciplinaria del diplomado permite ubicar los paradigmas ambientales modernos para la planeación, el diseño y la evaluación de acciones y políticas ambientales que coadyuven en la construcción de un país realmente incluyente, diverso y sustentable.

Asimismo, en 2009 el PUMA impartió ocho cursos que abarcaron 370 horas, y en los que participaron 222 alumnos y 79 profesores de 13 entidades académicas de la UNAM. Los cursos impartidos fueron: Técnicas estadísticas y modelos para el análisis de información de proyectos ambientales; Aspectos técnicos, científicos y legales para el manejo integral de residuos peligrosos; Percepción remota y sistemas de información geográfica como herramientas de integración y análisis para estudios ambientales; Formación de educadores ambientales en el suelo de conservación; Uso de modelos y técnicas estadísticas para el análisis de proyectos ambientales; Auditorías Ambientales; Normatividad ambiental en fuentes móviles, y Comunicación de riesgos.

Seminarios y conferencias

Con el propósito de generar espacios de encuentro académico entre investigadores e investigadoras de las distintas ciencias involucradas en el análisis de la temática ambiental, el PUMA ha organizado, conjuntamente con otras entidades de la UNAM, una serie de seminarios y eventos que promueven el intercambio internacional entre distintos especialistas. Estos encuentros, acordes con los retos y objetivos generales que se ha planteado el PUMA, buscan propiciar el análisis y la discusión en temas emergentes de la temática ambiental de México y el mundo.

En ese sentido, el PUMA organiza el seminario “Las Ciencias en el Desarrollo Sustentable”, que para este año comprendió la Conferencia Magistral “El Ecologismo de los Pobres en América Latina”, impartida por uno de los pilares de la Economía Ecológica y la Ecología Política, el doctor Joan Martínez Alier, de la Universidad Autónoma de Barcelona; también se llevó a cabo el taller “Indicadores Biofísicos de Sustentabilidad”, impartido por el doctor Mario Pérez Rincón, de la Universidad del Valle de Cali-Colombia, donde se revisaron algunos de los métodos para calcular el impacto de las actividades humanas en los ecosistemas, principalmente las relacionadas con el comercio internacional, como el cálculo de la huella hídrica; así como la conferencia Cambio Climático y las Ciencias del Siglo XXI, impartida por el doctor Manuel Toharia, Director del Museo de las Ciencias “Príncipe Felipe”. Todas estas actividades se realizaron conjuntamente con el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades.

También se instauró el seminario “Género y Cambio Global”, con la participación de especialistas del Centro de Ciencias de la Atmósfera, del Centro de Investigaciones Interdisci-

plinarias en Ciencias y Humanidades y del Instituto de Ingeniería, así como del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Este seminario promueve la creación de un espacio para el análisis, discusión y generación de propuestas encaminadas a la comprensión del vínculo entre cambio global y relaciones de género, en el marco de la situación mundial y nacional.

Conjuntamente con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se llevó a cabo el seminario “Cambio Climático y Estadística Oficial”, el cual contó con la presencia de 12 especialistas que impartieron ponencias y mesas redondas a 300 asistentes.

Con el fin de promover entre los estudiantes el trabajo universitario en temas ambientales, se organizó en las “islas” del campus central de Ciudad Universitaria, el encuentro “Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Sustentable”, en el que colaboraron 52 universitarios y asistieron más de 350 personas.

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE CIENCIA E INGENIERÍA MATERIALES (PUCIM)

Este programa universitario tiene como objetivo la resolución de problemas de alto grado de complejidad de los sectores público y privado relacionados con materiales; se trata de asuntos que, por su naturaleza, exigen la intervención de investigadores de diferentes disciplinas. Para promover las capacidades físicas y humanas de la UNAM en estas cuestiones, durante el año 2009 se llevaron a cabo diversas presentaciones ante cámaras, gobiernos de los estados e industria nacional; en respuesta a estas presentaciones surgieron los siguientes proyectos que llegaron a su conclusión en el 2009 y uno más que está en proceso:

Proyectos concluidos

- Análisis de microestructura y precipitación a 16 muestras de acero, TenarisTamsa.
- Estudio para determinar el origen de pandeo de carburos de tungsteno-cobalto en la etapa de sinterizado, Sandvik de México, S.A. de C.V.
- Caracterización y comparación de óxidos generados durante diversas etapas del proceso de tratamiento térmico en 15 muestras de acero provenientes de diferentes plantas de Tenaris, TenarisTamsa.
- Enfriamiento Acelerado en Aceros LP, para TenarisTamsa.
- Identificación del mecanismo de oxidación sobre la superficie de tubos de acero en atmósferas de metano-aire, para TenarisTamsa.

Proyectos en proceso

- Pruebas de corrosión en acero API en condiciones de alta presión y alta temperatura, TenarisTamsa.

Libros publicados

Hernández Cordero, Juan y Pulós Cárdenas Guillermo (2009). *Fundamentos de Matemáticas*, Programa Universitario de Ciencia e Ingeniería de Materiales, CIC-UNAM, ISBN: 978-607-02-0935-2, México, 201 p.

Servicios especializados en proceso

- Determinación de PEG en muestras de polvo, Sandvik de México, S.A.
- Determinación de dos muestras circulares una pequeña y otra más grande con manchas superficiales, Sandvik de México, S.A.
- Determinación de una pieza con manchas circulares blancas en la parte rectificada, Sandvik de México, S.A.
- Diseño y construcción de un anillo de acero especial para la fabricación de películas de PVC, Quimic S.A. de C.V.

Posgrado

Difusión de la Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales en la industria siderúrgica Arcelor Mittal Steel, Cd. Lázaro Cárdenas, Michoacán.

Presentaciones en cámaras para la industria

CANACINTRA, Subdirección de Comités y Comisiones; CANIETI, Gerencia de Membresías; CANACERO, Subgerencia de Normalización y Calidad; CANAME, Gerencia de Relaciones Institucionales; CANAINTEX, Dirección de Desarrollo de Negocios.

GESTIÓN, PLANEACIÓN Y EVALUACIÓN

Trámites académico-administrativos para el SIC

La Secretaría Académica de la CIC, a través de Departamento de Desconcentración de Trámites del Personal Académico, realiza tareas de gestión académico-administrativa para todas las entidades académicas del Subsistemas de la Investigación Científica ante diversas instancias de la administración central. En números los procesos realizados fueron como sigue: formas únicas recibidas para su revisión y trámite 2 150; se atendieron 437 solicitudes presupuestales para movimientos de plazas académicas, 122 registros de plazas revisadas para la publicación de su convocatoria. Asimismo, en relación con el programa de Becas Posdoctorales, para el cual el departamento revisa documentos y elabora mensualmente las relaciones y recibos para su pago, llegó a la onceava etapa y alcanzó un máximo de 117 becarios.

La Coordinación de Servicios de Gestión y Cooperación Académica (CSGCA)

Dentro de la CIC, la CSGCA realiza la gestión para obtener financiamiento externo para la investigación científica, aunado a la gestión de los correspondientes convenios con los sectores público y privado y con organismos internacionales. El resultado registrado durante 2009 significó la captación de 628 nuevos apoyos por la cantidad total de \$850 267 740.78 pesos como ingreso extraordinario. Las fuentes de financiamiento del total registrado en este año se clasifican como sigue: del sector público se registraron 49 organizaciones públicas y/o entidades gubernamentales con las que se formalizaron 595 compromisos por un monto de \$825 397 127.52 pesos; del sector privado se registraron 18 contrapartes de las cuales se obtuvieron 20 apoyos por un monto de \$14 604 416.67 pesos. A través de diez organismos internacionales se obtuvieron 13 apoyos, por un monto de \$10 266 196.59 pesos. El organismo público del cual se obtiene el mayor financiamiento es el CONACyT.

En las convocatorias del CONACyT 2008 y 2009 de las solicitudes presentadas con resultados publicados en 2009, a la UNAM se le aprobaron y otorgaron, a través de la CIC, un total de 403 apoyos por un monto de \$460 508 753.53, correspondiendo al Subsistema de Investigación Científica 280 solicitudes aprobadas, por \$373 024 257.53 pesos; para las facultades afines corresponden 123 solicitudes aprobadas por \$87 484 496.00. Los resultados registrados provienen de los diversos programas que se detallan a continuación:

En la convocatoria de Proyectos de Investigación Científica Básica 2008, se aprobaron 142 solicitudes, por \$178 310 888.00 pesos, cuyo financiamiento está calendarizado a tres años.

En los programas del Fondo Institucional se obtuvieron 141 apoyos por \$63 761 083.00 pesos, distribuidos en los siguientes programas: en el de Consolidación Institucional de Grupos de Investigación se otorgaron ocho apoyos, por \$2 567 396.00 pesos; en el de Apoyos Vinculados al Fortalecimiento de la Calidad del Posgrado Nacional se aprobaron 49, por \$11 964 000 pesos; en el Programa de Apoyo Complementario a Proyectos de Investigación Científica para Investigadores en Proceso de Consolidación se aprobaron 34 solicitudes, por \$3 242 428.00; en el Fondo Especial Influenza se obtuvieron 11 apoyos por \$34 129 560.00; en el de Índice de Revistas Mexicanas se otorgaron 11 apoyos por la cantidad de \$1 714 699.00; en el de Redes Temáticas se aprobaron dos apoyos, por \$2 150 000.00; en Apoyos Especiales se formalizaron 11 convenios con un financiamiento de \$7 993 000.00 pesos; en el de Estancias de Consolidación se aprobaron 15 solicitudes, cuyos recursos se depositan directamente a los académicos.

En los programas de Fondos Sectoriales, 20 proyectos obtuvieron un apoyo total de \$122 191 856.00 pesos; uno para el Fomento de la Producción y Financiamiento de Vivienda por \$1 650 000.00; en el de Investigación en Salud y Seguridad Social se obtuvieron diez proyectos aprobados por \$18 530 884.00; con la Subsecretaría de Educación Básica se obtuvo un proyecto aprobado por \$444 700.00; dos proyectos aprobados con la Secretaría de Energía-Hidrocarburos por \$79 453 784.00; un proyecto aprobado con ASA para el Desarrollo Aeroportuario y la Navegación Aérea por \$998 000.00; cuatro proyectos aprobados en el Fondo de CONAGUA, Investigación y Desarrollo sobre el Agua por \$20 114 488.00 y un proyecto aprobado con la Secretaría de Relaciones Exteriores por \$1 000 000.00.

En los Fondos Mixtos se aprobaron 22 proyectos, por un total de \$36 173 631.00 pesos, cuyos convenios se formalizaron con los siguientes estados: un convenio con el Gobierno del estado de Puebla por \$1 900 000.00; cinco convenios con el Gobierno del estado de Yucatán por \$17 064 607.00; un convenio con el Gobierno del estado de Baja California por \$745 200.00; un convenio con el Gobierno del estado de Guerrero por \$345 000.00; cuatro convenios con el Gobierno del estado de Michoacán por \$4 214 184.00; un convenio con el Gobierno del estado de Querétaro por \$355 000.00; tres convenios con el Gobierno del estado de Veracruz por \$5 528 900.00; un convenio con el Gobierno del estado de Jalisco por \$298 000.00; un convenio con el Gobierno del estado de Hidalgo por \$446 560.00 y, dos convenios con el Gobierno del Distrito Federal por \$2 776 180.00.

En Cooperación Académica Internacional, las solicitudes financiadas en 2009 corresponden a 78, por un monto de \$60 071 295.53 pesos. El CONACyT ha continuado el apoyo a proyectos en los programas de Cooperación Bilateral y Multilateral para acciones puntuales de investigadores nacionales en colaboración con investigadores extranjeros: se otor-

garon 51 apoyos, por la cantidad de \$3 731 470.53 pesos; para el pago de membresías a revistas internacionales, se aprobaron cuatro solicitudes por \$383 672.00; en el Programa del Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología Unión Europea-México (FONCICYT), se aprobaron seis proyectos, en los que la UNAM funge como líder, por un monto de \$52 259 568.00; un proyecto aprobado en la convocatoria de Colaboración Inter-Americana en Materiales por \$876 730.00 y, para los programas de Texas A&M-CONACyT y UC-MEXUS-CONACyT se aprobaron cuatro proyectos por \$653 510.00 pesos y 12 proyectos por \$2 166 345.00, respectivamente.

En las convocatorias CONACyT 2009, se presentaron 1 778 solicitudes; de ellas, hasta diciembre del mismo año sólo se habían formalizado 348 convenios, por \$528 296 476.17 pesos. La evaluación, resultados y formalización de convenios de las solicitudes restantes han quedado pendientes, por parte del CONACyT, para el 2010.

Adicionalmente, es importante resaltar que desde hace cuatro años, se cuenta con una institución pública que otorga financiamientos a la UNAM, se trata del Instituto de Ciencia y Tecnología del Gobierno del Distrito Federal, instancia que ha venido incrementando los apoyos a lo largo de los dos últimos años, a través de proyectos de investigación aprobados en el marco de sus convocatorias y programas de apoyo a la investigación científica y al desarrollo tecnológico. En 2009 se formalizaron 65 convenios por un monto de \$78 189 718.88. Finalmente, con el resto de las contrapartes se formalizaron 160 instrumentos jurídicos por un monto de \$311 569 268.37 pesos.

Trámites jurídicos realizados para el SIC

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 tengan algún interés las entidades académicas del Subsistema, brindando este servicio a 35 dependencias: 19 institutos, 10 centros, cinco programas universitarios, la Dirección General de Divulgación de la Ciencia y la Coordinación de Plataformas Oceanográficas; a su vez, mantiene informado de los asuntos de su competencia al Abogado General. 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. En el año 2009, la Secretaría Jurídica atendió: 176 asuntos migratorios; 56 laborales; cinco civiles; 76 penales; y 427 convenios y contratos.

Coordinación de Plataformas Oceanográficas (CPO)

La administración y gestión de los dos buques oceanográficos de la UNAM, "El Puma" y "Justo Sierra", corresponde a la CIC, que los realiza a través de su Coordinación de Plataformas Oceanográficas. Además del uso de los buques con fines de investigación por parte de distintas entidades de la UNAM, éstos son contratados mediante fletamento por entidades e instituciones académicas, particulares o de gobierno interesadas en su uso. De las 19 campañas emprendidas por ambos buques en el año, siete fueron bajo la modalidad de fletamento. Los ingresos generados por el fletamento constituyen los principales medios destinados al mantenimiento de los buques, así como a la reparación y renovación de su instrumental operacional y científico.

En 2009, "El Puma" navegó 125 días en once campañas. La campaña más larga duró 27 días y la más corta tres. La distancia total navegada ascendió a 16 339 millas náuticas, lo que equivale a 0.8 vueltas al globo terráqueo. En estas campañas participaron 206 personas, entre investigadores, técnicos y estudiantes.

En el mismo periodo, el "Justo Sierra" navegó 125 días en ocho campañas, incluidas cinco de fletamento (84 días). La campaña más larga duró 34 días y la más corta siete. La distancia total navegada sumó 19 297 millas náuticas, equivalente a 0.9 vueltas al globo terráqueo. En estas campañas participaron 160 personas, entre investigadores, técnicos y estudiantes.

En comparación con ejercicios anteriores, el 2009 se perfiló como normal en ambos buques.

Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA)

Se cumplió en un cien por ciento con el Plan Operacional de 2009, que consistió en la protección de la Zona Núcleo Sur Oriente, con la construcción de la barda perimetral de 1 800 metros lineales y de 127 metros colindante al CENAPRED. Esto fue posible gracias al apoyo de la Dirección General de Obras y Conservación, cerrando completamente el único polígono abierto de la REPSA.

Adicionalmente, se publicó y distribuyó en las principales bibliotecas universitarias e instituciones dedicadas a la conservación e investigación de áreas naturales mexicanas, la obra *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*, con la participación de más de 90 especialistas universitarios. Asimismo, se publicó la *Bitácora del jardinero del Pedregal*, a manera de un diario escrito por uno de los jardineros de la UNAM que reconocen el valor de la flora nativa y su manejo, como parte de los jardines y áreas verdes del campus.

También se iniciaron proyectos de colaboración con las delegaciones vecinas a CU, en el restablecimiento y restauración ecológica de camellones en la Ruta de la Amistad (Embajada de Italia), el parque Huayamilpas y la vegetación xerófila del Museo Anahuacalli.

FORTALECIMIENTO DE LA PLANTILLA ACADÉMICA Y DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y EQUIPAMIENTO

En 2009 se gestionó la creación de 69 plazas académicas nuevas (36 de investigador y 33 de técnico académico) que fueron distribuidas en las diversas entidades del Subsistema de la Investigación Científica.

Además se gestionaron recursos adicionales para el fortalecimiento de la infraestructura en equipamiento mayor (para consolidar ocho Unidades de Apoyo a la Investigación) y mediano (como apoyo a siete entidades académicas), así como para la ampliación de espacios físicos en cuatro entidades del subsistema, como se menciona adelante. También se canalizaron importantes recursos adicionales provenientes de la administración central para apoyar el mantenimiento de la planta física de todas las entidades y dependencias del Subsistema.

Se planteó la creación o fortalecimiento de 14 Unidades de Apoyo a la Investigación que impactarán favorablemente al desarrollo de las Ciencias Químicas, Biológicas y de la Salud,

a las Ciencias Físico-Matemáticas y a las Ciencias de la Tierra e Ingenierías, en la Universidad. El desarrollo actual de la actividad científica y tecnológica requiere constantemente de equipamiento moderno y de frontera que permita la realización de la investigación en condiciones competitivas en el nivel internacional. Si bien la UNAM cuenta con excelentes instalaciones e infraestructura para llevar a cabo sus tareas de investigación, formación de recursos humanos y difusión de la cultura, así como una creciente vinculación con la sociedad, es un hecho que el equipamiento científico especializado se ha venido haciendo obsoleto tanto por el uso extensivo que de él se hace como por el rápido avance en los desarrollos tecnológicos en el ámbito mundial. La tendencia actual con respecto al uso de equipamiento sofisticado, complejo y caro va en el sentido de concentrarlo en Unidades de Apoyo a la Investigación (*core facilities*) a fin de optimizar su utilización, incrementar la relación costo/beneficio, aprovechar al máximo los recursos humanos y materiales de las instituciones para hacer un mejor uso de éstos en beneficio y con un mayor número de usuarios. La propuesta de crear o fortalecer varias unidades de apoyo a la investigación científica en la UNAM, en los diversos campi que la componen, va en el sentido señalado y permitir colocar a la UNAM en la frontera de la instrumentación moderna para ampliar sus capacidades de investigación en distintas disciplinas así como mantener un liderazgo importante a nivel nacional e incluso internacional. La creación de estas unidades de apoyo a la investigación deberá estimular los procesos de vinculación con los sectores productivos del país y convertirse en una fuente importante de ingresos extraordinarios para la institución, que deberán coadyuvar al mantenimiento y modernización de su infraestructura en investigación. Durante 2009 se gestionaron recursos destinados a la instrumentación de ocho unidades que se describen a continuación:

Laboratorio Universitario de Estructura de Proteínas (LUEP)

En el marco del fortalecimiento de la infraestructura de unidades de apoyo a la investigación compartidas (en este caso con la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, UAEM), se obtuvieron recursos para adquirir un equipo de resonancia nuclear magnética de 700 MHz, un difractor de Rayos X de monocristal para macromoléculas con generador Micromax 007HF, un detector de placas fosforescentes y robot de cristalización, que serán ubicados en dos sedes: el Centro de Investigaciones Químicas de la UAEM y en el Instituto de Química de la UNAM, con lo que se fortalecerán ambas comunidades y se proporcionará servicio a diversas entidades académicas de ambas instituciones y de otras en el país. Para estas adquisiciones se contó con el apoyo del CONACyT, de la UAEM y de la propia UNAM.

Unidad de Proteómica en el campus Morelos

En el contexto del desarrollo y modernización de la infraestructura del SIC, se adquirió un espectrómetro de masas MALDI/TOF/TOF, con capacidad para identificar cientos de proteínas conocidas en un solo análisis, esto permitió incrementar el número de muestras sometidas por los diversos investigadores, y ampliaría la capacidad de respuesta de la unidad que se ubica en el Instituto de Biotecnología, en el campus Morelos. Hasta el momento se ha atendido las solicitudes de servicio de nueve entidades académicas de la UNAM, 13 instituciones de educación superior del país y tres empresas.

Unidad de Secuenciación de ADN de Alto Rendimiento (secuenciación masiva), campus Morelos

Los proyectos genómicos involucran la necesidad de acceder a tecnologías de secuenciación masiva (miles de millones de bases nucleotídicas [Gb]) para incursionar en el conocimiento profundo de la composición genética de los organismos. De ahí que la UNAM decidiera incorporar novedosas tecnología de secuenciación masiva, basada en la química dideoxy, que permiten obtener hasta 15 Gb por corrida, con lecturas de 50 nucleótidos de largo de cada uno de los extremos de los fragmentos de ADN secuenciados (que en promedio tienen 200 bases). Se formó un consorcio en el que participan el Instituto de Biotecnología, el Instituto de Neurobiología, el Instituto de Investigaciones Biomédicas, el Centro de Ciencias Genómicas, la Facultad de Química, la Facultad de Medicina y la propia Coordinación de la Investigación Científica, quienes contribuyeron con recursos para la adquisición del equipamiento de punta para consolidar a esta Unidad, ubicada físicamente en el Instituto de Biotecnología. Por ello, se adquirió un equipo de secuenciación masiva denominado secuenciador Gene Analyzer II, con tecnología Solexa, de Illumina, y se complementó con equipamiento. Con ello se amplió el potencial para dar servicio a las entidades universitarias y a otras instituciones del país. En los primeros diez meses de operación se han secuenciado del orden de 75 000 millones de bases, el equivalente a diez veces el genoma haploide del ser humano.

Unidad de Nanocaracterización y Nanofabricación

Centro de Nanociencias y Nanotecnología, campus Ensenada

Se gestionaron y autorizaron recursos para la adquisición de los siguientes equipos: microscopio electrónico combinado para barrido y transmisión (STEM) de alta resolución (0.19 nm en transmisión), con emisión de campo (FE), versátil y análisis de materiales por pérdidas de energía (EELS), tomografía, analizador de energía dispersa (EDS) y filtro de energía (GIF); modelo JEM-2100F, marca JEOL. Equipo de espectroscopía de fotoelectrones de rayos X, PHI-5600, con monocromador (mod. 10-420 toroidal), fuente dual (Al/Mg) normal, analizador de tipo semiesférico, con un diámetro grande (mod. 10-360 de 279.4 mm), con fuente de electrones de distribución amplia, detector multicanal y cámara de enfriamiento. Equipo de nanolitografía por electrones, con filamento de hexaboruro de lantano, energía variable entre 0.2 y 30 KeV, platea de posicionamiento con resolución de 2 nm y generador de patrones controlado en tiempo real e incrementos en intervalos de 2 ns. Equipo de microscopía de fuerza atómica (AFM) integrado con un microscopio óptico invertido. Analizador de movimiento diferencial, Nanoranger, mod.1100, de la compañía Nanoengineering Corp., con bomba de aire, sistema de recirculación, filtración, fuente de ionización electro-spray, portamuestra de ionización Ni-63 y electrómetro de aerosoles. Estas adquisiciones fortalecerán a la Unidad que, situada en el CNyN, apoyarán múltiples proyectos de investigación y darán servicios a distintas instituciones en toda la región Noroeste del país, así como a todos los investigadores de la UNAM que lo requieran. Además, se apoyará al Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada (CI-CESE), a la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), al Centro de Graduados del Instituto Tecnológico de Tijuana (CG-ITT), a la Universidad de Sonora (UNISON), y también se proveerían servicios a empresas de alta tecnología como SONY, HITACHI, SAMSUNG, CEMEX, Q-Cells, entre otras.

Taller Centralizado de Fabricación de Equipos Ópticos

En el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) se diseñan y construyen diversos instrumentos para aplicaciones científicas, médicas o industriales, entre los cuales destaca la fabricación de prototipos de instrumentos ópticos. En el marco de la innovación de la infraestructura de apoyo a la investigación en el Subsistema de la Investigación Científica, se adquirieron para fortalecer este taller: una pulidora de precisión de dos ejes con capacidad para 12" cada uno, otra pulidora de precisión de un eje con capacidad para 12", una esmeriladora manual de 14" de capacidad y un esferómetro digital. Bajo sus nuevas capacidades, el Taller proporciona servicios especializados a diversas áreas de la ingeniería así como a empresas del ramo con el consiguiente impacto socioeconómico y en la generación de ingresos extraordinarios.

Taller Centralizado de Manufactura Avanzada

En el CCADET se cuenta con grupos de trabajo que realizan tareas de diseño especializado en equipos científicos y que dan apoyo a varias entidades académicas y otras instituciones. El desarrollo de piezas complicadas utilizando procesos CAD-CAM-CAE-CNC, no es posible hacerlo únicamente con máquinas-herramientas convencionales como las que se tienen, por ello, es imprescindible contar con la infraestructura adecuada y el personal calificado en el uso de tecnologías de vanguardia. Se gestionaron recursos para la modernización de este Taller a través de la compra de equipo tales como: máquina electroerosionadora, micro-precisión Sinkers EDM, máquina cortadora por chorro de agua (water jet), máquina de prototipos rápidos, dos centros de mecanizado y dos tornos de control numérico, dos fresadoras y dos tornos convencionales, para los cuales ya se cuenta con los recursos. Mejorar estas capacidades de manufactura coadyuvará con la docencia a nivel de licenciatura y posgrado en las áreas de ingeniería mecánica y mecatrónica, así como apoyar a las empresas nacionales, especialmente las PYMES, por medio de convenios que permitirán a su vez ingresos extraordinarios.

Laboratorio Universitario de Microanálisis y Fechamiento Centro de Geociencias, campus Juriquilla

Éste se ha venido modernizando a través de la adquisición de varios equipos, dentro de los cuales sobresale: ICP-Óptico - iCAP 6000 Series, ThermoFisher, microscopio electrónico de sobremesa (SEM-EDS Tabletop microscope) Hitachi TM-1000., mismos que terminarán de ser instalados en el 2010. Para el fortalecimiento de esta unidad se ha adquirido un espectrómetro de masas con plasma acoplado por inducción con múltiples detectores (Multicollector Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (MC-ICP-MS), de la UN Instruments), que se acopla a un sistema de ablación laser que ya existe. El financiamiento otorgado por la UNAM fue complementado por recursos provenientes de la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA) y los ingresos extraordinarios del propio Centro. El Laboratorio da servicio a varios proyectos del Centro, a otras entidades universitarias (IGeol, CFATA, INb), y ha permitido el establecimiento de convenios con empresas (PEMEX, CFE, REPSOL) así como con otras instituciones nacionales (CICESE, UANL) e internacionales (Universidades de EEUU, Colombia, Ecuador).

Laboratorio Regional de Imagenología Funcional, campus Juriquilla

Ha venido consolidando sus equipos y capacidades para el estudio y análisis de la función y la estructura del sistema nervioso, a través de diversas tecnologías que son utilizadas para el desarrollo de proyectos de investigación original, investigación clínica y también para diagnósticos que impactan favorablemente al sector salud en toda la región central del país. Esta infraestructura se ha utilizado en una gama amplia de proyectos de investigación y formación de recursos humanos y también se ha destinado al diagnóstico temprano de daño cerebral en bebés expuestos a factores de riesgo por causas prenatales o perinatales. En particular, en el Instituto de Neurobiología, se cuenta con equipamiento importante para obtener imágenes de la estructura y función cerebral. Para estar a la vanguardia en el estudio de las condiciones fisiológicas y patológicas de la actividad neural, sus fuentes de origen, la interacción entre diversas áreas cerebrales y el desarrollo de nuevos enfoques para el diagnóstico temprano y oportuno de diversos desórdenes neurológicos, se amplió la unidad existente y se modernizó con la adquisición (con recursos de CONACyT y de la UNAM) de un resonador magnético 3.0 T General Electric, con lo cual el laboratorio es único en México y Latinoamérica.

En 2009 se autorizó e inició la construcción de un nuevo edificio para ampliar el que actualmente comparten el Centro de Radioastronomía y Astrofísica y la Unidad Morelia del Instituto de Matemáticas en el campus Morelia, lo que permitirá fortalecer a ambas comunidades académicas.

Se gestionaron y autorizaron recursos para la construcción de una ampliación al edificio del Centro de Nanociencias y Nanotecnología; en el campus Ensenada y ya se cuenta con el proyecto arquitectónico. Esta ampliación permitirá la incorporación de un departamento de nanobiotecnología, así como albergar a la Unidad de Nanofabricación y Nanocaracterización, y las instalaciones docentes para una nueva licenciatura en Nanotecnología, además de resolver problemas importantes de espacio que enfrenta el Centro actualmente.

Se autorizaron recursos para concluir la obra de ampliación y adecuación de espacios para cubículos y laboratorios en el Instituto de Ciencias Físicas.

Se gestionaron y autorizaron recursos para obras de ampliación en el Instituto de Ciencias Nucleares, en Ciudad Universitaria.

En el Instituto de Ecología se otorgaron recursos para readecuar y ampliar su invernadero y laboratorios.

Se gestionaron recursos para el funcionamiento y puesta en marcha del Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC), para el Programa EcoPUMA, dependiente del Programa Universitario del Medio Ambiente, y para el Programa PUMAGUA.

PRINCIPALES LOGROS Y RETOS

Atención a los problemas de salud pública

La participación y contribución de varias entidades y académicos del Subsistema de la Investigación Científica, del Subsistema de Humanidades y de varias facultades y escuelas, durante la emergencia epidemiológica generada por la aparición del virus AH1N1 en

nuestro país, fue determinante para la realización de una serie de estudios integrales que produjeron información y elementos para ayudar a las autoridades de salud en la toma de decisiones. Actualmente, el Instituto de Biotecnología (IBt) de la UNAM puede caracterizar molecular y genéticamente el nuevo virus de la influenza ahora llamado de "Norteamérica", hacer pruebas diagnósticas y producir en sus laboratorios una mayor cantidad de dosis del precursor para el medicamento Tamiflu, si se obtienen las licencias necesarias de las farmacéuticas propietarias de las patentes.

Integrantes del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBm) de la UNAM estudian el efecto de la deficiencia de biotina sobre la expresión de los genes, como un modelo para investigar la probable relación entre la deficiencia nutricional en el desarrollo embrionario y la ocurrencia, en la edad adulta, del llamado síndrome metabólico, en el que los pacientes presentan mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares y otras como hipertensión, obesidad y diabetes.

Un antiveneno contra la picadura de alacrán desarrollado en México en el IBt, y comercializado por la empresa Instituto Bioclon, fue probado con éxito en un grupo de niños estadounidenses. En todos los casos, el antiveneno Alacramyn inhibió la toxicidad y evitó daño respiratorio y al sistema nervioso. Los resultados del estudio se publicaron en la prestigiada revista *The New England Journal of Medicine* y constituyen un paso a la autorización del producto en la Unión Americana.

Alrededor del mundo, la rabia constituye uno de los diez padecimientos que ocasionan más pérdidas humanas y económicas, y en México es considerada una enfermedad emergente. Tan sólo en 2008, en Yucatán, y poco antes en Guerrero y Jalisco, se registró una alta mortandad de ganado vacuno por rabia parálitica bovina. Si bien ha sido casi controlada con la vacunación de perros (antes los principales transmisores del virus rábico), hoy el mayor número de casos en animales domésticos y, ocasionalmente, en seres humanos, es causado por murciélagos que se alimentan de sangre (hematófagos). Científicos del Instituto de Ecología (IE) de la UNAM intentan modelar, predecir y prevenir brotes en el campo mexicano.

Científicos de la Unidad Periférica de Investigación en Cáncer del IIBm en el Instituto Nacional de Cancerología, desarrollaron una terapia que aumenta la supervivencia de pacientes con cáncer cervicouterino, localmente avanzado.

Los Laboratorios de Biológicos y Reactivos de México (Birmex), han solicitado al IIBt asesoría para evaluar las mejores opciones tecnológicas para introducir al mercado mexicano una vacuna de nueva generación contra la influenza, basada en proteínas recombinantes. Para lograr esta transferencia se requieren conocimientos de ADN recombinante, uso de baculovirus como sistemas de expresión, y cultivo de células de insecto, campos en los que son expertos los científicos de esta casa de estudios.

En el IIBm se desarrolló un grupo de compuestos, sintetizado y patentado por la UNAM, denominado casiopeínas; el mismo, es probado en laboratorio contra tumores del sistema nervioso periférico, denominados neuroblastomas, que afectan a niños.

En México existen aproximadamente cinco millones de individuos con cisticercosis, y de ellos, casi del 80 por ciento tiene los cisticercos alojados en el cerebro. Según la Secretaría

de Salud, tres de cada 100 personas con problemas neurológicos padecen neurocisticercosis, y una de cada 100 fallece por esa causa. Ante ello, el Instituto de Fisiología Celular (IFC) de la UNAM, creó un método para diagnosticar la neurocisticercosis cuando los parásitos están viables, sin necesidad de recurrir a la resonancia magnética o a la tomografía computarizada, técnicas costosas practicadas en hospitales especializados.

Para contribuir al combate de *Aedes aegypti*, mosquito transmisor de la enfermedad del dengue, investigadores del IBt, campus Morelos, aprovechan la bacteria *Bacillus thuringiensis* subsp. israelensis (BTI) para desarrollar un producto efectivo contra las larvas.

El IBt trabajó en el diseño de procesos racionales de producción de estructuras virales recombinantes; justo una de sus aplicaciones es la de fabricar vacunas 100 por ciento seguras.

Para detectar la variación en la cadena del frío de los alimentos y determinar si fueron almacenados a temperaturas adecuadas, integrantes del Departamento de Biología Molecular y Biotecnología del IIBm desarrollaron un estuche, único en el mundo. El estuche no sólo indica si la cadena de frío se rompió, sino por cuánto tiempo y el nivel de contaminación por bacterias que podrían tener los productos, en especial los productos cárnicos. Se trata de un desarrollo accesible y de bajo costo.

Vínculo con los estados de la República

En reunión de trabajo entre la UNAM y el gobierno de Tabasco, académicos del Instituto de Ingeniería de la UNAM presentaron los avances del Plan Hídrico Integral de Tabasco (PHIT), que pretende disponer de acciones en materia hidráulica para disminuir el riesgo de inundaciones en la ciudad de Villahermosa y otras poblaciones de esa entidad.

La UNAM y la Delegación Iztapalapa inauguraron el Centro de Monitoreo de Fracturamiento del Subsuelo (CMFS), el primero de su tipo en América Latina, que con sus dos radares de penetración terrestre y sus equipos de medición de ondas mecánicas superficiales, topografía para la cartografía geológica, videoinspección, detección de fugas y unidades móviles, coloca a la Universidad a la vanguardia no sólo en investigación, sino en colaboración entre instituciones académicas y gubernamentales.

Un grupo de geógrafos, hidrólogos y biólogos de varias instituciones educativas, coordinados por el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, campus Morelia de la UNAM, elaboran mapas geomorfológicos para identificar zonas de riesgo de desastres naturales, especialmente huracanes en la península de Yucatán.

Los centros de Investigación en Energía y de Ciencias Genómicas de la UNAM, en conjunto con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Morelos, trabajan especies con potencial para la generación de biocombustibles, como la *Jatropha curcas* para producir biodiesel.

Para elaborar un diagnóstico del estado que guarda la protección civil en el estado de Chiapas y realizar trabajos conjuntos orientados a establecer programas de prevención y mitigación de riesgos por fenómenos naturales, se firmó un convenio de colaboración entre el Instituto de Geofísica de la UNAM y el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) unidad sureste, ubicada en San Cristóbal de las Casas, Chiapas. El convenio contempla una serie de trabajos multidisciplinarios entre ambas instituciones que ayudarán a fortalecer las acciones de prevención de riesgos y protección civil en la zona.

Con el proyecto Laboratorio Nacional de Sistemas de Concentración Solar y Química Solar, México contará con tres instalaciones que impulsarán el desarrollo y aprovechamiento de esa energía. Este plan, en el que participan la UNAM y la Universidad de Sonora (UNISON), con apoyo del CONACyT, también permitirá constituir una red de grupos de investigación en el área, avanzar en el desarrollo de tecnologías, generar conocimiento y formar recursos humanos de alto nivel. Por el momento, se construye un Horno Solar de Alto Flujo Radiativo (HSAFR) y una Planta Solar para el Tratamiento Fotocatalítico de Aguas Residuales (PSTFAR) en las instalaciones del Centro de Investigación en Energía (CIE) de esta casa de estudios, y un Campo de Pruebas para Helióstatos (CPH) en terrenos de la UNISON.

Impulsan en Michoacán proyecto sobre manejo comunitario del agua, lo que podría ser replicado en otras partes del trópico seco del país. Se desarrolla en 12 comunidades de La Huacana y Churumuco, dos de los municipios de mayor marginación en México. Ante la situación crítica que se vive en la cuenca baja del Río Balsas por el acceso al agua, tanto en cantidad como en calidad, académicos del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, del campus Morelia de la UNAM, impulsan un proyecto piloto de carácter transdisciplinario en las comunidades rurales del trópico seco en este estado.

Avances en ciencia básica en el ámbito internacional

Investigadores de la UNAM trabajan en el diseño y construcción del detector de muones –partículas con propiedades similares a las del electrón, pero de masa mayor– BATATA, que se integrará al Observatorio Pierre Auger, el mayor de rayos cósmicos del mundo, recientemente inaugurado en la ciudad de Malargüe, Argentina.

Con un sistema de ecuaciones matemáticas, en el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM se ha contribuido a explicar el nacimiento, el comportamiento de las estrellas y los planetas, y el origen del universo. El sistema, resultado de un estudio de tres décadas, ha sido citado ampliamente en investigaciones astronómicas teóricas realizadas en el mundo. También puede aplicarse a otros problemas no astrofísicos como la prevención de desastres y el desarrollo de la aeronáutica.

México empezó a trabajar en el experimento ALICE (A Large Ion Collider Experiment) desde 1995. En este proyecto trabajan alrededor de siete mil científicos de diferentes países que buscan responder a las interrogantes más profundas sobre el universo. Su punto de operación es el Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN en francés). Los investigadores mexicanos encabezados por científicos del SIC, han diseñado y construido parte del detector y, en el 2009, participaron en los experimentos relacionados con las primeras colisiones de protones en el LHC (Gran Colisionador de Hadrones por sus siglas en inglés).

El proyecto del observatorio HAWC estará formado por 300 contenedores de agua y con ellos se pretende superar el estudio anterior del universo; la parte científica está a cargo del Instituto de Astronomía de la UNAM. Este desarrollo ha reunido a un número importante de investigadores mexicanos de diferentes áreas, como de los institutos de la UNAM; del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; de las universidades de Michoacán, de Chiapas, de Guanajuato y de Guadalajara, entre otras. HAWC (High Altitude Water Cherenkov) es un proyecto que inició su

desarrollo en México, con la participación de especialistas nacionales, quienes probaron que no había mejor sitio para colocarlo que el volcán Sierra Negra, al oriente del estado de Puebla. Su antecesor, el observatorio Milagro, ubicado en el Laboratorio Nacional de Los Álamos, en Nuevo México, Estados Unidos, logró identificar dos regiones inesperadas con exceso de rayos cósmicos, partículas energéticas provenientes del espacio, que impactan la atmósfera terrestre, reconocidas a través de cascadas de partículas secundarias.

Desarrollo de energías alternativas y sustentables y avances en el cuidado del medio ambiente

El IBt de la UNAM ha logrado procesar etanol a partir de biomasa y desechos agroindustriales, y biodiésel de algas y plantas no comestibles. Con más de diez años de experiencia en la materia, en el Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis se describieron los alcances logrados por el Instituto mediante la biotecnología. El procedimiento desarrollado consiste en imitar los procesos de la naturaleza para descomponer materia vegetal y transformarla en energía.

Se trabaja en convertir a la UNAM en modelo de manejo sustentable de sus recursos y ejemplo para el entorno nacional. El objetivo es reducir el impacto de esta casa de estudios en materia ambiental, alentar los estudios relacionados con la generación de tecnologías que reduzcan ese impacto y generar un espacio de educación y cultura en este campo.

El Centro de Ciencias de la Atmósfera, la Facultad de Ingeniería y el Instituto de Ingeniería de la UNAM presentaron un proyecto piloto para reducir hasta 90 por ciento el consumo eléctrico en Ciudad Universitaria. Con una inversión inicial de tres millones de dólares en nuevas lámparas, controles inteligentes y uso de luz natural, se ahorrarán 68 millones de dólares en electricidad y costos de funcionamiento durante los próximos 20 años.

En el Instituto de Neurobiología, campus Juriquilla de la UNAM, se inauguró el sistema de calentamiento de agua por medio de paneles solares. Cuenta con una capacidad de cinco mil litros y garantiza el suministro del líquido, a 55 grados centígrados, a los sistemas de calderas de la entidad, que redundará no sólo en un ahorro sustancial de costos, sino en una reducción del consumo de gas y de la generación de contaminantes atmosféricos.

El Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México (CVCCCM), se plantea construir imágenes de cómo será la capital en 20, 30, 50 ó 100 años, y determinar qué pasará en torno al agua, salud, energía y suelos de conservación. Académicos del Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM, expusieron que uno de los retos más importantes del DF es alcanzar la sustentabilidad en un contexto de cambio climático, porque en este terreno, además de la escasez de recursos, podrían surgir factores no contemplados, como sequías o inundaciones.

Seis entidades universitarias, en colaboración con PEMEX-Petroquímica, construyen el Parque Ecológico Jaguaroundi. La zona ecológica es la primera reserva privada del país; el objetivo del proyecto es conservar la biodiversidad, reforestar e impulsar la educación ambiental. La selva intertropical es uno de los conjuntos vegetales más eficientes para eliminar el CO₂ de la atmósfera.

La Plataforma de Capacitación en Sistemas de Plantaciones Energéticas y Agroforestales para Zonas Áridas y Semiáridas en África (Compete, por sus siglas en inglés) es una red financiada por la Unión Europea, en la que participan institutos de investigación de África,

Europa y Latinoamérica, entre los que figura la UNAM. Lo más relevante de este proyecto es que propone modelos sustentables de energéticos limpios y el intercambio de conocimientos para el uso de combustibles no fósiles, principalmente en zonas áridas y semiáridas.

El Instituto de Geografía de la UNAM y la Asociación Mexicana de Institutos Municipales de Planeación firmaron un convenio de colaboración, con el fin de fomentar el desarrollo integral de las ciudades a través del intercambio de experiencias, la ejecución de programas y proyectos de carácter científico, tecnológico y educativo.

Los nanocatalizadores son aliados ecológicos. Por ello, investigadores del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la UNAM han perfeccionado esta tecnología en los últimos años. Este avance ayudaría a reducir drásticamente la cantidad de contaminantes generados por los vehículos automotores y que la gran cantidad de ozono generado en las oficinas por las impresoras láser y fotocopiadoras se transformara en oxígeno. Del total de los gases contaminantes que emite un vehículo en un día, del 60 al 80 por ciento se genera en los primeros tres (y a veces seis) minutos en los que tarda en calentarse el motor. Esto se debe a que el convertidor catalítico que usa no funciona a temperatura ambiente, sino hasta que los metales que lo conforman (platino, paladio y rodio) alcanzan una temperatura de más de 300 grados centígrados por efecto del gas ardiente que viene del motor. Ante esa problemática, investigadores del CCADET, han formulado y probado nanocatalizadores que podrían mejorar la eficiencia de los convertidores catalíticos comerciales, con lo que se reduciría la cantidad de humo blanco que se emite del escape de los vehículos.

La UNAM advierte que cada año la Ciudad de México rebasa el límite de los 100 imecas (establecidos por la Norma de Ozono) el 60 por ciento del tiempo (como se registró en 2006 y 2007). El protocolo dicta que estos niveles tope no deben mantenerse por más de 60 minutos al día, pero en 200 fechas diferentes estos índices han superado 1.9 horas, lo que propicia que el aire sea insalubre, según estudios del CCA.

Para rehabilitar suelos erosionados por la sobreexplotación, sequía y contaminación, así como para mejorar los cultivos de especies tan variadas como frijoles, cebollas y orquídeas con métodos biológicos que sustituyen a los contaminantes fertilizantes químicos, en la UNAM se impulsa la utilización de las micorrizas, nódulos simbióticos que se forman entre la raíz de una planta y el micelio de un hongo.

Para conocer las condiciones del mar antes de nadar en sus aguas, el CCA propuso instalar un sistema de pronóstico de oleaje y contaminación para las playas turísticas nacionales. Semejante al pronóstico del tiempo que cada día informa sobre las condiciones climáticas por regiones, este servicio permitiría evitar accidentes como los ocurridos con el crecimiento de olas, de entre tres y cinco metros, que han causado la muerte de personas, a través del Servicio Mareográfico Nacional.

El Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM coordina el esfuerzo de decenas de científicos internacionales para conocer y preservar los mares profundos, ubicados fuera de las jurisdicciones nacionales y zonas económicas exclusivas.

Ante la devastación de ecosistemas y el calentamiento global se requiere integrar biología con geología, edafología, economía, climatología y sociología. En México, el 80 por ciento

de los bosques y selvas son de comunidades rurales e indígenas, y deben ser integrados e inducidos como agentes de cambio ambiental. Los nuevos biólogos que preparará la UNAM deberán ser capaces de tales tareas para enfrentar el reto ambiental.

En el nivel mundial, las plagas destruyen aproximadamente 30 por ciento de los sembradíos y, para controlarlas, los agricultores emplean todo tipo químicos; sin embargo, éstos resultan nocivos para el ambiente y el ser humano, además de que provocan que los insectos evolucionen y se hagan cada vez más resistentes. Por esta razón, generar un insecticida ecológico que ataque sólo a la fauna nociva, respete la benéfica (como las abejas) y sea inocuo para peces, aves, reptiles y mamíferos (incluido el hombre), ha sido el objetivo de muchos equipos científicos. En el Departamento de Microbiología Celular del Instituto de Biotecnología de la UNAM, se ha trabajado en el estudio de proteínas insecticidas con estas características. El desarrollo es tan importante, que fue publicado en la prestigiosa revista *Science*. De esta manera, no sólo se pone a México a la cabeza en lo que a insecticidas biológicos se refiere, sino que su hallazgo ya fue patentado por la UNAM y actualmente son varias las compañías que desean obtener una licencia para su fabricación. Ante la inminente crisis alimentaria, es necesario controlar las poblaciones de insectos plaga.

Desde la década de los 80, el CCA ha dedicado esfuerzos a la investigación en materia de contaminación ambiental y precipitaciones, y ahora, su trabajo sobre lluvia ácida en monumentos será distinguido e incluido, como aportación de la UNAM y del país, en la segunda edición de los tomos *Acidic Deposition: State of Science and Technology*.

Para identificar, clasificar y conservar la variedad de especies de plantas, animales y hongos que habitan en México, se puso en marcha el código de barras de la vida, una herramienta biológica que utiliza un segmento corto y preciso de material genético (ADN) para profundizar en las características de determinada especie. Para lanzar este nuevo instrumento de investigación científica, diseñado en 2003 por Paul Hebert en la Universidad de Guelph, Canadá, se creó la Red MEXBOL, constituida por el Instituto de Biología de la UNAM, el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

Otros

La Universidad Nacional Autónoma de México realizó una investigación integral, a solicitud de la Cámara de Diputados, para determinar sobre la posible existencia de la Isla Bermeja. El estudio concluyó que en la posición ubicada en las coordenadas 22° 33´ Norte y 91° 22´ Oeste en el Golfo de México no existe ninguna isla. Esta casa de estudios entregó a la Comisión de Marina de la Cámara de Diputados el Informe de la Expedición Científica de la Isla Bermeja, derivado de una investigación multidisciplinaria que incluyó un análisis histórico y cartográfico; un crucero en el buque universitario "Justo Sierra" y un levantamiento aéreo, realizado del 21 al 27 de marzo pasado, en el que participaron siete entidades universitarias.

La publicación, del Instituto de Astronomía de la UNAM, fue premiada por el corporativo Thomson Reuters, por el aporte científico que la lleva a ser considerada la mejor de Iberoamérica en su rama. Es la quinta más importante en el nivel mundial y única en su género en América Latina.

Desarrollos tecnológicos

La UNAM ya cuenta con un prototipo de televisión en tercera dimensión (3D) que se desarrolló en los laboratorios del campus Juriquilla, en Querétaro, que podría estar lista en 2011, según el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA) de la UNAM. Se busca financiamiento privado para iniciar su etapa semi-industrial.

Luego de 17 años de investigación, el CFATA cuenta con una patente nacional y un producto ignífugo, ligero y resistente, a base de cascarilla de arroz, listo para ser transferido a las industrias de la construcción, mueblera y automotriz, con el que se pueden fabricar pisos, marcos para ventanas, sillas, mesas y paneles para puertas de automóviles, entre otros productos.

Un nuevo prototipo de vivienda sustentable permite reducir no sólo gastos, sino contaminación, y ahorrar entre un 30 y 60 por ciento en servicios de electricidad y gas; además, deja de emitir 1.5 toneladas de bióxido de carbono (CO₂) por casa, aseguran investigadores del Instituto de Ingeniería de la UNAM. También a cargo del proyecto Hipoteca Verde del Infonavit y de la guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda, de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), subrayan que con el proyecto se pretende promover que las casas nazcan eficientes.

Con una metodología computacional propia, basada en la minería de datos, investigadores del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, desarrollaron una herramienta que integra, explora y sintetiza datos de cualquier área del conocimiento y es aplicable al análisis de enfermedades emergentes como la leishmaniasis y el mal de Chagas.

Están listos los sensores y procesadores desarrollados en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Instituto de Geografía de la UNAM, para mejorar la orientación de satélites espaciales. Se trata de varios componentes que, mediante un complejo sistema electrónico, estabilizan y sitúan en órbita a pequeños satélites experimentales, cuya operación podría ser de utilidad en el desarrollo de la tecnología espacial. Estos aditamentos significan un avance porque reducen costos y masa en los satélites, y representan un logro en la incipiente tecnología espacial mexicana. Con un convenio de colaboración se transferirá este desarrollo universitario al Instituto de Tecnología Espacial de Vietnam, para apoyar líneas de estudio e impulsar este campo en el país asiático.

Un sistema de simulación por computadora que visualiza el tamaño, textura y características de la próstata, la vejiga y la uretra fue desarrollado en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la UNAM para asistir a los estudiantes de medicina en las cirugías de esa glándula crecida, uno de los padecimientos más comunes de los varones.

El aula del futuro ya está en la UNAM. En ella los alumnos utilizan computadoras en vez de cuadernos, y aunque cada quien tiene una, no son precisamente "computadoras personales", porque su contenido sale de la pantalla para proyectarse en una mesa comunitaria, donde los escolares pueden intervenir, debatir y compartir. Este singular proyecto piloto es desarrollado en el CCADET, donde un grupo multidisciplinario de investigadores buscan nuevas estrategias de enseñanza que sumen tecnología al aprendizaje, desde la primaria hasta el posgrado.

Integrantes del Instituto de Física de la UNAM realizan análisis “no destructivos” de piezas prehispánicas, pinturas antiguas y modernas, fósiles, códices y hasta del Acta de Independencia. Han desarrollado técnicas y metodologías para contribuir a la conservación y entendimiento de esa herencia. Este método interdisciplinario comprende diversas metodologías desarrolladas por los universitarios, que aplican diferentes técnicas a esos y muchos otros objetos que forman parte del patrimonio artístico y cultural de México, para contribuir no sólo a su conservación, sino a su mejor entendimiento.

Prototipos de controladores solares (también llamados filtros solares IR-UV) que minimizan los efectos de la radiación solar en el interior de las edificaciones, fueron desarrollados por integrantes de la Coordinación de Recubrimientos Ópticos y Optoelectrónicos (CROO), encabezados por Karunakaran Nair Padmanabhan Pankajakshy, del Centro de Investigación en Energía, campus Morelos de la UNAM.

El CCADET, con apoyo del Instituto de Ciencia y Tecnología del DF y la Secretaría de Salud del DF, concretará cinco proyectos que ayudarán a reducir el impacto del cáncer de mama. Dos técnicas alternativas de detección no disponibles en el mercado, un *software* para apoyo en la detección temprana, una biblioteca de métodos bioestadísticos y un sistema de traslado para mastógrafos, forman parte de las propuestas.

Crean en Astronomía un programa de cómputo para estudiar nebulosas planetarias. Parecido a un *software* con el que se hacen efectos especiales para cine y televisión, ayuda a estudiar las variadas y misteriosas formas de esos objetos celestes. Disponible en la red, fue diseñado por el astrofísico Wolfgang Steffen en la sede de Ensenada del Instituto de Astronomía de la UNAM.

Vínculos con las empresas

Científicos y empresarios pueden trabajar juntos y contribuir a solucionar problemas sociales, de manera económica y ecológicamente sustentable. De este modo, académicos del Instituto de Geofísica de la UNAM asesoran a una refresquera transnacional para afrontar el reto de regresar a las cuencas el líquido que utiliza en sus procesos industriales y lograr una sustentabilidad hídrica que permita continuar su producción y cooperar en la conservación ambiental del país.

El CCADET brindó más de cien servicios y asesorías a empresas de prestigio, como Volkswagen de México, Nacional de Cobre, Servicios Condomex, Compañía Mexicana de Aviación y 3M, entre otras.

Las relaciones que el Instituto de Biotecnología mantiene, desde hace varios años, con los Laboratorios Silanes y con el Instituto Bioclón para el desarrollo de proyectos relacionados con inmunógenos y antivenenos contra ataques de animales ponzoñosos; la expresión de anticuerpos monoclonales recombinantes humanos; la caracterización de la N-glicosilación de anticuerpos equinos; el desarrollo y mejora de inmunodiagnósticos, y el desarrollo de péptidos antibióticos. Estos proyectos han sido ejemplo de alianzas afortunadas academia-industria, que no sólo han permitido el exitoso desarrollo de productos para el mercado farmacéutico, sino que también han favorecido la investigación en el Instituto en estas áreas.

Por su parte, el Centro de Nanociencia y Nanotecnología prosiguió el convenio de colaboración con la empresa Hitachi de San José, California. Este convenio sustenta la colaboración sobre el uso de modelos teóricos para la simulación de transporte balístico en nanoestructuras. El convenio cubre el financiamiento para visitas mutuas entre los investigadores. Asimismo, continuó la colaboración de proyectos de investigación e impartición de cursos especializados para la empresa GreatBatch de Tijuana. Adicionalmente tuvo inicio la colaboración con la empresa NAVICO de Ensenada y se están buscando los mecanismos que consoliden un proyecto de colaboración a más largo plazo con esta empresa.

El Instituto de Física tiene una fuerte colaboración con empresas a través del Laboratorio Central de Microscopía y el Departamento de Física Química tales como: GlaxoSmithKline, Sicor de México S. A., Signa S. A., Laboratorios Silanes, Provedora Mexicana de Monofilamentos, entre otras.

El Instituto de Investigaciones Biomédicas firmó otro convenio con la empresa Química Agronómica de México, para el desarrollo de la tecnología para la producción de un antibiótico para uso agrícola. También, se firmaron 13 convenios de colaboración con diferentes empresas, siendo algunos de ellos de servicios como el de Robertet de México, para secado por aspersión de diferentes aromas.

El Centro de Investigación en Energía se vinculó con la industria mediante los siguientes proyectos: Estudio para mejorar la tecnología actual de secadoras de ropa de uso doméstico y Estudio de la transferencia de calor a través del sello magnético de refrigeradores domésticos, ambos para la compañía MABE; Mejoramiento de la sustentabilidad de la vivienda construida, para la compañía MECCANO; Pre-evaluación del sistema de calentamiento de agua de acuerdo al dictamen de idoneidad técnica, para la compañía ROTOPLAS; Evaluación de sistemas solares de tubos evacuados, en el programa ENERVER-DE; Evaluación técnica de 29 empresas que comercializan sistemas fotovoltaicos, para la compañía AMPER; Diseño técnico, material didáctico y *software* para la creación, administración y seguimiento del Diplomado en Línea de Sistemas Fotovoltaicos, para FIRCO.

El Instituto de Investigación en Materiales realizó 91 servicios externos, atendiendo a un total de 52 empresas, con los cuales, además de proporcionar apoyo al sector industrial, se obtuvieron ingresos extraordinarios, que contribuyen a mantener tanto el equipo de laboratorio como su infraestructura.