

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES (IIM)

Dr. Ricardo Vera Graciano – Director – septiembre de 2008

Estructura académica	Departamentos de: Materia Condensada y Criogenia, Materiales Metálicos y Cerámicos, Polímeros y Reología, Mecánica de Materiales
Campus	Ciudad Universitaria
Creación/ historia	Centro de Materiales, febrero de 1967 Instituto de Investigaciones en Materiales, noviembre de 1979
Sitio web	www.iim.unam.mx
Área	Ciencias Físico-Matemáticas

INTRODUCCIÓN

El campo de acción del Instituto de Investigaciones en Materiales es la ciencia e ingeniería de materiales. Sus principales objetivos son contribuir al desarrollo teórico y experimental de los materiales; generar nuevos materiales, así como procesos de transformación y aplicaciones; formar recursos humanos de excelencia; apoyar la aplicación tecnológica y propiciar la vinculación con el sector industrial; prestar servicios de investigación científica y tecnológica, además de asistencia técnica en el ámbito de su competencia, y difundir ampliamente los estudios que se realizan y los resultados y productos que se obtengan.

Durante el 2011 los avances alcanzados fueron muy satisfactorios, ya que se lograron aportaciones significativas a la ciencia básica, mediante la generación de conocimiento reflejado en 144 artículos publicados en revistas indizadas de circulación internacional, y al desarrollo tecnológico a través solicitudes de patentes nuevas y otorgadas. Por su parte, en materia de formación de recursos humanos se tuvo también un incremento notorio de graduados, destacando los de nivel doctorado, que mostraron una clara recuperación después de una tendencia negativa en años recientes, hecho que representa un impacto social favorable al incrementar en nuestro país el número de especialistas de alto nivel en el área de ciencia e ingeniería de materiales. Asimismo, las actividades de difusión y divulgación de resultados ocuparon un lugar importante para el personal académico del IIM, cuya participación en congresos y eventos de esta índole mostró una tendencia creciente. En términos de vinculación con la sociedad, se mantuvo un excelente nivel de colaboración con empresas e instituciones externas a través de un mayor número de convenios firmados. Todos estos avances contribuyen a la consolidación de los objetivos tradicionales del subsistema de la

Investigación Científica en cuanto a investigación, educación de las nuevas generaciones y difusión del quehacer científico. Cabe destacar que en términos de artículos publicados, el IIM presenta un promedio de artículos por investigador de 2.4 superior al del promedio del área de las ciencias físico-matemáticas (1.89), y lo mismo sucede con el promedio de graduados por nivel por investigador, en donde este Instituto presenta cifras superiores en su área de estudio de acuerdo a los siguientes promedios (IIM/SIC): licenciatura (0.40/0.39), maestría (0.40/0.30) y doctorado (0.24/0.14).

PERSONAL ACADÉMICO

El fortalecimiento de la planta académica del IIM es de fundamental importancia para el desarrollo del quehacer científico de la dependencia, por lo que la gestión de nuevas plazas y la promoción a mayores niveles, tanto de categoría como de estímulos, constituyen una línea de acción para la consolidación de la misma.

Actualmente, la planta académica del Instituto está conformada por 84 miembros, de los cuales 60 son investigadores y 24 son técnicos académicos. En relación con los primeros, cabe destacar que un investigador gestionó con éxito su promoción de investigador titular A a investigador titular B, por lo que la relación completa de categorías es como sigue: 2 investigadores son eméritos, con doctorado; 25 son titulares C, con doctorado; 16 titulares B, con doctorado; 9 titulares A, con doctorado y 8 asociados C, con doctorado.

Por su parte, uno de los técnicos académicos logró su promoción de titular A a titular B, por lo que la distribución actual de nombramientos es la siguiente: cinco titulares C, tres con doctorado y dos con licenciatura; cuatro titulares B, tres con licenciatura y uno con doctorado; dos titulares A, uno con licenciatura y uno con otros estudios; diez asociados C, cuatro con licenciatura, tres con maestría y tres con otros estudios; un asociado B y dos asociados A, con otros estudios. Cabe señalar que el IIM logró durante el 2011 dos plazas más de técnico académico, una mediante un cambio de adscripción definitiva del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico al IIM, y otra plaza nueva aprobada para el área de Microscopía Electrónica.

El impulso y fortalecimiento de la planta académica se ve también reflejado en los niveles de participación y las promociones conseguidas, tanto en el Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico (PRIDE) como en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI). En el caso del SNI, 57 investigadores y 3 técnicos académicos pertenecen a dicho sistema con la siguiente distribución por nivel: 1 investigador emérito, 16 investigadores con nivel III, 24 investigadores con nivel II, 16 investigadores con nivel I y un investigador con nivel de candidato; un técnico académico con nivel II y dos técnicos académicos con nivel I.

Con respecto al PRIDE, 83 académicos recibieron este estímulo, de los cuales 60 corresponden a investigadores con los siguientes niveles: 2 en nivel A, 16 en nivel B, 19 en nivel C y 23 en nivel D. Por otro lado, los 24 técnicos académicos se agruparon en los siguientes niveles: 9 en nivel B, 10 en nivel C y 5 en nivel D. Los dos técnicos académicos restantes no participaron en el PRIDE durante el 2011.

INVESTIGACIÓN Y SUS RESULTADOS

Las líneas de investigación consolidadas en el IIM son las siguientes: Superconductividad y propiedades de materiales a bajas temperaturas; Síntesis y procesamiento de polímeros; Aleaciones metálicas y superplasticidad; Teoría y simulación de materiales; Materiales magnéticos; Materiales ferroeléctricos; Películas delgadas y membranas; Biomateriales; Materiales porosos; Materiales opto-electrónicos; Fluidos y materiales complejos; Materiales para la ecología; Nanomateriales y nanoestructuras; y Síntesis y procesamiento de materiales cerámicos.

Durante el 2011 se continuaron o iniciaron un total de 121 proyectos de investigación, de los cuales 32 corresponden al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), 32 se lograron con apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), 1 con el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (ICyTDF) y 56 proyectos internos.

En su conjunto, estos proyectos representaron un total de 42 millones de pesos de ingresos adicionales, mismos que tuvieron un impacto muy favorable en el desarrollo de las actividades del IIM, al permitir la adquisición y renovación de equipos, así como la compra de insumos diversos para la investigación. Asimismo, el Instituto colaboró en proyectos de investigación con otras instituciones u organismos externos que incluyeron al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav), la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) y el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA), todos ellos del Instituto Politécnico Nacional; la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), el Centro de Normalización y Certificación de Productos (CNCP), el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE), el Instituto Federal Electoral (IFE), así como las empresas BIOCRIS y Revolvencia en Energéticos S.A. de C.V.

La productividad científica del personal académico se puede describir en los siguientes términos: se publicaron en total 146 artículos indizados así como dos libros, 15 capítulos en libros y 29 artículos en memorias (en extenso).

En cuanto a patentes, durante 2011 se otorgaron las siguientes: "Preparación de la bioce-rámica whitlockita-hidroxiapatita-magnesio a alta temperatura", cuya autora es la doctora María Cristina Piña Barba y "Método para obtener películas y laminados nanocompuestos de termoplásticos y arcillas", cuyos inventores son el doctor Octavio Manero Brito y el doctor Antonio Sánchez Solís.

VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD, COOPERACIÓN, COLABORACIÓN Y SERVICIOS

En el año 2011 se firmaron un total de once convenios nuevos para desarrollar proyectos con entidades y dependencias tanto internas en la UNAM (Centro de Nanociencias y Nanotecnología y Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico), como externas con el sector público y privado (BUAP, UJED, CIQA, ICYTDF, IFE, BIOCRIS, Revolvencia en Energéticos S.A. de C.V., Plásticos del Futuro S.A. de C.V. y PETSTAR S.A. de C.V.).

Las actividades realizadas como parte de estos convenios incluyen: desarrollo de biomateriales y aplicación a productos, explotación y transferencia de patentes, patrocinio de eventos en el Instituto, pruebas de calidad y estudios de polímeros y resinas recicladas, entre otros.

Cabe destacar la obtención por segundo año consecutivo de la Constancia de Laboratorio Acreditado, por haber cumplido con la especificación CNCP EC006 Evaluación de Proveedores y la Norma NMX-EC 17025:2006 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, lo cual certifica al IIM como "Proveedor aceptado" por el Centro Nacional de Certificación de Productos, así como la certificación como Laboratorio Reconocido para la evaluación de pruebas de laboratorio según la norma ASTM 3273-94 (S/IIM-SGC/PT-23) del Organismo de Normalización Nacional y Certificación de la Construcción.

ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS ACADÉMICOS

El Instituto organizó durante el año los siguientes eventos académicos:

- Escuela en Ciencia e Ingeniería de Materiales, que se realizó con gran éxito por undécima ocasión en las instalaciones del Instituto y en la cual se ofrecieron ocho cursos; se inscribieron 341 alumnos y contó con la participación de expositores académicos del IIM, así como de otras instituciones nacionales y extranjeras.
- Programa Anual de Coloquios, que se organiza mensualmente y en el que se invita a investigadores con destacada trayectoria académica y de reconocido prestigio nacional e internacional. En los coloquios de este año participaron diez ponentes extranjeros, dos nacionales y se contó con una audiencia de 1 047 asistentes.
- International Conference on Polymers and Advanced Materials POLYMAT 2011, congreso que desde hace 10 años auspicia el IIM y que convoca a reconocidos especialistas de México y el extranjero en el área de polímeros y materiales avanzados. En la edición 2011 se contó con 350 asistentes y 50 ponentes en sesiones plenarias y presentaciones orales.
- Jornada de Puertas abiertas 2011, evento ya tradicional del IIM que incluye conferencias de divulgación, demostraciones de laboratorio y actividades lúdicas relacionadas con la investigación en ciencia e ingeniería de materiales. Este año se contó con la participación de mil visitantes entre estudiantes de bachillerato y licenciatura, tanto de la UNAM como de otras instituciones.
- Certamen a la mejor tesis doctoral en Ciencia e Ingeniería de Materiales 2011, reconocimiento patrocinado por el IIM y que lleva 14 ediciones premiando lo más destacado en trabajos doctorales relacionados con esta disciplina, por lo que es considerado uno de los galardones más prestigiados en nuestro país. En esta edición se premió el trabajo "Efecto del tamaño promedio de los cationes A y/o B en la dinámica de iones oxígeno de conductores iónicos A₂B₂O₇ con estructura de tipo pirocloro", desarrollada por el doctor Mario Román Díaz del programa de posgrado del Centro de Investigación de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Saltillo.

- Simposio Estrategias de Vinculación Academia-Industria, dentro del XX International Materials Research Congress 2011, evento organizado por el IIM en Cancún, Quintana Roo, y que logró reunir a importantes empresarios e investigadores de México y otros países.
- Por su parte, el personal académico del IIM participó en congresos especializados de relevancia nacional e internacional presentando 136 trabajos dirigidos a pares en el área de ciencia e ingeniería de materiales.

PREMIOS Y DISTINCIONES

Durante el 2011, varios integrantes del personal académico del IIM fueron distinguidos con los siguientes reconocimientos:

- Premios otorgados por la UNAM: El doctor Stephen Muhl, investigador del Departamento de Materia Condensada, fue galardonado con la medalla Fernando Alba en Física Experimental 2011 del Instituto de Física, por sus destacadas aportaciones en este ámbito.
- Premios nacionales: el doctor Roberto Escudero Derat, investigador emérito del IIM, recibió el Premio “El Potosi Externo 2011”, del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C. por su trabajo experimental en superconductividad y por el desarrollo de infraestructura científica; el doctor Moukhamed Tlenkopatchev, del Departamento de Polímeros, fue el ganador del panel de Carteles de Innovación, Conectividad y Tecnología 2011, organizado por el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal, por el trabajo “Procesamiento de desechos industriales a base de hules. Reciclaje de llantas usadas de vehículos”, realizado en coautoría con las estudiantes Selene Gutiérrez Flores y Araceli Martínez Ponce; y los doctores Alfredo Maciel Cerda y Ricardo Vera Graziano recibieron el segundo lugar en el evento Muestras Científicas de Estancias Cortas de Bachillerato, organizado por el Museo Universum, por el trabajo “Desarrollo y caracterización de andamios de poli (L-lactida) e hidroxiapatita generados por electrohilado para su potencial aplicación en ingeniería de tejidos óseos”, en coautoría con la estudiante Mireya Brito Alanis.
- Premios internacionales: la doctora Monserrat Bizarro Sordo, investigadora del Departamento de Materia Condensada y Criogenia, recibió la Beca para las Mujeres en la Ciencia L’Oreal-UNESCO-AMC 2011, en el área de Ciencias Exactas, por el proyecto “Estudio de las propiedades fotocatalíticas de películas delgadas de óxidos metálicos nanoestructurados para su aplicación en el tratamiento de aguas contaminadas”; la doctora Betsabeé Marel Monroy Peláez, del Departamento de Materia Condensada y Criogenia, fue seleccionada con el trabajo “Optical gain observation on silicon nanocrystals embedded in silicon nitride under femtosecond pumping” (publicado en *Applied Physics Letters*) para formar parte del prestigioso Virtual Journal of Ultrafast Science 2011; el doctor Héctor Domínguez Castro, del Departamento de Reología y Mecánica de Materiales, fue reconocido por su artículo “Computer simulation studies of surfactant monolayer mixtures at the water/oil interface: charge distribution effects” (publicado en el *Journal of Colloid Interface Science* como uno de los diez mejores ar-

tículos publicados sobre temas afines al mismo, de acuerdo con BioMedLib; el doctor Ilya Kaplan, investigador del Departamento de Materia Condensada y Criogenia, fue reconocido en el mes de mayo dentro de la lista de los 20 artículos más consultados en la revista *AIP Advances* por su trabajo "Precise *ab initio* calculations of the 3d transition-metal clusters: Sc₂"; y el doctor Manuel de Llano de la Garza, del Departamento de Materia Condensada y Criogenia, fue distinguido con el primer lugar como *major contribution* en el congreso VIII International Conference on New Theories, Discoveries and Applications of Superconductors and Related Materials, en Chongqing, China, por su trabajo "Some Implications of an Alternate Equation for the BCS energy gap".

INTERCAMBIO ACADÉMICO

El Instituto realiza diversas actividades formales en colaboración con un número importante de universidades e instituciones educativas y de investigación, tanto nacionales como extranjeras.

Al respecto, durante el 2011 y gracias al apoyo que brinda el Departamento de Intercambio Académico de la Coordinación de la Investigación Científica, el personal académico del IIM llevó a cabo actividades de intercambio con las siguientes instituciones nacionales: Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad Autónoma del Carmen en Campeche, Instituto de Metalurgia de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Universidad Autónoma de Baja California, El Colegio de Sinaloa, Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Autónoma de Coahuila *campus* Torreón y Universidad de Sonora; con un total de 21 estancias cortas y una estancia sabática en la Escuela Superior de Ciencias Físico-Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional.

Las acciones de intercambio internacional se realizaron con las siguientes instituciones: Universidad Politécnica de Valencia, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad Complutense de Madrid y Universidad de Granada, todas estas en España; D. Mendeleev University of Chemical Technology en Rusia; Universidad de Colonia, Alemania; Université de Picardie Julio Verne-Amiens, Laboratoire Procédés et Ingénierie en Mécanique et Matériaux y Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, en Francia; para un total de 19 estancias cortas, además de tres intercambios de estancia sabática con la Universidad de Pensilvania en Estados Unidos de América, la Universidad de Marburg en Alemania y la Universidad Kabardino-Kalkarja de Rusia.

Asimismo, se recibieron 18 visitantes académicos nacionales de las siguientes universidades: Autónoma de Coahuila, de Guadalajara, de Sonora, Autónoma de Baja California, Autónoma del Estado de Hidalgo, Autónoma Metropolitana, Autónoma de San Luis Potosí, Autónoma de Ciudad del Carmen y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Por su parte, el IIM recibió la visita de 19 académicos de las siguientes instituciones internacionales: Argonne National Laboratory, Georgia Institute of Technology, Northwestern University, Rush University Medical Center, Universidad de Cornell y Universidad de Texas, todas estas en Estados Unidos de América; Universidad de Lille, Universidad de Maine y Uni-

versidad Pierre & Marie Curie, en Francia; Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universidad Politécnica, Universidad Rey Juan Carlos y Universidad Complutense de Madrid, España; Universidad de Waterloo y Universidad de Sheffield, en el Reino Unido; Universidad de Coimbra, Portugal; Universidad de Roma, Italia; y Universidad de la Habana, Cuba.

DOCENCIA

El IIM participa activamente en los programas de posgrado en: Ciencia e Ingeniería de Materiales, Ciencias Físicas y Ciencias Químicas. Asimismo, recibe alumnos de nivel licenciatura que desarrollan proyectos de investigación para la elaboración de sus tesis. Durante el 2011, el personal académico graduó 24 estudiantes de nivel licenciatura, 25 de maestría y 15 de nivel doctorado. Los estudiantes becados de Conacyt durante el periodo fueron 159 de maestría y 74 de doctorado. Asimismo, el personal académico ofreció un total de 113 cursos regulares en los diferentes niveles, así como 26 cursos únicos.

Adicionalmente, se otorgaron las siguientes becas a través de proyectos de investigación financiados con recursos externos: cinco de licenciatura, cinco de maestría, cinco de doctorado y once de posdoctorado. En el Programa de Becas Posdoctorales de la UNAM se tuvieron cuatro doctores becados.

El IIM, dentro de su objetivo de formación de recursos humanos, cuenta con un programa de becas para estancias cortas de investigación a fin de captar alumnos de excelencia que deseen conocer o dedicarse al estudio de la ciencia e ingeniería de materiales. Esta iniciativa está dirigida a los alumnos que cuenten con al menos el 25 por ciento de créditos cubiertos de una carrera de licenciatura afín a estas disciplinas para participar en proyectos de investigación bajo la asesoría del personal académico del Instituto. Durante 2011 participaron 15 estudiantes en este programa y se otorgaron dos becas para realizar tesis de licenciatura durante seis meses en esta entidad.

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

El IIM edita la revista *Materiales Avanzados* con periodicidad semestral. Esta publicación pretende contribuir a la divulgación científica en el ámbito de la ciencia e ingeniería de materiales. Durante el 2011 se publicaron los números 16 y 17, con un tiraje conjunto de 3 000 ejemplares.

Asimismo, se publicó el libro *Cien preguntas y cien respuestas de materiales*, en el que participaron activamente los miembros del personal académico del IIM y que tuvo un tiraje de 2 000 ejemplares.

El portal del Instituto ha tenido una importancia creciente en la comunicación y difusión de las actividades académicas, logrando superar su posición en el "ranking Google" de cuatro a seis. Esta mejoría en la calificación del sitio es indicativa del interés por las actividades de investigación, desarrollo tecnológico, formación de recursos humanos y difusión que se llevan a cabo cotidianamente en esta entidad. El portal se actualiza continuamente con las noticias sobre los logros del personal académico, los eventos organizados por el IIM, el

catálogo de proyectos, el catálogo de servicios de vinculación y las asesorías a empresas que realiza el Instituto, entre otros rubros.

DESCENTRALIZACIÓN INSTITUCIONAL

El IIM impulsa desde el 2006 la creación de una sede foránea en la ciudad de Morelia, Michoacán, la cual está en proceso de consolidación y en la que actualmente están comisionados los siguientes académicos: un investigador titular C, un investigador asociado C, dos posdoctorantes, y cinco tesis de posgrado.

INFRAESTRUCTURA

Durante el 2011 se inauguró el Laboratorio Universitario de Microscopía Electrónica en un edificio nuevo que alberga equipos de vanguardia como un microscopio electrónico de barrido modelo JSM-7600F y un equipo de nanomaquinado y deposición por haz de iones, FIB, modelo JEM-9320. También se renovó el Laboratorio de Análisis Térmico de Materiales con la adquisición y puesta en marcha de los siguientes equipos: balanza termogravimétrica TGA modelo Q5000 IR y analizador termomecánico TMA Q400 EM. Asimismo, se adquirió un servidor nuevo con 48 núcleos AMD Opteron 6172 a 2.2 Ghz para iniciar la renovación del clúster de uso general en el IIM, lo que beneficiará la ejecución de programas científicos para apoyar las líneas de investigación afines.

Por otro lado, se realizaron las siguientes acciones de incremento en las instalaciones físicas del IIM: construcción de un andador externo cubierto para conectar los andadores existentes con el nuevo laboratorio de microscopía electrónica; construcción de escaleras de emergencia para los edificios A y B; adecuación del cuarto de compresores; adecuación de un espacio para estudiantes en el taller de licuefacción de helio y nitrógeno; construcción de un área de vestidores de mujeres y hombres para el personal administrativo; construcción de dos laboratorios de caracterización de materiales avanzados para uso de energías renovables; instalación de ductos de extracción y extractores eólicos para la ventilación en la zona de licuefacción de nitrógeno y helio; compra e instalación de una campana de extracción en el edificio C, y compra e instalación de máquina de hielo en el edificio E.

Finalmente, el acervo de la biblioteca del Instituto aumentó a 1 8211 ejemplares, con 207 suscripciones vigentes a revistas científicas y tecnológicas y 326 ejemplares nuevos adquiridos durante el periodo. Este acervo que caracteriza a la biblioteca del IIM, así como la calidad y eficiencia de los servicios que presta, la hace una de las mejores del país en el área de ciencia e ingeniería de materiales.