



MEMORIA UNAM 2001
©2001 Universidad Nacional Autónoma de México

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA

INTRODUCCIÓN

El Centro de Investigación en Energía (CIE) se fundó en 1996, su origen fue el Laboratorio de Energía Solar (LES) que fue inaugurado en 1985 en la ciudad de Temixco, Morelos, como un Laboratorio foráneo del Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM). A su vez, el LES surgió a partir de las actividades que se desarrollaban en el Departamento de Energía Solar del Centro de Investigación de Materiales (CIM), creado en 1979.

La misión del CIE es realizar investigación básica y aplicada, así como el desarrollo tecnológico en la generación, transmisión, conversión, almacenamiento, utilización e impacto de la energía, en particular de las fuentes renovables; llevar a cabo estudios, asesorías y capacitación a instituciones en el área de la energía; formar estudiantes, principalmente de posgrado, a través de cursos y dirección de tesis; y difundir los conocimientos adquiridos en el área, para alcanzar el desarrollo sustentable del país.

ORGANIZACIÓN ACADÉMICA

La labor de investigación del CIE está organizada en tres Departamentos, cada uno está compuesto por dos o más Coordinaciones.

Departamento de Materiales Solares

El desarrollo de nuevos materiales, sobre todo para la generación o almacenamiento de energía, es el objetivo de este Departamento. En particular, en él se desarrollan y evalúan nuevos materiales fotovoltaicos y optoelectrónicos. También se desarrollan y evalúan dispositivos ópticos y optoelectrónicos y sistemas fotovoltaicos. Está constituido por tres coordinaciones:

- Superficies, Interfaces y Materiales Compuestos
- Recubrimientos ópticos y Optoelectrónicos
- Solar-hidrógeno-celdas de Combustible

Departamento de Sistemas Energéticos

El interés de este Departamento es el estudio de sistemas energéticos avanzados. Se investigan sistemas de refrigeración, incluyendo el estudio de las propiedades termodinámicas de nuevos refrigerantes; bombas de calor y transformadores térmicos; sistemas de concentración solar y procesos termosolares; así como el estudio de fuentes geotérmicas y de planificación energética. Está constituido por cuatro coordinaciones:

- Refrigeración y Bombas de Calor
- Geoenergía
- Concentración Solar
- Planeación Energética

Departamento de Termociencias

En este departamento se estudian fenómenos de transferencia de energía y masa. En particular: los procesos dinámicos en materiales, termodinámica de procesos irreversibles, transporte en materiales porosos, propiedades electrónicas del silicio poroso, convección natural en cavidades con y sin rotación, efecto termoacústico, flujos oscilantes, transición y turbulencia, flujos de fluidos conductores en campos magnéticos, sistemas complejos, periodicidad y bifurcación en ebullición. Está constituido por dos coordinaciones:

- Física Teórica
- Transferencia de Energía y Masa

PERSONAL ACADÉMICO Y DE APOYO

Académico

Todos los investigadores del CIE cuentan con el grado de Doctor; de los técnicos académicos, tres tienen el grado de Maestría, diez el de licenciatura y uno es pasante de licenciatura. A continuación se presenta la información relativa al número de técnicos e investigadores por categoría, así como los niveles de estímulos del personal académico.

- Técnicos Académicos: Ocho asociados y cinco titulares.
- Investigadores y Posdoctorantes: Nueve asociados, 26 titulares y tres posdoctorantes.
- Sistema Nacional de Investigadores: Cuatro candidatos, 23 Nivel I, cuatro Nivel II y seis Nivel III.
- Programa de Estímulos para la Iniciación a la Investigación (PEII): Tres.
- PRIDE y PAIPA (Investigadores, Técnicos y Posdoctorantes):

PRIDE.- Dos A, 14 B, 19 C y once D.
PAIPA.- Dos A, dos B y uno C.

De Apoyo

El Centro cuenta con una plantilla de 49 trabajadores de base, diez de confianza y un funcionario, los cuales apoyan la labor académica y docente de los investigadores y técnicos académicos.

FORMACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PERSONAL

En el 2001 se realizó el Primer Minicongreso Interno de Investigación del CIE, con el objetivo de fomentar el intercambio académico entre el personal y los estudiantes de las diferentes áreas del Centro. Además, semanalmente en el CIE se llevan a cabo conferencias impartidas por investigadores adscritos, por investigadores visitantes o conferencistas invitados. El Centro es sede del curso de Actualización de Energía Solar, encaminado a actualizar a su personal académico y estudiantes, así como a participantes externos.

VINCULACIÓN CON LA DOCENCIA

El CIE ha sido sede de la Maestría en Energía Solar desde 1987; además participa como entidad académica en los Posgrados de Ingeniería (Campo del Conocimiento: Energía), Ciencias Físicas y Ciencia e Ingeniería de Materiales de la UNAM. Asimismo, varios investigadores del Centro colaboran como profesores en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, en el Instituto Tecnológico de Zacatepec y en otras universidades y escuelas preparatorias de la entidad. Durante el 2001 investigadores del CIE impartieron 19 cursos en el Posgrado en Ingeniería campo de conocimiento Energía, diez en el Posgrado de Ciencias Físicas y dos en el Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales.

Una de las actividades fundamentales del Centro es la formación de recursos humanos a través de la dirección de tesis a nivel doctorado, maestría y licenciatura, así como asesorías a estudiantes de servicio social, en prácticas o residencia profesional. Durante el año se tuvieron en total 31 estudiantes de doctorado, 37 de maestría y 68 de licenciatura. Asimismo, se graduaron cinco estudiantes de doctorado, nueve de maestría y 16 de licenciatura.

Además en el año se realizó la Escuela de Investigación en Energía, con el objetivo de promover los posgrados en los que participa el CIE, a los que asistieron 25 estudiantes de varios estados de la República.

INTERCAMBIO ACADÉMICO

El CIE mantiene intercambio académico con varias instituciones nacionales e internacionales, a

través de visitas o estancias de investigación del personal académico y/o visitas de académicos al Centro.

En el 2001 el personal realizó estancias en las siguientes instituciones: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa; Mangalore University, India; Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla, España; Museo Nacional de Ciencias Naturales, España; Universidad Complutense, España; Laboratoire pour l'Informatique et les Sciences de l'Ingenieur, Francia; Instituto Andaluz de Energías Renovables, España; Universidad de Texas, Estados Unidos; National Renewable Energy Laboratory, Estados Unidos y Universidad Tecnológica de Helsinki, Suecia.

Visitaron el Centro los siguientes académicos: Profr. Allen M. Hermann, University of Colorado, Dept. Physics; Profr. Peter Grassberger, John Von Newman, Center for Computing, Julich, Alemania; Dr. Franco Bagnoli, Colab. en Cómputo en Paralelo y Participar en el "VII Latin America Workshop on Nonlinear Phenomena"; Dr. Antoine Alemany, Conferencista y participación en proyectos de MHD; Profr. Leon Glass, conferencista en el VII LAWNP01; Profr. Harry Swinney, UT, Austin, Tx., Conferencista en el VII LAWNP01; Profr. Roberto Livi, Università di Firenze, Firenze, Italia, Conferencista en el VII LAWNP01; Profr. Omarou Savadogo, Dra. Anita Metha, SN Bose National Centre, Salt Lake City, Calcutta, India; M. en C. Raymond J. Baham, Solartronic, Inc.; Ing. Luis Estrada, New Mexico State University; M. en C. Alina Juantorena Ugas, Centro de Investigaciones en Energía Solar, Santiago de Cuba, Cuba; Dr. Holger Kantz, Max Planck Institute, Dresden, Alemania.

Además el CIE tiene establecidos convenios académicos con las siguientes instituciones: Instituto Tecnológico de Zacatepec, septiembre 1997–septiembre 2001 (en proceso de renovación); Universidad La Salle Cuernavaca, agosto 1999-agosto 2002; Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, mayo 2000-mayo 2003; Centro de Investigaciones Energéticas Medio Ambientales y Tecnológicas-España, junio 2000-junio 2003; Centro de Investigaciones en óptica, octubre 2001–septiembre 2004.

VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD

En este año estuvieron vigentes los siguientes convenios o contratos de desarrollo tecnológicos: Con Sandia National Laboratories, contrato para la instalación y seguimiento de equipos de bombeo fotovoltaico y capacitación de personal, 2000-2002; con el Sr. Víctor Hernández Burgos, convenio para el estudio de la viabilidad tecnológica de la desalinización de agua sobre un espejo de agua salada, 2001-2002.

El CIE tiene actualmente un total de 22 proyectos de investigación con financiamiento externo (PAPIIT-DGAPA y CONACyT).

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Actualmente se tienen las siguientes líneas de investigación por Coordinación:

■ *Recubrimientos ópticos y Optoelectrónicos*

- Desarrollo de películas delgadas de semiconductores por procesos químicos y físico-químicos.
- Desarrollo de recubrimientos controladores solares de semiconductores laminados en vidrio.
- Desarrollo de materiales para dispositivos ópticos y optoelectrónicos.
- Desarrollo de fotodetectores, celdas solares, generadores termoeléctricos, controladores de radiación solar, sensores de gases.
- Caracterización optoelectrónica de materiales y dispositivos.
- Desarrollo de materiales mediante multicapas de semiconductores.
- Desarrollo de materiales para dispositivos ópticos y optoelectrónicos.
- Caracterización de materiales.
- Desarrollo de fotodetectores, celdas solares, generadores termoeléctricos, controladores de radiación solar.
- Elaboración y caracterización de películas delgadas semiconductoras para la elaboración de celdas solares.
- Monitoreo, estudio y caracterización de sistemas fotovoltaicos y sistemas eólicos.

■ *Solar-Hidrógeno-Celdas de Combustible*

- Preparación y caracterización de fotocátodos para la producción de hidrógeno, utilizando el electrodeposición como técnica de elaboración.
- Desarrollo de prototipo de celda de combustible del tipo PEM.
- Desarrollo de electrocatalizadores basados en osmio y rutenio para una celda de combustible tipo DMFC.
- Desarrollo de sistemas de producción de hidrógeno fotoelectrolítico y fotobiológico.

■ *Superficies, Interfaces y Materiales Compuestos*

- Desarrollo de materiales compuestos polímero conductor/polímero, polímero conductor/semiconductor inorgánico, polímero conductor/fulerenos, para aplicaciones múltiples (sensores, diodos rectificadores, recubrimientos protectores, etc.).
- Síntesis de nanopartículas compuestas semiconductoras en forma de emulsión y película delgada, para aplicaciones optoelectrónicas, fotocatalíticas y fotoelectrolíticas (producción de hidrógeno).
- Desarrollo de materiales compuestos a partir de fulerenos y otras formas de carbón, para procesos de conversión y almacenamiento de energía.
- Desarrollo de compuestos del tipo II-VI por medio de la técnica de Sol-Gel, para el

diseño de conductores transparentes y dispositivos controladores de la radiación solar.

- Desarrollo de fotoelectrodos y dispositivos fotoelectroquímicos, fotocatalíticos y fotoelectrolíticos.
- Depósito químico y electroquímico de películas electrocromáticas inorgánicas y poliméricas, así como el desarrollo de dispositivos electrocromáticos ahorradores de energía (ventanas inteligentes).
- Estudio de la física de superficies de materiales semiconductores.
- Caracterización de interfaces semiconductor/líquido, semiconductor/sólido, semiconductor/gas, mediante técnicas electroquímicas y fotoelectroquímicas.

■ *Concentración Solar*

- Desarrollo de concentradores solares de disco parabólico.
- Desarrollo de celdas termoiónicas solares.
- Estudio de fotodesinfección de agua.
- Estudio de la transferencia de calor en cavidades abiertas.

■ *Geoenergía*

- Estudio de la interacción agua-roca (estudio de la composición isotópica de rocas, minerales y fluidos geotérmicos en interacción; modelos geoquímicos para el estudio del grado de equilibrio termodinámico entre los minerales de origen hidrotermal y los fluidos hidrotérmicos).
- Estudio del vulcanismo máfico en el Cinturón Volcánico Mexicano y el campo volcánico Los Tuxtlas; Geología, geoquímica y geofísica de las calderas de Mazahua, Huichapan y Amealco en la parte central del Cinturón Volcánico Mexicano.
- Evaluación de la calidad de datos experimentales, desarrollo de programas de cómputo y nuevas metodologías analíticas en Ciencias de la Tierra.

■ *Planeación Energética*

- Análisis de la reforma de la industria eléctrica y de gas en México.
- Análisis técnico-económico de las nuevas tecnologías y su influencia en las industrias eléctricas.
- Evaluación y estudio prospectivo de los efectos ambientales debidos a tecnologías de uso final de la energía.
- Estudio de la relación entre la tecnología, la economía y el medio ambiente en el sector energético mexicano.
- Estudios prospectivos de energía en México.

■ *Refrigeración y Bombas de Calor*

- Desarrollo de prototipos de refrigeración solar por absorción, termoquímica y eyecto-compresión.
- Desarrollo de transformadores térmicos.
- Estudios de procesos térmicos en bombas de calor, termo solares y termodinámicos.
- Desarrollo de refrigeración por compresión.
- *Física Teórica*
 - Estudio de las propiedades ópticas, electrónicas y de transporte del silicio poroso.
 - Estudio de la transición vítrea.
 - Análisis de transferencia de calor del problema del flujo oscilatorio de fluido conductor y viscoelástico.
 - Estudio de acoplamiento de fenómenos térmicos y electromagnéticos en medios conductores utilizando la teoría de la Termodinámica Irreversible Extendida.
 - Estudio de transporte en medios porosos.
- *Transferencia de Energía y Masa*
 - Convección natural en cavidades con y sin rotación.
 - Transición y turbulencia en convección natural.
 - Termoacústica–capas límite oscilatorias.
 - Transmisión de energía radiativa concentrada a través de fibras ópticas.
 - Flujos turbulentos en canales.
 - Flujos magnetohidrodinámicos.
 - Sistemas complejos.
 - Periodicidad y bifurcación en ebullición.

A continuación se presenta el número de los productos del trabajo académico en el CIE por tipo: Artículos en revistas con arbitraje, 69; artículos en memorias, 52; libros, tres; artículos de divulgación (no arbitrados), cuatro; reportes, siete; tesis concluidas, 29.

PLANES Y PROGRAMAS DE ESTUDIO

El CIE es entidad participante del Posgrado en Ingeniería, en el área Energía. Tiene como objetivo formar individuos que contribuyan a la investigación, al desarrollo y a la enseñanza del aprovechamiento de la energía. Los grados que se otorgan son: Maestría y Doctorado. En este posgrado participan también el Centro de Instrumentos, la Facultad de Ingeniería, la Facultad de Química, el Instituto de Ingeniería y el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas

y en Sistemas. El CIE también participa en los Posgrados en Ciencias Físicas y en Ciencia e Ingeniería de Materiales.

EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

En el 2001 los investigadores del CIE participaron en la organización de los siguientes eventos:

- Taller de Velocimetría por Imágenes de Partículas; División de Dinámica de Fluidos de la Sociedad Mexicana de Física; Universidad Autónoma Metropolitana y Centro de Investigación en Energía; 6 y 7 de septiembre de 2001.
- IUPAP 21st International Conference on Statistical Physics; IUPAP Commission on Statistical Physics; Cancún, Quintana Roo; 15 al 20 de julio de 2001.
- Applied Statistical Physics Molecular Engineering Conference; Academia Mexicana de Ingeniería Molecular, A.C.; Cancún, Quintana Roo; 23 al 27 de julio de 2001.
- Congreso Internacional de la ADIAT en Veracruz, Ver.; Montaje de un quiosco del CIE en la Exposición Tecnológica; ADIAT; Veracruz, Ver.; abril de 2001.
- El Encuentro de Prototipos; Montaje de un quiosco del CIE en la exposición; Coordinación de Escuelas Tecnológicas, SEP; Cuernavaca, Morelos; julio de 2001.
- International Symposium on Solar-Hydrogen-Fuel Cell-5; CIE-UNAM; Cancún, Q.R., México; 26 al 30 de agosto 2001.
- I Encuentro Iberoamericano de Refrigeración y Aire Acondicionado Solar; Red Iberoamericana de Refrigeración y Aire Acondicionado Solar; Escuela Superior de Ingenieros; Univ. de Sevilla, Sevilla, España; 12 al 13 de junio de 2001.
- VII Latin American Workshop on Nonlinear Phenomena; CONACyT, DGAPA-UNAM, DGEP-UNAM, CCF-UNAM, CIE-UNAM, FENOMECC-UNAM; Cocoyoc, Morelos; 8 al 13 julio de 2001.
- Coloquio de la Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología; AMCCyT; Xalapa, Veracruz; 22 al 24 de agosto de 2001.

ACONTECIMIENTOS RELEVANTES

Algunos miembros del personal académico fueron merecedores de diversas distinciones entre las que sobresalen las siguientes: Premio León Bialik al Dr. Claudio Estrada Gasca, Medalla Hermann Ludwig Ferdinand Von Helmholtz a la Dra. Guadalupe Huelsz Lesbros y la Presea Tlacaélel a la Dra. Julia Tagüeña Parga.

SERVICIOS GENERALES

Biblioteca

El acervo con que cuenta actualmente la biblioteca del Centro es de 6,320 volúmenes en libros y 400 en tesis; de los cuales 320 libros y 20 tesis fueron adquiridos en el 2001. Además se tienen 74 suscripciones vigentes a revistas científicas y tecnológicas. La biblioteca del CIE da servicio tanto a usuarios internos (106) como a usuarios externos, sobre todo investigadores y estudiantes del estado de Morelos.

Cómputo

La Unidad de Cómputo además de dar servicio de asesoría al personal del CIE y mantenimiento a la red de cómputo, a los servidores y a las computadoras del CIE, desarrolla programas para automatizar los procesos de la propia unidad y de otras oficinas del Centro. También se encarga de desarrollar y dar mantenimiento a la página electrónica de la dependencia. En el año también dio apoyo directo a varios proyectos de investigación.

APOYO ADMINISTRATIVO

La Secretaría Administrativa tiene como objetivo administrar eficientemente los recursos humanos, financieros y materiales asignados a la dependencia, así como proporcionar los servicios de compras, administración de proyectos y coordinación de personal, de acuerdo con las políticas establecidas por la Administración Universitaria. Cuenta con tres áreas: Contabilidad, Compras y Personal. El Departamento de Contabilidad ejerció en el 2001 el presupuesto asignado al CIE y administró 22 proyectos apoyados por CONACyT y DGAPA-UNAM.