

---

## INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS

---

*Dr. Jorge Andrés Flores Valdés*  
*Director*  
*(octubre de 1998)*

*Dr. Wolf Luis Mochán Backal*  
*Director*  
*(septiembre de 2006)*

### INTRODUCCIÓN

El Instituto de Ciencias Físicas (ICF) es la entidad académica de más reciente creación en el subsistema de la Coordinación de la Investigación Científica. Tiene sus antecedentes en el Laboratorio de Cuernavaca, dependencia foránea del Instituto de Física y en el Centro de Ciencias Físicas que fue creado el 22 de septiembre de 1998. El 29 de septiembre de 2006 el Consejo Universitario acordó la transformación del Centro de Ciencias Físicas en el Instituto de Ciencias Físicas y la Junta de Gobierno nombró al Dr. Wolf Luis Mochán Backal como su primer Director.

El ICF está organizado en áreas y líneas de investigación generadas en base a la relevancia, originalidad y pertinencia en temas que corresponden al campo de las ciencias físicas y que han surgido alrededor de líderes académicos de reconocido prestigio internacional. Actualmente realiza investigaciones en una amplia gama de temas, que incluyen la física de materiales avanzados, el estado sólido, óptica no lineal, biofísica, física de plasmas, colisiones moleculares, interacción de luz láser con moléculas, espectrometría atmosférica, física no lineal, física de campos, coloides, polímeros, óptica matemática, mecánica celeste, mecánica estadística fuera de equilibrio, caos cuántico, vibraciones elásticas y dinámica de redes. Esta apertura en temas de trabajo le proporciona una enorme fortaleza y versatilidad, y una riqueza especial que le ha permitido iniciar y apoyar proyectos inter y multi-disciplinarios valiosos. También ha permitido apoyar la creación de diversos programas de estudios y contribuir a la formación de recursos humanos en distintos programas de licenciatura y de posgrado. En particular, ha mantenido una estrecha colaboración con la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, en cuyo campus están enclavadas sus instalaciones.

Las áreas de investigación en las que está organizado el Instituto de Ciencias Físicas son: Biofísica y Ciencia de Materiales, Física Atómica Molecular y Óptica Experimentales, Física Teórica y Computacional y Fenómenos no lineales y Complejidad.

Uno de los principales logros obtenidos durante el año fue la conversión de Centro a Instituto aunque es claro que esto fue resultado del trabajo desarrollado desde la creación del Centro. Además de las labores cotidianas que se han venido desarrollando en el Instituto, se logró la puesta en operación del Laboratorio de Nano polímeros del cual ya empezaron a obtenerse resultados que han sido publicados en revistas indizadas. En cuanto a producción primaria, el ICF mantuvo un muy satisfactorio nivel publicando 92 artículos de investigación en revistas indizadas, dando un promedio de poco más de dos artículos por investigador.

El ICF es una entidad académica del Posgrado en Ciencias Físicas (PCF) de la UNAM y en sus instalaciones se imparten cursos de este programa. Varios de sus investigadores forman parte del grupo de tutores del PCF y participan tanto en comités tutorales como en la dirección de tesis. Además, sus investigadores colaboran activamente con la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos impartiendo cursos y asesorando alumnos tanto de nivel licenciatura como de posgrado. Varios de sus investigadores participan también en el programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas de la UNAM y se espera que en un futuro próximo el ICF se convierta en una entidad académica de dicho programa.

Junto con el Instituto de Física, el ICF organiza una escuela de verano dirigida a alumnos que están por terminar sus estudios de licenciatura con el objetivo de motivarlos para que continúen con sus estudios de posgrado. En estas escuelas se imparten cursos cortos y conferencias con el propósito de presentar a los alumnos una visión lo más general posible de las investigaciones en física que se realizan en nuestra universidad. Se llevó a cabo la XIV Escuela de Verano en Física en la que participaron 25 estudiantes provenientes de distintas universidades del país.

El ICF signó dos convenios de colaboración, uno con el Joint Institute of Nuclear Research de Dubna, Rusia, cuyo objetivo es el de promover las colaboraciones y el intercambio académico entre las partes y el otro con la Universidad Simón Bolívar, de Caracas, Venezuela, con la intención de optimizar las colaboraciones académicas y facilitar el intercambio de alumnos de posgrado entre las instituciones.

A continuación se presenta una breve descripción de los proyectos de investigación que se desarrollaron en el ICF.

Dentro del programa de Biofísica se investiga desde el punto de vista microscópico la interacción de moléculas y iones con el agua, realizando para ello cálculos de primeros principios de potenciales intermoleculares y simulaciones numéricas de procesos de relevancia biológica. También se estudia desde el punto de vista teórico el transporte de iones a través de poros, buscando explicaciones para su selectividad iónica, i.e., el por qué algunos iones pasan libremente a través de membranas porosas mientras que otros, inclusive más pequeños, son bloqueados. Recientemente se hallaron mecanismos novedosos que conducen a selectividad iónica incluso en nanoporos inorgánicos. También se realizan estudios experimentales de conductividad a través de poros en membranas para determinar los efectos de diversos antibióticos en ellos. Se ha adaptado la técnica de microscopía de fuerza atómica aplicada a materia suave y con ella se estudia la estructura de poros individuales. Por otro lado, se aplican técnicas heurísticas para estudiar teóricamente cómo surge la estructura tridimensional de macromoléculas tales como las proteínas. También se han estudiado las fuerzas moleculares no covalentes y su relación con la selección de compuestos quirales.

En el programa de Ciencia de Materiales se diseñan, fabrican y caracterizan materiales avanzados con características físicas específicas. Se buscan substitutos intermetálicos de aleaciones como aceros inoxidable y algunas superaleaciones que sean muy resistentes a la oxidación y con una buena resistencia mecánica a alta temperatura. También se estudian materiales nanoestructurados. Se analizan los mecanismos que conducen a la corrosión, incluyendo la corrosión debida a la acción biológica de diversos microorganismos. Las pérdidas económicas debidas a la corrosión de ductos, cables y estructuras son multimillonarias. Por ello, se diseñan y ponen a prueba esquemas novedosos para protección contra ésta, que van desde la protección catódica hasta el diseño de recubrimientos nanomoleculares

En el programa de Física Atómica, Molecular y Óptica Experimentales, un propósito fundamental es el entender la dinámica de la interacción entre varias partículas, incluyendo moléculas ionizadas, neutras y fotones. En particular, entender las colisiones entre iones/electrones/fotones con átomos y moléculas, en las cuales se manifiestan fenómenos como transferencia de carga, excitación electrónica, ionización y disociación. Se desarrollan los equipos e instrumentos requeridos para estos estudios. Se estudia la disociación de moléculas debida a colisiones de éstas con átomos o debida a la interacción con luz proveniente de fuentes láser entonables tipo MOPO. Para ello se preparan haces moleculares pulsados, los cuales se hacen interaccionar con diversos proyectiles y los fragmentos son analizados mediante espectroscopía de tiempo de vuelo, detectando simultáneamente los fotoelectrones emitidos mediante procesos de absorción de múltiples fotones y las partículas cargadas resultantes. Se estudian las interacciones multielectrónicas que gobiernan los procesos que se llevan a cabo en plasmas, láseres de rayos X y en las atmósferas interestelares. Para ello se llevan a cabo experimentos en la *fente avanzada de luz* sincrotrón de Berkeley. Se estudian los procesos que conducen a la formación de cúmulos en plasmas de baja temperatura formados por mezclas gaseosas y el transporte de iones y de electrones en su seno. Se analizan los efectos magneto-óptico-galvánicos en dichos plasmas y se estudian descargas luminiscentes y su empleo para modificar las propiedades mecánicas de materiales.

Por otro lado, la experiencia del grupo en el desarrollo de su propia instrumentación ha conducido a un novedoso sistema de excitación y detección de vibraciones mediante acoplamientos electromagnéticos, el cual impulsó un nuevo laboratorio de vibraciones elásticas.

En el área de Física Teórica y Computacional se investiga una gran diversidad de temas, incluyendo astrofísica, cosmología, teoría de partículas y campos, epióptica, física de coloides, polímeros nanoestructurados, cálculos atómicos y moleculares, dinámica de sistemas cuánticos y óptica matemática. En cuanto a astrofísica, se estudian las superficies de estrellas y las perturbaciones gravitacionales sobre ellas en sistemas binarios. Además, se modelan las líneas espectrales en emisión producidas por los vientos en estrellas calientes. En cosmología se investigan modelos inflacionarios del universo temprano, íntimamente relacionados con la física de las partículas elementales. La epióptica es el estudio óptico de superficies, el cual requiere de técnicas sofisticadas para distinguir las débiles contribuciones de las primeras capas atómicas de un sólido. Entre éstas, se emplean fenómenos no lineales como la generación de armónicos y de suma y diferencia de frecuencias. Mediante simulaciones numéricas se estudian teóricamente diversos aspectos de la agregación coloidal y la sedimentación de cúmulos coloidales. En este tema se colabora con el laboratorio de nanopolímeros. El proyecto de cálculos atómicos y moleculares incluye el desarrollo de técnicas para predecir las reacciones que se llevan a cabo en colisiones entre moléculas y el estudio de las propiedades de pequeñas moléculas que tienen una gran relevancia en la atmósfera terrestre. Para el estudio de la dinámica de sistemas cuánticos se trabaja sobre métodos algebraicos que permiten estudiar de manera esencialmente exacta la interacción y evolución de pequeñas moléculas en presencia de radia-

ción electromagnética intensa, incluyendo fenómenos como la decoherencia y el enlazamiento que son esenciales para el desarrollo de la computación cuántica. Métodos algebraicos similares permiten estudiar dispositivos ópticos y procesamiento de imágenes

Finalmente, en el área de Fenómenos no Lineales y Complejidad se estudia el caos en sistemas clásicos y la huellas del caos en sistemas cuánticos cuyas contrapartes clásicas son caóticas poniendo énfasis en las propiedades estadísticas de dichos sistemas. Se investiga la dispersión caótica en sistemas de pocos cuerpos y sus consecuencias en la formación de sistemas planetarios. Se exploran los efectos de potenciales dependientes del tiempo en el comportamiento del sistema. Se estudia la evolución en el tiempo y en el espacio de sistemas disipativos con dinámicas no lineales, la cual puede dar origen a un comportamiento regular, a caos temporal o espacio-temporal, a fenómenos de sincronización, y a la formación de patrones e interfaces, entre otros. Por otro lado, se estudiará la decoherencia de sistemas cuánticos y cómo inhibirla mediante la aplicación de pulsos electromagnéticos, tema de relevancia para la computación cuántica.

Se investigan también fenómenos fuera de equilibrio como la metaestabilidad y el transporte de calor y de masa. Se busca el desarrollo de patrones y de comportamientos regulares e irregulares en sistemas estocásticos, así como las dinámicas transitorias. Se analizan dinámicas en redes y sus aplicaciones a la biología. Se llevan a cabo otras investigaciones sobre temas de biología teórica tales como biología del desarrollo, modelos de evolución y máquinas moleculares. Se buscan aplicaciones de la física a otras disciplinas tales y como la economía.

\* \* \*

### RESUMEN ESTADÍSTICO

1. DOCENCIA			
Concepto	2004	2005	2006
Cursos impartidos de licenciatura (grupo-asignatura).	37	36	41
Tesis dirigidas en posgrado.	4	3	4
Tesis dirigidas en licenciatura.	3	8	9
Alumnos que realizaron servicio social.	20	15	15
Cursos impartidos en posgrado (grupo-asignatura o proyecto).	19	9	15

2. INVESTIGACIÓN			
Concepto	2004	2005	2006
Proyectos de investigación en proceso.	31	31	31
Artículos en revistas arbitradas.	69	101	92
Líneas de investigación.	4	4	4
Proyectos financiados con recursos de la UNAM.	17	17	16
Proyectos financiados con recursos externos.	14	14	10
Capítulos en libros.	-	-	1
Libros publicados.	3	1	2
Artículos publicados por Investigadores en revistas Internacionales.	69	101	92
Proyectos de investigación concluidos.	5	7	4

**3. DIVULGACIÓN**

Concepto	2004		2005		2006	
	Número	Asistentes	Número	Asistentes	Número	Asistentes
Congresos.	2	500	2	500	2	47
Conferencias.	-	-	15	-	78	-
Seminarios.	43	800	52	800	26	800
Cursos.	1	25	1	25	1	25

**4. PREMIOS Y DISTINCIONES**

Concepto	2004	2005	2006
Premios otorgados por la dependencia.	2	-	2

**5. INTERCAMBIO ACADÉMICO**

Concepto	2004	2005	2006
Investigadores que salieron de intercambio (total).	11	10	2
Investigadores que salieron de intercambio (nacional).	2	1	-
Investigadores que salieron de intercambio (al extranjero).	11	10	2
Investigadores que se recibieron de intercambio (total).	4	4	3
Investigadores que se recibieron de intercambio (nacional).	2	2	1
Investigadores que se recibieron de intercambio (del extranjero).	2	2	2

**6. PERSONAL ACADÉMICO Y DE APOYO**

Concepto	2004	2005	2006
Investigadores.	36	36	35
Investigadores con estudios de doctorado.	36	45	35
Investigadores postdoctorales.	3	10	7
Técnicos Académicos.	9	8	8
Académicos en el SNI.	34	35	35
Académicos beneficiados por el PRIDE.	42	37	36