

---

## INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES

---

*Dr. Octavio Castaños Garza*  
*Director*  
*(junio de 1996)*

### INTRODUCCIÓN

Durante 2003 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.nuclecu.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 31 proyectos con apoyo externo al ICN, agrupados en los programas académicos antes mencionados. El ICN cuenta con las siguientes unidades de apoyo: Biblioteca, Cómputo, 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:* Simetrías dinámicas en la espectroscopía nuclear; Métodos algebraicos de la física nuclear y molecular; La estructura del nucleón; Estados coherentes generalizados y sus aplicaciones; y Métodos algebraicos y geométricos de moléculas nucleares.

#### ***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 2003 investigadores de este grupo realizaron trabajo dentro de los proyectos de colaboración internacional *ALICE*, *RHIC* y *Pierre Auger*.

- *Proyectos Desarrollados:* Teoría de campos en un medio; 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; y Dinámica clásica y cuántica en sistemas extendidos.

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

El grupo de física de plasmas ha desarrollado investigación en diversos aspectos teóricos y experimentales de fusión nuclear controlada. Bajo el punto de vista teórico se estudiaron fenómenos relevantes a la transición de modos de bajo confinamiento a modos de alto confinamiento en dispositivos toroidales. Se continuó con el desarrollo de una teoría sobre el efecto de la radiación de impurezas en el borde y de 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. Se continuó en el estudio de reacciones química de compuestos orgánicos adsorbidos en el estado sólido.

- *Proyectos Desarrollados:*

Física de plasmas: 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 en el borde de tokamaks y astrofísica; Estudio de plasmas desprendidos en divisores magnéticos de tokamaks; y 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.

Simulación numérica de plasmas: Estudio de ondas de choque y chorros de plasmas producidos por láseres. Jets Astrofísicos.

### ***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. 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; Renormalización ambientalmente amigable; Distribución periódica de las galaxias; Soluciones exactas a las ecuaciones de Einstein; Solubilidad cuasixacta; La Física de objetos extendidos relativistas; y Sistemas finitos y complejidad.

### ***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; de 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; y Síntesis de cristales líquidos poliméricos.

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

### **PERSONAL ACADÉMICO Y DE APOYO**

En 2003 el ICN contó con una planta académica de 70 académicos, de los cuales 59 son investigadores y once técnicos académicos. La distribución por nivel y categoría de los investigadores es: 18 Investigadores Titulares "C", 14 Investigadores Titulares "B", 14 Investigadores Titulares "A", cinco Investigadores Asociados "C" y ocho postdoctorales. La distribución de los técnicos académicos es: dos Técnicos Académicos Titulares "C", quienes tienen doctorado; dos Técnicos Académicos Titulares "B", de los cuales uno tiene doctorado; un Técnico Académico Titular "A", que posee licenciatura; cuatro Técnicos Académicos Asociados "C" y dos Técnicos Académicos Asociados "B".

Del total de miembros del personal académico, 49 pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores como Investigadores Nacionales y cuatro como candidatos. Nueve investigadores, ocho de ellos posdoctorales, reciben el apoyo equivalente a través del Programa de Estímulos de Iniciación a la Investigación de la UNAM. De igual manera, 61 miembros del personal académico pertenecen al PRIDE y los nueve restantes, de ingreso reciente y de los cuales ocho son posdoctorales, recibieron estímulos del PAIPA.

### **PRODUCCIÓN CIENTÍFICA**

Durante 2003 el trabajo de investigación de personal del ICN dio lugar a 114 artículos publicados en revistas arbitradas y 66 artículos *in extenso* publicados en memorias de reuniones, ambas de circulación internacional. Personal académico del Instituto participó en comités asesores u organizadores de 24 eventos científicos. Asimismo, miembros del personal académico participaron en la edición de cinco 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 entidad participante en el Programa de Posgrado en Ciencias Físicas y en el Programa de Posgrado en Ciencias Químicas. Investigadores del Instituto impartieron 37 cursos de licenciatura y 39 cursos de posgrado.

En este periodo se concluyó la dirección de 16 tesis de licenciatura, tres de maestría y siete de doctorado, así como la dirección del servicio social de 15 estudiantes. Al momento de escribir esta memoria en el ICN hay 30 estudiantes de doctorado, 35 de maestría, 27 de licenciatura y siete de servicio social.

## VINCULACIÓN

En el 2003 se recibió la visita de 33 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 105 ocasiones.

Cuatro investigadores concluyeron sus años sabáticos en prestigiados centros de investigación: Departamento de Energía del Politécnico de Turín, en Italia; Centro de Geometría y Física Gravitacional del Departamento de Física de la Universidad Estatal de Pennsylvania, E.U.A.; Laboratorio Interuniversitario de Sistemas Atmosféricos de las Universidades de París 7 y 12, en Francia; y el Grupo de Física Matemática del Departamento de Física Teórica de la Universidad de Valencia, en España. Dos investigadores iniciaron estancias sabáticas de un año: 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. Un investigador realiza 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, 17 reciben apoyo de la DGAPA y 14 más cuentan con el respaldo de CONACyT. Por su parte, investigadores del ICN participaron en la organización de 24 eventos científicos internacionales.

## UNIDADES

En este año, la Unidad de Docencia y Recursos Humanos emitió convocatorias para el ingreso de estudiantes asociados en cuatro periodos, admitiendo a 48 y 19 estudiantes concluyeron sus estudios 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 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. En 2003 se proporcionaron servicios de irradiación a once dependencias de la UNAM y a 52 industrias privadas. Estos servicios son coordinados por la Unidad de Irradiación y Seguridad Radiológica.

La biblioteca del ICN sirve a la comunidad universitaria mediante préstamos internos, externos e interbibliotecarios. En 2003 se adquirieron 352 libros, videos y discos compactos y se añadieron aproximadamente 3,000 fascículos de revistas a la colección permanente. El ICN a través de la biblioteca

se comprometió en ser la institución depositaria de las siguientes 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 a colecciones de revistas del *Institute of Physics* (Gran Bretaña) y de *American Physical Society*. A través de la página Web del Instituto puede consultarse información sobre títulos de reciente adquisición. También se puede obtener información sobre el acervo bibliográfico por medio del OPAC de la biblioteca.

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

\*\*\*

CUADROS RESUMEN

PERSONAL ACADÉMICO	
Concepto	2003
Investigadores	51
Investigadores con estudios de doctorado	59
Técnicos académicos	11
Investigadores en SNI	53
Académicos con PRIDE	61
Investigadores con FOMDOC	2

DOCENCIA	
Concepto	2003
Total de cursos impartidos (grupo-asignatura)	76
Cursos impartidos en licenciatura	37
Cursos impartidos en posgrado	39
Cursos impartidos en educación continua	4
Tesis dirigidas en licenciatura	16
Tesis dirigidas en posgrado	10
Alumnos que realizaron servicio social	15

INVESTIGACIÓN	
Concepto	2003
Líneas de investigación	60
Proyectos de investigación en proceso	61
Proyectos financiados con recursos de la UNAM	64
Proyectos financiados con recursos externos	31
Productos de investigación Artículos publicados, artículos en memorias de congresos, libros	185

INTERCAMBIO ACADÉMICO	
Concepto	2003
Total de investigadores que salieron de intercambio	47
Al extranjero	47
Total de investigadores que se recibieron de intercambio	31
Del extranjero	31