



CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA

Dr. Manuel Martínez Fernández
Director
(diciembre de 1996)

INTRODUCCIÓN

Los orígenes del CIE (fundado en 1996) se remontan al 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.

Misión: Realizar investigación básica y aplicada y 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.

Objetivos de la investigación: Realizar investigación básica y aplicada sobre aquellos materiales, técnicas, procesos, dispositivos y sistemas que aprovechen las fuentes no convencionales de energía y conserven aquellas convencionales.

Objetivos del desarrollo de recursos humanos: Fomentar programas de enseñanza de alta calidad en ciencia y tecnología para impulsar la formación de individuos conscientes del mejoramiento de la vida humana a través del uso inteligente de la energía.

Objetivos del desarrollo tecnológico: Identificar y fomentar aquellas tecnologías relacionadas con el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y con el uso racional de los recursos energéticos, acordes con el estado de desarrollo del país.

CUERPOS COLEGIADOS

Durante el 2003 el Consejo Interno del CIE, además de considerar asuntos académicos del personal académico y apoyar

a la Dirección en la toma de decisiones, también se involucró en las siguientes acciones: aprobó el documento "Políticas Generales de Cómputo"; analizó la autoevaluación de las coordinaciones académicas del CIE y de la Unidad de Cómputo; elaboró el documento "Diagnóstico del Centro de Investigación en Energía, UNAM", que fue la base para el análisis de propuestas de acciones sobre aspectos de docencia y de investigación en el CIE; y consideró el funcionamiento de las diferentes comisiones internas realizando un análisis de los reportes de cada comisión.

Otras de las comisiones internas del CIE son: Comisión de Seguridad, Comisión de Taller, Comisión de Cómputo, Comisión de Ecología y Entorno Físico, Comisión de Viajes, Comisión de Biblioteca y Subcomisión de Superación Académica.

PERSONAL ACADÉMICO

La labor del CIE está organizada en tres Departamentos y coordinaciones que se describen a continuación:

Departamento de Materiales Solares

Se estudia el desarrollo de nuevos materiales relacionados al uso y generación de energía. En particular, se desarrollan y evalúan nuevos materiales fotovoltaicos y optoelectrónicos y se estudian fenómenos interfaciales en materiales. También se desarrollan y evalúan dispositivos ópticos, optoelectrónicos, sistemas fotovoltaicos y tecnologías solar-hidrógeno y celdas de combustible. Este Departamento cuenta con trece investigadores y cinco técnicos académicos y está constituido por tres coordinaciones: Superficies, interfaces y materiales compuestos, Recubrimientos ópticos y optoelectrónicos, y Conversión y almacenamiento de energía: solar-hidrógeno-celdas de combustible.

Departamento de Sistemas Energéticos

En este departamento el interés radica en los estudios de sistemas energéticos avanzados. En particular, se realizan estudios sobre refrigeración, las propiedades termodinámicas de nuevos refrigerantes, bombas de calor y transformadores térmicos, análisis térmico de controladores ópticos, estudios básicos y aplicados en Geoenergía, planeación energética y flujos radiativos concentrados. Este Departamento está integrado por 14 investigadores y seis técnicos académicos; está constituido por cuatro coordinaciones: Refrigeración y Bombas de Calor, Geoenergía, Concentración Solar y Planeación Energética.

Departamento de Termociencias

En este departamento se estudian los fenómenos de transferencia de energía y masa. Los temas de mayor enfoque son: los procesos dinámicos en materiales, termodinámica de procesos irreversibles, transporte en materiales porosos, propiedades electrónicas del silicio poroso, efecto termoacústico, flujos oscilantes, flujos de fluidos conductores en campos magnéticos, convección natural y radiación térmica en cavidades. Este Departamento está formado por once investigadores y un técnico académico; está constituido por dos coordinaciones: Física Teórica y Transferencia de Energía y Masa.

Personal Académico

Los 38 investigadores cuentan con el grado de doctor; de los 17 técnicos académicos, cinco tienen el grado de maestría, once el de licenciatura y uno es pasante. A continuación se presenta la información del número de técnicos e investigadores por categoría y de posdoctorantes (PD), así como los niveles de estímulos (PRIDE y PAIPA) del personal académico.

Técnicos académicos: diez asociados y siete titulares; Investigadores y PD: ocho asociados, 30 titulares y tres PD; Programa de Estímulos para la Iniciación a la Investigación (PEII): uno; Sistema Nacional de

Investigadores: 24 Nivel I, cinco Nivel II, ocho Nivel III y dos Candidatos; PRIDE: uno A, 19 B, 19 C y once D; PAIPA: tres A y dos B; Investigadores Asociados C Posdoctorados: tres.

Personal de Apoyo

El Centro cuenta con una plantilla de 48 trabajadores de base, nueve de confianza y tres funcionarios, quienes apoyan la labor académica y docente de los investigadores y técnicos académicos.

Formación y Actualización del Personal

En el 2003 se realizó el 3^{er} Congreso de Investigación y el Segundo Congreso Estudiantil del CIE, con el objetivo de fomentar la difusión e intercambio de ideas en investigación entre el personal académico y los estudiantes de las diferentes áreas del Centro. Además, semanalmente se llevan a cabo conferencias impartidas por investigadores adscritos, investigadores visitantes o conferencistas invitados. El CIE fue sede del XX Curso de Actualización de Energía Solar, encaminado a actualizar al personal académico y estudiantes del Centro, así como a participantes externos.

DOCENCIA

El CIE ha sido sede de la Maestría en Energía Solar desde 1987, participa como entidad académica en los Posgrados de Ingeniería, Ciencias Físicas y Ciencia e Ingeniería de Materiales de la UNAM. Asimismo, varios investigadores colaboran como profesores en la Facultad de Ciencias de la UAEM, en el Instituto Tecnológico de Zacatepec y en otras universidades y escuelas preparatorias de la entidad.

Durante el año se impartieron 37 cursos en el Posgrado en Ingeniería campo de conocimiento Energía y siete en el Posgrado de Ciencias Físicas.

Una de las actividades fundamentales del Centro es la formación de recursos humanos a través de dirección de tesis a nivel licenciatura, maestría y doctorado, así como asesorías a estudiantes de servicio social, prácticas y residencias profesionales. Durante el año se tuvieron en total 55 estudiantes de doctorado, 52 de maestría, 20 de licenciatura y 28 de servicio social y prácticas profesionales. En el año se graduaron seis estudiantes de licenciatura, 18 de maestría y cuatro de doctorado. Además se realizó por tercera ocasión la Escuela de Investigación en Energía, donde asistieron estudiantes de varios estados de la República.

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

En este año las nueve Coordinaciones realizaron las siguientes actividades:

Superficies, Interfaces y Materiales Compuestos

- El análisis de cinco diferentes materiales de carbón en su capacidad de almacenamiento de hidrógeno y carga.
- El desarrollo de materiales híbridos de TiO₂ /carbón, TiO₂ /fulerenos, Politiófeno/C60, para aplicaciones en dispositivos de conversión fotovoltaica de tercera generación y películas absorbedoras, fotocatalizadores y demás.
- La sensibilización con ftalocianina de hierro del catalizador de TiO₂ inmovilizado sobre una matriz de vidrio y su uso en procesos de degradación fotocatalítica del plaguicida carbarilo y del 4-clorofenol utilizando radiación solar concentrada. Análisis de los procesos de transferencia de carga entre el TiO₂ y el compuesto sensibilizador de ftalocianina de hierro.

- El diseño de una sonda Kelvin equipada con un dispositivo piezoeléctrico con resolución micrométrica para medición de la función de trabajo de materiales conductores y semiconductores. Medición de la diferencia de potencial de contacto entre la sonda Kelvin y una muestra de titanio y adquisición de curvas de impedancia, capacitancia y corriente para determinación de la función de trabajo de muestras conductoras.
- El diseño de un equipo de espectrometría de masas para monitoreo ambiental en campo.
- La degradación fotocatalítica de compuestos orgánicos derivados del fenol con nanopartículas de óxidos de hierro. Preparación de nanopartículas de los metales níquel y platino.

Recubrimientos Ópticos y Optoelectrónicos

- Se establecieron las condiciones de formación de las siguientes capas semiconductoras para aplicaciones en estructuras fotovoltaicas: Cu_4SnS_4 y Cu_2SnS_3 por depósito químico y hornados de multicapas y, por serigrafía y sinterizado; As_2S_3 por depósito químico y InAs por horneado de capas $\text{As}_2\text{S}_3\text{-In}$; CuSbS_2 por horneado de capas CuS-Sb ; SnSe y SnSe_2 por horneado de capas de Se-Sn : Se formado por depósito químico y Sn por evaporación; In_2S_3 y SnS_2 por rocío pirolítico.
- Se elaboraron películas delgadas de $\text{SnO}_2\text{:Ga}$ mediante rocío pirolítico con características de sensores de gases de oxígeno.
- Se realizó la caracterización de adhesión interfacial de arreglos de vidrios laminados con recubrimientos de $\text{ZnS-CuS-Cu}_2\text{-xSe}$ para el control de la radiación solar en colaboración con la empresa Sekisui S-Lec (CIVAC) y el Instituto de Investigación Eléctricas.
- Equipamiento de la Plataforma Solar con distintos tipos de módulos fotovoltaicos-fijos y seguidores solares-para utilizar en el entrenamiento y capacitación en programas nacionales sobre tecnologías fotovoltaicas.

Conversión y Almacenamiento de Energía: Solar-Hidrógeno-Celdas de Combustible

- Desarrollo de celdas solares CdTe-CdS con 9% eficiencia en vidrio conductor y 4% en sustrato metálicos.
- Desarrollo de un prototipo de celda de combustible PEM con platos bipolares metálicos.
- Preparación y caracterización de compuestos calcogenuros del tipo $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{Se,S})_2$ para la producción de hidrógeno vía fotoelectrolisis.
- Modificación de membranas Nafion con polipirrol y con politiofeno con permeabilidad disminuida para la celda de combustible de metanol directo.
- Modificación de un sistema convencional de celda de combustible de H_2 para el uso de metanol como combustible.
- Recubrimientos de polipirrol sobre acero inoxidable para los platos bipolares de las celdas de combustible PEM y DM.

Refrigeración y Bombas de Calor

- Estudios teóricos y experimentales sobre bombas de calor por absorción y transformadores térmicos.
- Refrigeración por efecto-compresión (estudio teórico).

- Diseño, desarrollo y construcción de un campo de Colectores del tipo Evacuado y de un transformador de calor de una etapa.
- Desarrollo y experimentación de colectores solares planos para el calentamiento de aire para diversas aplicaciones de secado.
- Se inició el proceso para el registro de una patente nacional a nombre de la UNAM y la UABC para el sistema de refrigeración por absorción GAX que ha estado en continuo mejoramiento. Se tienen terminados dos prototipos de colectores CPC acoplados a sistemas de refrigeración.

Geoenergía

- Se desarrolló un nuevo programa de cómputo (DC_Base) para la administración de bases de datos de coeficientes de partición y el cálculo de modelos de fusión parcial.
- Se avanzó en la línea de investigación sobre el origen de las rocas volcánicas del centro de nuestro país por medio de trabajos de campo en la Sierra de Chichinautzin y el volcán Iztaccihuatl.
- Se determinaron los coeficientes de transferencia de calor de fluidos de perforación (no-Newtonianos), para su aplicación en la modelación numérica de procesos de transferencia de calor y la determinación de temperaturas estabilizadas de pozos geotérmicos (en etapa de construcción).
- Se avanzó en la línea de investigación de desarrollo de nuevas metodologías analíticas para la caracterización química de materiales geológicos, en donde se descubrió un patrón sistemático en el parámetro básico de calidad y cuantificación denominado "Límite de detección" para el grupo de tierras raras (57La-71Lu) incluyendo algunos elementos vecinos (55Cs-73Ta), por diversas técnicas analíticas y se propuso su utilización como criterio fundamental para la evaluación de metodologías analíticas.
- En la línea de investigación de evaluación estadística y mejoramiento de la calidad de datos experimentales, se propuso utilizar la "Regresión lineal ponderada" como la herramienta más apropiada para estudios de correlación lineal (en general).

Concentración Solar

- Se terminaron exitosamente las pruebas experimentales del Calorímetro de Cavidad Cónica. El trabajo con este dispositivo permitió concentrar por primera vez los 18 espejos del concentrador DEFAC.
- Se logró una modelación detallada de la absorción de radiación en un reactor solar fotocatalítico de canal parabólico, donde se incluyeron los efectos de concentración del catalizador. Esto permitió modelar la velocidad de reacción en el sistema, en base a un modelo cinético estándar.
- Se llevó a cabo la comparación experimental de cuatro reactores (canal parabólico, canal en V, CPC y colector tubular) en la degradación fotocatalítica del ácido oxálico. Se desarrolló un modelo cinético para la reacción y se obtuvieron constantes cinéticas del proceso mediante ajustes con los resultados experimentales.

Planeación Energética

- Evaluación cuantitativa en un marco de sustentabilidad de impactos ambientales de la planta hidroeléctrica CFE, La Parota, Guerrero.
- Actualización y desarrollo metodológico del balance de energía en la zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM): se realizó la supervisión del informe de aspectos geográficos, económicos, sociales y energéticos.

- Energía y sustentabilidad: se crearon escenarios para el sector transporte mexicano, uno tendencial y otro alternativo donde se incluye: sustitución de combustibles e inclusión de nuevas tecnologías: híbrido-gasolina y celda de combustible-etanol; adaptación de base de datos de los sectores de consumo final de energía y del autoconsumo del sector energético al programa LEAP versión 2003.
- Evaluación económica y ambiental de escenarios con fuentes renovables para el sector eléctrico mexicano: evaluación de los costos de mitigación de gases invernadero de las fuentes renovables de energía, así como la formulación y modelación del escenario tendencial y del escenario de transición hacia fuentes renovables de energía.
- Dinámica de la difusión de las fuentes renovables en el sector eléctrico: análisis y tipología de las modalidades de difusión, y prospectiva de las tecnologías renovables.
- Futuros de la energía: se avanzó en la incorporación de un módulo de refinerías para el Modelo LEAP 2003. También, se ha recopilado información sobre modelos que vinculen al desarrollo sustentable con áreas económica, social y tecnológica, en particular la energética.
- Actualización completa de las áreas creadas en la versión 2000 a la versión 2003 del Modelo LEAP.

Física Teórica

- En la línea de investigación de termodinámica de procesos irreversibles se modelaron flujos de líquidos eléctricamente conductores en campos magnéticos no homogéneos encontrando un nuevo camino a la turbulencia por la interacción del fluido conductor con el campo magnético.
- En la línea de teoría cinética y mecánica estadística se analizó la convergencia de la serie del virial para un fluido de hiperesferas duras en 7 dimensiones y su relación con la existencia de puntos de ramificación o polos en el lado negativo del eje real, la corroboración de la importancia del calentamiento convectivo asimétrico para la optimización termodinámica de procesos y dispositivos, el análisis del comportamiento de los coeficientes de transporte de un fluido de Lennard-Jones en la vecindad de la transición vítrea y la posible liga entre la presencia simultánea de varios mecanismos de relajación en competencia y la existencia de las ramas de exceso ("excess wings") en las llamadas gráficas de Nagel. Se continuó analizando el tránsito vehicular con autómatas celulares, se extendió el modelo de NaSch para considerar anticipación y se encontraron nuevas fases dinámicas.
- Dentro de la línea de nanocompuestos y medios porosos se elaboró la teoría sobre la formación de la coherencia en un condensado de polaritones en una microcavidad semiconductor (un láser polaritónico). Se desarrolló la teoría de las propiedades ópticas de multicapas y microcavidades de silicio poroso usando el método de matriz de transferencia. Se mostró la importancia de tomar en cuenta el desorden estructural en sistemas de multicapas para la descripción de las propiedades ópticas. Se fabricaron multicapas de silicio poroso para verificar la existencia de oscilaciones de Bloch fotónicas.
- En aspectos del transporte en medios porosos se realizaron los experimentos que verifican las predicciones teóricas sobre la existencia de incrementos sustanciales en la permeabilidad dinámica de fluidos viscoelásticos. Estos experimentos analizan tanto la velocidad puntual como el campo de velocidades.

Transferencia de Energía y Masa

- Los resultados numéricos obtenidos con la técnica de la ecuación de Boltzmann en Redes reprodujeron correctamente los resultados experimentales para el inicio de una pluma de pared, para los regímenes laminar y de transición.

- Se desarrollaron sendos métodos para realizar mediciones con anemometría láser Doppler y con velocimetría por imágenes de partículas de la amplitud y de fase de la oscilación de velocidad en flujos oscilatorios y se lograron mediciones dentro de la capa límite producida por una onda acústica. Se desarrolló la teoría para el análisis de la estabilidad del fenómeno termoacústico en líquidos como fluido de trabajo y se encontró que el agua puede ser un fluido de trabajo para motores termoacústicos operando a altas presiones.
- Se demostró la utilidad de un horno solar diseñado en el CIE para la cocción de alimentos.
- Se analizó el comportamiento del inicio de una pluma de pared. Mediante un análisis de escala se encontró una relación para la velocidad de avance del frente de la pluma de pared que representó correctamente los resultados experimentales.
- Se analizaron los resultados obtenidos con la técnica para mediciones simultáneas de la velocidad del flujo y de las partículas usando el equipo de Velocimetría por Imágenes de Partículas PIV.
- Se diseñó y construyó una celda que permite el acceso óptico por planos de luz horizontal y vertical.
- Se analizaron los resultados obtenidos en el sistema experimental para flujos con rotación.
- Mediante soluciones numéricas y analíticas se modeló con éxito los flujos quasidimensionales generados por fuerzas de Lorenz que fueron observados experimentalmente.

Productos del Trabajo Académico

La actividad académica se ve reflejada en los siguientes productos: 73 artículos en revistas con arbitraje, 34 artículos en memorias internacionales y nacionales, seis capítulos de libros, dos libros, dos artículos de divulgación, 16 informes técnicos y reportes y 28 tesis concluidas.

DIVULGACIÓN Y EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

En el 2003 el CIE participó en la organización de los siguientes eventos: International Materials Research Congress, International Symposium on Solar-Hydrogen-Fuel Cells-7, Tercer Congreso de Investigación, Tercera Escuela de Investigación en Energía, XX Curso de Actualización en Energía Solar, Serie de TV “Energía renovable para el Desarrollo Sustentable”, Diplomado “Sistemas Fotovoltaicos para el Desarrollo Rural”, 10ª Semana Nacional de Ciencia y Tecnología con PREFECO “José María Morelos y Pavón”, visitas guiadas al CIE (26 grupos–700 personas). El personal del CIE se ha involucrado en la creación del Museo de Ciencias en Morelos, 1º Encuentro Nacional de Educación, Divulgación de la Ciencia e Innovación Tecnológica, 1ª Semana de Ahorro de Energía en el Estado.

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 este año, algunos miembros del personal académico realizaron estancias de investigación en las siguientes instituciones: Universidad de California, Los Angeles; National Renewable Energy Laboratory, Boulder, Co., Centro Tecnológico de Transferencia de Calor (CTTC-UPC), Universidad Complutense de Madrid, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Instituto Mexicano del Petróleo, Laboratoire Maîtrise des Technologies Agro-Industrielles, Universidad de La Rochelle, Universidad de Guadalajara, Instituto de Física-UASLP, LASMEA, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, Francia, Laboratorio de Mecánica de Fluidos de la Universidad de la Sapienza, Italia.

Visitaron el Centro los siguientes académicos: Dr. Franco Bagnoli de la Universidad de Florencia, Italia; Ing. Rogelio Enriquez de Industrias Cale, S.A. de C.V., en Tlaxcala, Puebla; Dra. Alma Delia Cota,

de New Mexico State University; Dr. Arturo Pacheco, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Ing. Luis Estrada, de New Mexico State University; Ing. Gregorio Villareal, de Agropak International, S.A. de C.V.; Ing. Miguel Valderrábano, de FIRCO-SAGARPA; Ing. Francisco Ramos Díaz, de Industrias Cale en Tlaxcala; Ing. Mauricio Morán Pineda, de Bombas Grundfos de México, S.A. de C.V.; Dr. José Manuel Cejudo de la Universidad de Málaga, España; Dr. Eduardo González Cruz de la Universidad La Zulia, en Venezuela; Dr. Gerardo S. Contreras Puente, de la Escuela Superior de Física y Matemáticas (IPN), México, D.F.; Dr. Stefan Kraunter, de Río de Janeiro, Brasil; Dr. T. Nejat Veziroglu, de la Universidad de Miami; Dr. Andreas Luzzi, de International Energy Agency en Camberra, Australia; Dr. Agustín Mcevoy, de Suiza; Dr. Z.H. Zaidi, de la India; Dr. Mowafak Al-Jassim del National Renewable Energy Laboratory, en Golden, Colorado; Dr. Ramesh Dhare del National Renewable Energy Laboratory en Golden, Colorado, Dr. Francisco Anguita de la Universidad Complutense de Madrid; Dr. Julio César Valmaseda Tranque y Dr. Sergio Sanz Hernando, del Centro de Automatización, Robótica y Tecnologías de la Información y de la Fabricación, de Valladolid, España; Dr. Angus Rockett, del Solar Energy Materials and Solar Cells, de California, U.S.A.; Dr. Greg P. Smestad, del Solar Energy Materials and Solar Cells, de California, U.S.A.; Dr. Sergio Sanz Hernando, de Valladolid, España; Dra. Irene Marincic de la Universidad de Sonora, M. en C. Daili Vázquez Abella, del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Cuba; Dr. José Luis Arauz de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; M. en C. Cristino Ricárdez Jiménez de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Profr. Andreas Schadschneider de la Universidad de Koeln, Alemania. Dr. Jordi Ortin de la Universidad de Barcelona, España, Dr. E.G.D. Cohen de la Universidad Rockefeller de Nueva York; Dr. Vicente Garzó Puertos de la Universidad de Extremadura en Badajoz, España; Dr. Holger Kantz del Max Planck Institute en Dresden, Alemania.

VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD

El CIE tiene convenios académicos con las siguientes instituciones: Universidad La Salle Cuernavaca, Instituto Tecnológico de Zacatepec y Universidad Morelos de Cuernavaca. Además, en una fase intermedia están los proyectos de colaboración con el World Resources Institute y con el CIEMAT en España; existen los convenios o contratos de desarrollo tecnológicos con Sandia National Laboratories, Berumen Asociados S.A. de C.V. y con la Organización de los Estados Americanos; además se gestionó un convenio específico con la Universidad Autónoma de Baja California y Gobierno del Distrito Federal.

Por otra parte, el Centro participa activamente en los Acuerdos de Implementación de la Agencia Internacional de Energía, en particular en los programas de Calentamiento y Enfriamiento con Energía Solar y en el de Implementación de Bombas de Calor. También participa en labores de coordinación de la Red Iberoamericana de Refrigeración y Aire Acondicionado Solar (RIRAAS), del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).

Dentro del marco de la extensión académica, se han establecido proyectos de vinculación que involucran una interacción más estrecha con los subsistemas educativos pre-universitarios. La intención es fomentar las vocaciones hacia el área científico técnica, contribuir a la superación académica de la plantilla docente, adecuar la infraestructura de laboratorios y también mostrar los impactos benéficos de la investigación y desarrollo en instituciones públicas. Esto se ha impulsado a través de la participación en programas universitarios como “Jóvenes hacia la investigación”; se han establecido programas de mayor impacto local como dos pláticas semanales sobre los temas de investigación del personal académico del CIE, impartidas a los alumnos de la Preparatoria Federal Cooperativa de Temixco “José Ma. Morelos y Pavón”. Como resultado de esta actividad, en el 2003 se incrementó la matrícula escolar para el año 2003-2004 en el área terminal de Física-Matemáticas en un 200%.

En total durante este año el personal académico del CIE impartió 30 pláticas a los alumnos de esta preparatoria y brindó varias asesorías técnicas en proyectos para alumnos de licenciatura, bachillerato y secundarias técnicas.

PREMIOS Y DISTINCIONES

Algunos miembros del personal académico fueron merecedores de diversas distinciones, entre las que sobresalen las siguientes:

- El estudiante Alfonso Arturo Castrejón Pita obtuvo el Premio Estatal de la Juventud 2003, Estado de Morelos, Área de Actividades Académicas.
- Julia Tagüña Parga, Reconocimiento "Juana Ramírez de Asbaje".
- Claudio Estrada Gasca, SNI III. Área Ingeniería y Tecnología.

ACONTECIMIENTOS RELEVANTES

Convenios para Elaboración de Diagnósticos y Proyectos de Desarrollo Tecnológico

Se terminó la elaboración de la segunda y última fase del estudio "Actualización y desarrollo metodológico del balance de energía de la Zona Metropolitana del Valle de México", por encargo del Gobierno del Distrito Federal, ejecutado en colaboración con el PUE.

Se inició una participación en estudios de prospectiva científica tecnológica, a través de un apoyo del recién establecido Fondo Mixto CONACyT-Gobierno de Morelos, para hacer una evaluación del impacto de la actividad científico técnica de Estado, a través de metodologías informáticas (minería de citas) y de campo (cuestionarios y entrevistas).

El CIE gestionó, como sede de la presidencia de la Coordinación Regional Morelos de la Academia de Ingeniería, A.C., y en co-patrocinio con el gobierno estatal (Coordinación General de Modernización y Desarrollo Científico Tecnológico [Modecty] y la Secretaría de Desarrollo Económico [Sedeco]), con apoyos de la administración federal (Secretaría de Economía) para el establecimiento de un proyecto de vinculación productiva Universidad-Industria, llamado "Centro Morelense de Innovación y Transferencia de Tecnología" (CeMITT). Esta instancia fue ideada para generar un espacio de interacción de los núcleos de investigación científica, desarrollo tecnológico y educativo (NICDeTEs) y las organizaciones productivas asentadas en el Estado.

APOYO ADMINISTRATIVO

La Secretaría Administrativa del CIE 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 departamentos: Contabilidad, Compras y Personal. El Departamento de Contabilidad ejerció en el 2003 el presupuesto asignado al CIE y administró 28 proyectos apoyados por CONACyT, DGAPA-UNAM e ingresos extraordinarios.

Secretaría Técnica

Esta Secretaría continuó con la ampliación de las instalaciones del Centro, siendo el enlace con la Dirección General de Obras y Conservación y la Dirección General de Cómputo Académico.

PLANEACIÓN Y EVALUACIÓN

Respondiendo a la iniciativa de la Comisión Especial para el Congreso Universitario (CECU), en abril el Consejo Interno elaboró el documento llamado "Diagnóstico del Centro de Investigación en Energía, UNAM" que formó base para el análisis en agosto de propuestas de acciones sobre aspectos de docencia y de investigación en el CIE.

PRINCIPALES LOGROS Y RETOS

En el 2003 el Centro avanzó con el proceso de consolidación respecto a la investigación, docencia y mejoramiento de infraestructura. Este proceso se debe continuar. También la comunidad del CIE está desarrollando proyectos de investigación estratégica con amplia participación y dedicarse al mejoramiento de la eficiencia terminal de los alumnos de los programas de posgrado.

Algunos de los logros por coordinaciones fueron:

➤ **Recubrimientos Ópticos y Optoelectrónicos**

Se elaboraron películas delgadas de SnO₂Ga mediante rocío pirolítico con características de sensores de gases de oxígeno. Se realizó la caracterización de adhesión interfacial de arreglos de vidrios laminados con recubrimientos de ZnS-CuS-Cu₂-xSe para el control de la radiación solar.

➤ **Solar-Hidrógeno-Celda de Combustible**

Desarrollo de celdas solares CdTe-CdS con 9% eficiencia en vidrio conductor y 4% en sustrato metálicos. Desarrollo de un prototipo de celda de combustible PEM con platos bipolares metálicos. Modificación de un sistema convencional de celda de combustible de H₂ para el uso de metanol como combustible.

➤ **Superficies, Interfaces y Materiales Compuestos**

Los resultados obtenidos muestran que las matrices preparadas únicamente con material de carbón, tienen la capacidad de almacenar hidrógeno o carga. El desarrollo de materiales híbridos de TiO₂ / carbón, TiO₂ /fulerenos, Politiofeno/C60, para aplicaciones en dispositivos de conversión fotovoltaica de tercera generación.

➤ **Concentración Solar**

Se terminaron exitosamente las pruebas experimentales del Calorímetro de Cavity Cónica. Se llevó a cabo la comparación experimental de cuatro reactores (canal parabólico, canal en V, CPC y colector tubular) en la degradación fotocatalítica del ácido oxálico.

➤ **Geoenergía**

Se desarrolló un nuevo programa de cómputo (DC_Base) para la administración de bases de datos de coeficientes de partición y el cálculo de modelos de fusión parcial. Se determinaron los coeficientes de transferencia de calor de fluidos de perforación para su aplicación en la modelación numérica de procesos de transferencia de calor y la determinación de temperaturas estabilizadas de pozos geotérmicos.

➤ **Planeación Energética**

Análisis crítico-técnico de la generación hidroeléctrica en México, su situación presente y futura. Prueba y puesta a punto de la metodología y del modelo de cuantificación del impacto ambiental para proyectos hidroeléctricos, en un marco de sustentabilidad.

➤ **Refrigeración y Bombas de Calor**

Se tienen terminados dos prototipos de colectores CPC acoplados a sistemas de refrigeración.

➤ **Física Teórica**

Se modelaron flujos de líquidos eléctricamente conductores en campos magnéticos no homogéneos encontrando un nuevo camino a la turbulencia por la interacción del fluido conductor con el campo magnético. Se continuó analizando el tránsito vehicular con autómatas celulares, se extendió el modelo de NaSch para considerar anticipación y se encontraron nuevas fases dinámicas. Se fabricaron multicapas de silicio poroso para verificar la existencia de oscilaciones de Bloch fotónicas.

➤ Transferencia de Energía y Masa.

Los resultados numéricos obtenidos con la novedosa técnica de la ecuación de Boltzmann en Redes reprodujeron correctamente los resultados experimentales para el inicio de una pluma de pared. Se desarrolló la teoría para el análisis de la estabilidad del fenómeno termoacústico en líquidos como fluido de trabajo y se encontró que el agua puede ser un fluido de trabajo para motores termoacústicos operando a altas presiones. Se demostró la utilidad de un horno solar diseñado en el CIE para la cocción de alimentos.

* * *

CUADRO RESUMEN

PERSONAL ACADÉMICO	
Concepto	2003
Investigadores	38
Investigadores con estudios de doctorado	38
Técnicos académicos	17
Investigadores en SNI	38
Académicos con PRIDE	50
Académicos con PAIPA	5

DOCENCIA	
Concepto	2003
Total de cursos impartidos (grupo-asignatura)	48
Cursos impartidos en licenciatura	4
Cursos impartidos en posgrado	44
Tesis dirigidas en licenciatura	6
Tesis dirigidas en posgrado	22
Alumnos que realizaron servicio social	9

INVESTIGACIÓN	
Concepto	2003
Proyectos de investigación en proceso	25
Proyectos financiados con recursos de la UNAM	12
Proyectos financiados con recursos externos	13

DIFUSIÓN CULTURAL Y EXTENSIÓN ¹		
Concepto	2003	
	Eventos	Asistentes
Simposia	1	
Congresos	2	
Seminarios	1	
Cursos	1	
Series de TV	1	
Diplomados	1	
Encuentros	2	
Visitas guiadas	26	700
Artículos en revistas nacionales	2	
Conferencias y Teleconferencias	9	
Organización de eventos	52	

¹ Actividades organizadas por la entidad académica.

INTERCAMBIO ACADÉMICO	
Concepto	2003
Total de investigadores que salieron de intercambio	76
Total de investigadores que se recibieron de intercambio	38
Nacional	13
Del extranjero	25

PREMIOS Y RECONOCIMIENTOS	
Concepto	2003
Premios recibidos por sus académicos	1
Reconocimientos recibidos por sus académicos	2