
INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES

Dr. Octavio Castaños Garza
Director
(junio de 1996)

Dr. Alejandro Frank Hoeflich
Director
(junio de 2004)

INTRODUCCIÓN

Durante el año, el Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) realizó investigación en los siguientes programas académicos: Estructura de la materia, Física de altas energías, Física de plasmas, Gravitación y Teoría de campos, Interacción de radiación con materia, Química de plasmas, Química de radiaciones, y Dosimetría. Información adicional se puede obtener en la página Web del Instituto en la dirección <http://www.nucleares.unam.mx>

El personal académico se agrupa en los cinco departamentos: Estructura de la Materia, Física de Altas Energías, Física de Plasmas, y de Interacción de Radiación con Materia, Gravitación y Teoría de Campos, Química de Radiaciones y Radioquímica. En estos departamentos se desarrollan 48 proyectos con apoyo externo al ICN, agrupados en los programas académicos antes mencionados. El ICN cuenta con las siguientes unidades de apoyo: de Biblioteca, de Cómputo, de Docencia y Formación de Recursos Humanos, y de Irradiación y Seguridad Radiológica.

Departamento de Estructura de la Materia

Estudia la estructura y las propiedades de sistemas cuánticos utilizando principalmente técnicas basadas en la Teoría de Grupos. Entre las áreas de investigación principales, están la física de los núcleos, de las moléculas, de los cristales y de los hadrones, así como algunos problemas de la cromodinámica cuántica y de la óptica cuántica.

- *Proyectos desarrollados:* Espectroscopía nuclear. Métodos algebraicos de la física nuclear y molecular. Supersimetría nuclear. Factores espectroscópicos. Moléculas y cúmulos nucleares, Masas nucleares y caos. La estructura del nucleón y el pentaquark. Estados coherentes generalizados y sus aplicaciones. Transiciones de fase y tomografía de estados cuánticos. Moléculas en campos magnéticos intensos.
-

Departamento de Física de Altas Energías

Se realiza investigación sobre la teoría de campos en un medio, relevante a la física de neutrinos y diversas aplicaciones en astrofísica, sobre teorías de norma y supersimetrías, y sobre la geometría y la física de las partículas elementales. Durante 2004 investigadores de este grupo realizaron trabajo dentro de los proyectos de colaboración internacional *ALICE*, *RICH*, *STAR* y *Pierre Auger*.

➤ *Proyectos desarrollados*

Teoría de campos en un medio a temperatura y campos magnéticos finitos. Geometría y física. Teorías de norma y supersimetrías, Cuantización de teorías de norma y sus aplicaciones. Efectos cuánticos en un fondo gravitatorio: Sistemas coherentes, dualidad y propagación de partículas. Física de partículas en plasmas relativistas. Dinámica clásica y cuántica en sistemas extendidos. Decaimientos hadrónicos y semileptónicos. Detectores de rayos cósmicos. Comunicaciones a través de fibra óptica.

Departamento de Física de Plasmas y de Interacción de Radiación con Materia

El grupo de física de plasmas se especializa en simulación numérica de plasmas astrofísicos y de laboratorio. Ha desarrollado investigación en diversos aspectos teóricos y experimentales de fusión nuclear controlada. Se estudiaron fenómenos relevantes a la transición de modos de bajo confinamiento a modos de alto confinamiento en dispositivos toroidales, así como modelos de transporte y cinética de plasma parcialmente ionizado en la capa exterior de tokamaks. En el aspecto experimental se continuaron los trabajos de caracterización del foco de plasma denso *Fuego Nuevo II*.

El grupo de interacción de radiación con materia, se dedica al estudio teórico y experimental de la estructura electrónica de átomos y moléculas en fase gaseosa y de sólidos. Se continuó el trabajo de puesta en operación del laboratorio de resonancia magnética láser. Asimismo, se participó en experimentos de fotoionización en átomos simples en fuentes de radiación sincrotrónica.

➤ *Proyectos desarrollados*

Física de plasmas. Estudio de ondas de choque y chorros de plasmas en objetos astrofísicos, y en plasmas producidos por láseres. Identificación de exoplanetas usando wavelets. Radiación sincrotrónica en remanentes de supernova.

Dinámica de plasmas magnetizados de temperatura y densidad altas. Fenómenos de transporte en plasmas termonucleares confinados magnéticamente. Inestabilidades radiativas y ondas no lineales en plasmas. Estudio de plasmas desprendidos en divisores magnéticos de tokamaks. Control e identificación de sistemas dinámicos no lineales, filtrado de señales usando redes neuronales artificiales.

Interacción de radiación con materia. Interacción de radiación láser en el infrarrojo lejano con vapores atómicos. Fenómenos de superficie en la irradiación de sólidos, y Estudio del alineamiento de iones atómicos y moleculares producidos por fotoionización.

Departamento de Gravitación y Teoría de Campos

Se realiza investigación sobre diversos aspectos de la relatividad general, tales como la solución exacta de las ecuaciones de Einstein; el estudio de modelos cosmológicos, en los cuales se relacionan las propiedades actuales del universo con su origen, y la cuantización de modelos gravitacionales, en forma analítica y en el contexto de la relatividad numérica. También se investigan diversos aspectos de la física de agujeros negros. Se han estudiado teorías de norma en el contexto de haces fibrados en grupos de Lie y grupos cuánticos. Además, de estos trabajos se han derivado líneas de investigación en sistemas complejos y caos.

➤ *Proyectos desarrollados*

Propiedades y simetrías del Lagrangiano de Einstein-Hilbert. Álgebras no-conmutativas y grupos cuánticos y de trenza. Cuantización de campos con restricciones de simetría. Métodos de teoría de conjuntos en la gravedad cuántica. Grupo de renormalización y renormalización ambientalmente amigable. Distribución periódica de las galaxias y materia oscura. Soluciones exactas y numéricas a las ecuaciones de Einstein, Solubilidad cuasiexacta. Física de branas y de objetos extendidos clásicos y relativistas. Sistemas finitos y complejidad, sistemas financieros. Dinámica genética.

Departamento de Química de Radiaciones y Radioquímica

En el departamento se realiza investigación sobre los cambios químicos producidos por la radiación ionizante en compuestos de importancia biológica y en macromoléculas, los procesos químicos inducidos por descargas eléctricas en atmósferas planetarias, la importancia de los efectos catalíticos de arcillas en la síntesis prebiótica, y las propiedades ópticas y termoluminiscentes de materiales sometidos a radiación ionizante.

➤ *Proyectos desarrollados*

Evolución química. Estudios de evolución química en química de radiaciones. Biomoléculas bajo condiciones extremas: Implicaciones para la química prebiótica.

Química de plasmas. Química de plasmas relevantes a procesos planetarios. Estudios exobiológicos del sistema solar. Simulación experimental de síntesis orgánica en fase sólida y gaseosa en medio extraterrestres aplicada a Titán y los cometas. Producción de óxidos de nitrógeno por tormentas eléctricas. Química prebiótica en erupciones volcánicas.

Química de radiaciones en macromoléculas. Reticulación de polímeros vinílicos y sales poliméricas. Química de radiaciones en reacciones oscilantes. Síntesis de cristales líquidos poliméricos y nanotubos de carbono. Películas de Langmuir-Blodgett.

Dosimetría. Respuesta de materiales termoluminiscentes a la radiación densamente ionizante.

PERSONAL ACADÉMICO Y DE APOYO

El ICN contó con una planta académica de 69 académicos, de los cuales 58 son investigadores y 11 técnicos académicos. La distribución por nivel y categoría de los investigadores es: 20 Investigadores Titulares "C", 12 Investigadores Titulares "B", 15 Investigadores Titulares "A", tres Investigadores Asociados "C", y ocho postdoctorales. La distribución de los técnicos académicos es: tres Técnicos Académicos Titulares "C", quienes tienen doctorado; dos Técnicos Académicos Titulares "B"; cuatro Técnicos Académicos Asociados "C"; y dos Técnicos Académicos Asociados "B".

Del total de miembros del personal académico, 53 pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores como Investigadores Nacionales, y uno como candidato. Los demás reciben el apoyo equivalente a través del Programa de Estímulos de Iniciación a la Investigación de la UNAM. De igual manera, 60 miembros del personal académico pertenecen al PRIDE, y los ocho restantes son investigadores postdoctorales que recibieron estímulos del PAIPA.

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

El trabajo de investigación de personal del ICN dio lugar a 130 artículos publicados en revistas arbitradas, y 76 artículos in extenso publicados en memorias de reuniones, ambas de circulación internacional. Personal académico del Instituto participó en comités asesores u organizadores de 18 eventos científicos. Asimismo, miembros del personal académico participaron en la edición de tres libros de memorias de congresos.

DOCENCIA

Personal académico del ICN realiza labores de docencia directa a distintos niveles, en las facultades de Ciencias, Ingeniería y Química de la UNAM y en otras instituciones públicas de educación superior. El Instituto es una entidad participante en el *Programa de Posgrado en Ciencias Físicas* y en el *Programa de Posgrado en Ciencias Químicas*. Investigadores del Instituto impartieron 35 cursos de licenciatura, 37 cursos de posgrado, y cuatro de especialidad.

En este periodo se concluyó la dirección de once tesis de licenciatura, siete de maestría, y cuatro de doctorado, así como la dirección del servicio social de once estudiantes. Al momento de escribir esta memoria en el ICN hay 44 estudiantes asociados de doctorado, 35 de maestría, 25 de licenciatura, y siete de servicio social.

VINCULACIÓN

Se recibió la visita de 28 investigadores de Europa, Estados Unidos y Latinoamérica. Recíprocamente, miembros del personal académico del ICN fueron comisionados para realizar visitas de colaboración, para asistir a eventos científicos nacionales o internacionales, para realizar visitas de trabajo a otras dependencias de investigación, o para presentar pláticas de los resultados de su trabajo, en 51 ocasiones.

Dos investigadores concluyeron sus estancias sabáticas de un año en prestigiados centros de investigación, uno en la Escuela de Física Teórica del Instituto de Estudios Avanzados de Dublín, Irlanda, y otro en el Departamento de Física de la Universidad de California en Davis, E.U.A.; otro investigador inició una estancia sabática de un año en la Escuela de Física Teórica del Instituto de Estudios Avanzados de Dublín, Irlanda; un investigador realizó una estancia postdoctoral en el Laboratorio de Físico-Química y Química Teórica de la Universidad de Oxford, en Inglaterra.

De los proyectos de investigación realizados en la Institución, 23 reciben apoyo de la DGAPA y 15 más cuentan con el respaldo de CONACyT. Se cuenta además con seis convenios de colaboración interinstitucional con financiamiento externo a la dependencia. Por su parte, investigadores del ICN participaron en la organización de 18 eventos científicos internacionales.

UNIDADES

En este año, la Unidad de Docencia y Recursos Humanos emitió convocatorias para el ingreso de estudiantes asociados en cuatro períodos, llegando a 110 estudiantes asociados en la dependencia. Se apoyó la asistencia de 20 estudiantes asociados a diversos eventos científicos nacionales e internacionales.

El ICN cuenta con una fuente de rayos gamma de cobalto 60, modelo GAMMABEAM 651-PT y tiene una actividad aproximada de 45,000 curies. Este irradiador fue renovado en un 90%, y su consola de control se renovó completamente en el 2004. Se emplea principalmente en los proyectos de investigación de química de radiaciones del Instituto, pero también se proporcionan servicios a otras dependencias de la UNAM y a industrias. Se proporcionaron servicios de irradiación a doce dependencias de la UNAM, y a 49 industrias privadas. Estos servicios son coordinados por la Unidad de Irradiación y Seguridad Radiológica.

La biblioteca del ICN continuó fortaleciendo e incrementando sus servicios a los usuarios. Para tal fin se adquirieron 330 libros, videos y discos compactos, y se añadieron aproximadamente 3,000 fascículos de revistas a la colección permanente. La biblioteca del ICN es depositaria de las revistas: *Applied Radiation and Isotopes*, *Biosystems*, *Nuclear Physics A*, *Nuclear Physics B*, *Nuclear Physics B. Proceedings Supplement*, *Radiation Physics and Chemistry*, y *Science of the Total Environment*. Se tiene acceso electrónico al catálogo de libros, colección de revistas y títulos de reciente adquisición a través de la página Web del Instituto.

La Unidad de Cómputo proporciona un apoyo importante a las tareas de investigación del ICN. En este año se continuó con la elaboración de páginas Web para eventos científicos internacionales, y la actualización del equipo de cómputo, tanto de servidores como de computadoras personales.

INFRAESTRUCTURA

El ICN cuenta con laboratorios de detectores, de dosimetría, de espectroscopía láser, de espectroscopía óptica, de física de plasmas, de Langmuir-Boldgett, de luminiscencia, de química de plasmas y estudios planetarios, de química de radiaciones en evolución química, de química de radiaciones en macromoléculas, de química de radiaciones en reacciones oscilantes, de radicales libre y altas temperaturas, de seguridad radiológica, y de trampas ópticas.

EVENTOS ESPECIALES

Durante los meses de agosto y septiembre, se realizó un trabajo exhaustivo de auto-análisis de los diversos departamentos y unidades, que culminó con una jornada de Diagnóstico y Perspectivas del ICN, en la que se discutió la situación actual de la dependencia, sus fortalezas y limitaciones, y se elaboraron planes de desarrollo a corto y mediano plazo.

* * *

RESUMEN ESTADÍSTICO

1. PERSONAL ACADÉMICO		
Concepto	2003	2004
Investigadores	51	58
Investigadores con estudios de doctorado	50	58
Investigadores con estudios de maestría	1	-
Técnicos académicos	11	11
Académicos en SNI	53	54
Académicos con PRIDE	61	60
Académicos con FOMDOC	2	-

2. DOCENCIA		
Concepto	2003	2004
Cursos impartidos en posgrado (grupo-asignatura ó proyecto)	39	37
Cursos impartidos en licenciatura (grupo-asignatura)	37	35
Cursos impartidos en educación continua	4	4
Tesis dirigidas de posgrado	10	11
Tesis dirigidas de licenciatura	16	11
Alumnos que realizaron servicio social	15	11

3. INVESTIGACIÓN		
Concepto	2003	2004
Líneas de investigación	60	60
Proyectos de investigación desarrollados (concluidos o en proceso)	61	60
Proyectos financiados con recursos de la UNAM	64	60
Proyectos financiados con recursos externos	31	20
Productos de investigación		
Artículos publicados, artículos en memorias de congresos, libros	185	76
Artículos publicados en revistas internacionales	-	130
Libros publicados	-	3

4. DIVULGACIÓN Y EXTENSIÓN ¹				
Concepto	2003		2004	
	Eventos	Asistentes	Eventos	Asistentes
Conferencias	-	-	18	40

¹ Actividades organizadas por el Instituto.

5. INTERCAMBIO ACADÉMICO		
Concepto	2003	2004
Total de investigadores que salieron de intercambio	47	54
Al extranjero	47	54
Total de investigadores que se recibieron de intercambio	31	28
Del extranjero	31	28

6. PREMIOS Y RECONOCIMIENTOS		
Concepto	2003	2004
Premios otorgados a sus investigadores	-	3