



CENTRO DE CIENCIAS FÍSICAS

El Centro de Ciencias Físicas de la UNAM (CCF) fue creado por el Consejo Universitario el 22 de septiembre de 1998. El Rector de la UNAM nombró al Dr. Jorge Flores Valdés como su primer director, quien tomó posesión el 23 de octubre de ese año.

El CCF surge como transformación del Laboratorio de Cuernavaca, subdependencia foránea del Instituto de Física de la UNAM que inició sus actividades en 1982. En el momento de su creación el Centro de Ciencias Físicas ya era una institución madura de investigación.

En el se realiza investigación teórica en estado sólido, física estadística, caos clásico y cuántico, partículas elementales, física atómica, vibraciones elásticas y óptica. Se realiza investigación experimental en los laboratorios de materiales, biofísica, física atómica y molecular, óptica y vibraciones elásticas. Además participa como entidad académica del posgrado en Ciencias Físicas de la UNAM y varios de sus investigadores participan con la Facultad de Ciencias de la UAEM. Así, el CCF cumple su misión: *Crear conocimiento de frontera en temas originales de alta relevancia en las ciencias físicas y formar recursos humanos de alto nivel.*

Cuando se creó el Centro existían ya varios grupos de investigación muy activos, formados por más de 30 doctores en ciencias, once de los cuales eran titulares C y ocupaban el nivel más alto del Sistema Nacional de Investigadores. Trabajaban en el CCF, además, tres técnicos académicos.

En diciembre de 2002, la planta académica consta de 37 investigadores, 30 titulares y tres asociados, un profesor con Cátedra Patrimonial Nivel II y tres investigadores posdoctorales; apoyan el trabajo de investigación ocho técnicos académicos, cuatro de ellos titulares. Este personal académico ocupa la planta física del Centro en su totalidad, lo que hará difícil incrementar el número de investigadores y técnicos académicos en el futuro cercano.

La producción científica del Centro ha sido siempre importante, tanto a nivel nacional como internacional. El número acumulado de artículos en revistas con arbitraje riguroso es alrededor de 625. Hasta la fecha, los investigadores del Centro de Ciencias Físicas han recibido en conjunto más de 12,000 citas en la literatura especializada.

Sin embargo, la formación de recursos humanos no ha sido tan exitosa, pues en el Centro se podría educar a un número mucho mayor de estudiantes. En 2002 estuvieron asociados al Centro 49 estudiantes avanzados provenientes de diversas facultades de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y de la UNAM, así como de la Universidad Autónoma del Estado de México, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, la Universidad de Santander en Colombia y la Universidad Central de Venezuela.

El CCF está organizado en grupos y líneas de investigación generadas en base a la originalidad, relevancia, excelencia y pertinencia en temas que corresponden al campo de las Ciencias Físicas y que han surgido alrededor de líderes académicos de reconocido prestigio internacional.

Los grupos de investigación en que está organizado y el personal académico asociado a ellas, son:

- *Biofísica y Ciencia de Materiales*: Dr. José Luis Albarrán Gómez, Dra. Maura Casales Díaz, Dr. Ramón Garduño Juárez, Dr. Jorge Hernández Cobos, Dr. Lorenzo Martínez Gómez, Dr. Iván Ortega Blake, Dr. Ramiro Pérez Campos, Dr. Humberto Saint-Martín Posada, Dr. Osvaldo Flores Cedillo, Anselmo González Trujillo, Ing. René Guardián Tapia, M. en C. Javier González Damián.
- *Física Atómica, Molecular y óptica Experimentales*: Dr. Ignacio Álvarez Torres, Dra. Carmen Cisneros Gudiño, Dr. Jaime de Urquijo Carmona, Dr. Guillermo Hinojosa Aguirre, Dr. Horacio Martínez Valencia, Dr. Alejandro Morales Mori, Ing. Armando Bustos Gómez, M. en C. Alfonso Guerrero Tapía, Fís. Luis Gutiérrez.
- *Física Teórica*: Dr. Miguel Ángel Alonso González, Dr. Alejandro Amaya Tapía, Dr. Armando Antillón Díaz, Dr. Alejandro Frank Hoeflich, Dr. Gabriel Germán Velarde, Dra. Araceli Góngora Treviño, Dr. Agustín González Flores, Dra. Catalina López Bastidas, Dr. Jesús A. Maytorena Cordova, Dr. Wolf Luis Mochán Backal, Dr. Georgi Pogosyan, Dr. José Récamier Angelini, Dr. Sameen Ahmed Khan, Dr. Gabriel J. Vázquez Torres, Dr. Kurt Bernardo Wolf Bogner, Quím. Guillermo Kröttsch Gómez.
- *Física No-lineal*: Dr. Luis Benet Fernández, Dr. Christof Jung Kohl, Dr. Hernán Larralde Ridaura, Dr. Francois Leyvraz Waltz, Dr. Gustavo Martínez Mekler, Dr. Rafael Méndez Sánchez, Dr. Thomas Seligman Schurch.

El Centro de Ciencias Físicas cuenta también con áreas de servicios y apoyo académico y participa como entidad académica del Posgrado en Ciencias Físicas de la UNAM. Los servicios de apoyo incluyen a la biblioteca, el taller, servicios de cómputo y sala de videoconferencias.

Algunos de los grupos del CCF mantienen estrecha relación con el Centro Internacional de Ciencias, A.C. (CIC). En esta institución, también localizada en el Campus Chamilpa en Cuernavaca, se organizan reuniones, con duración de varias semanas, en las cuales coinciden científicos de muchos países para discutir los avances recientes y el desarrollo en el futuro cercano de algunos campos de la ciencia. El CCF y el CIC han organizado conjuntamente varias de estas reuniones. Con ello, estos grupos del Centro se hallan a la frontera, desde un punto de vista internacional, en sus áreas de estudio. Se han tratado los temas de caos cuántico, óptica matemática, física estadística y sistemas dinámicos. Además en el CCF se organizó la reunión Integrable Systems que se llevó a cabo en septiembre de 2002.

El CCF, en colaboración con el Instituto de Física de la UNAM y la Facultad de Ciencias de la UAEM, organizó la X Escuela de Verano en Física: La Visión Molecular de la Materia, a la que acudieron estudiantes de licenciatura de varios estados de la República Mexicana, algunos de los cuales son ahora estudiantes de posgrado asociados al Centro.

En un futuro no muy lejano, se avizora que el Centro de Ciencias Físicas se convierta en el Instituto de Ciencias Físicas, lo que contribuirá a la consolidación del Campus Morelos de la UNAM.

En lo que sigue se presenta información sobre el Centro y lo realizado en éste durante el 2002. Ponemos especial énfasis en describir cualitativamente los proyectos de investigación y sus logros.

ÁREAS DE INVESTIGACIÓN

- ***Biofísica y Ciencia de Materiales***

- Síntesis y Procesamiento de Materiales

- José Luis Albarrán, Osvaldo Flores, Anselmo González y Lorenzo Martínez.

- Se investigan los parámetros de procesamiento y la síntesis de nuevos materiales, como intermetálicos, aceros microaleados, cuasicristales y vidrios, con el objetivo de evaluar sus propiedades físicas y químicas. Se aplican técnicas de difracción de rayos X, microscopía electrónica de transmisión y microanálisis para estudiar la estructura. Se

estudia también la modificación de las propiedades mecánicas, como resistencia a la cedencia, módulo de elasticidad, última resistencia a la tensión y porcentaje de deformación. Asimismo, se determina el comportamiento químico de los materiales en diferentes medios ambientes.

Equipo: Horno de inducción, Cámara de plasmas, Potenciostato, Galvanostato y Máquina Instron.

Microestructura de Materiales Avanzados

José Luis Albarrán, Bernardo Campillo, Martha Elena Constantino, Lorenzo Martínez, Ramiro Pérez, Osvaldo Flores y Anselmo González.

Se fabrican y caracterizan materiales avanzados, dentro de los cuales destacan los compuestos intermetálicos del sistema hierro-aluminio. Estas aleaciones se proponen como materiales sustitutos de aleaciones como aceros inoxidable y algunas superaleaciones. Estos compuestos intermetálicos presentan una buena resistencia a la oxidación y sulfidación, además de buena resistencia mecánica a alta temperatura.

Mediante dispersión de nanopartículas en materias vítreas, se han creado vidrios que presentan una resistencia a la fractura que es 60% mayor, sin que se altere la transparencia óptica.

Se ha diseñado un método para fabricar aleaciones intermetálicas Fe-Al, basado en atomización y depositación. Se asegura así una microestructura fina, libre de defectos, con mayor resistencia mecánica. Estas aleaciones muestran un excelente comportamiento de medios corrosivos a altas temperaturas.

Equipo: Microscopio electrónico TEM 2010, Microscopio electrónico SEM 6400 y Microscopio electrónico SEM T200.

Caracterización Química de Materiales Avanzados

José Luis Albarrán, Bernardo Campillo, Lorenzo Martínez, Ramiro Pérez y Anselmo González.

Utilizando técnicas analíticas se caracterizan químicamente las fases presentes en diferentes tipos de materiales; por ejemplo, se han caracterizado recientemente las fases en aleaciones del tipo de: aluminio-cobre-ferro, titanio-aluminio y aluminio-ferro. Se estudia la corrosión biológica con un método que integra técnicas de biología molecular, ruido electroquímico y microscopía electrónica. Se investigan nuevas aleaciones con resistencia a la corrosión a altas temperaturas. Estas técnicas se aplican para analizar las fallas de oleogaseoductos en el Golfo de México.

Al identificar las especies bacterianas asociadas a la corrosión microbiológica se entienden mejor las fallas de los aceros y sus causas. Se ha obtenido una técnica para determinar el crecimiento de grietas en aceros avanzados. Hemos demostrado que el proceso de fabricación afecta en gran medida la susceptibilidad al agrietamiento por corrosión.

Equipo: Espectrómetro de plasma, Balanzas analíticas, Termogravímetro, Análisis técnico diferencial, Potenciostatos y Cilindro rotatorio.

Modelos Moleculares y Cálculos *Ab Initio*

Jorge Hernández Cobos, Iván Ortega y Humberto Saint-Martín.

Se desarrollan potenciales de interacción intermoleculares a partir de cálculos *ab initio* para ser utilizados en simulaciones numéricas de diferentes compuestos en el estado líquido. En particular, se estudian soluciones acuosas que sirven como modelos para el estudio de diferentes problemas en el área de biofísica, entre ellos el efecto hidrofóbico y la solvatación de iones.

Hemos obtenido un nuevo potencial clásico que reproduce la interacción de la molécula de agua. En nuestro modelo se incluyen efectos no aditivos, polarizabilidad y relajación intramolecular. Las simulaciones numéricas que hemos hecho muestran que este potencial es el mejor existente, entre los reportados hasta ahora en la literatura. Se demostró numéricamente la independencia del efecto hidrofóbico respecto a la estructura del agua a diferentes temperaturas y densidades.

Transporte y Membranas Biológicas Iván Ortega

Se realizan observaciones experimentales de electrofisiología de canal unitario, buscando las bases moleculares de algunos antibióticos. Las propiedades físico-químicas de las membranas se estudian por microscopía de fuerza atómica. Como una siguiente fase de los estudios *ab initio* y las simulaciones numéricas con potenciales refinados de sistemas líquidos, como los descritos en el proyecto Modelos Moleculares y Cálculos *ab initio*, se realizan simulaciones con potenciales más sencillos de sistemas más complejos, como el transporte iónico a través de la membrana celular.

Se obtuvo experimentalmente que existe una ventana de temperatura en la cual la anfotericina B, un antibiótico transmembranal, funciona de manera óptima.

Equipo: Microscopio de fuerza atómica y Patch clam.

Físicoquímica de Procesos No Covalentes Ramón Garduño.

Se aplican métodos de búsqueda heurística para entender el fenómeno del plegamiento de proteínas, a partir de un alambre azaroso hasta una estructura tridimensional equivalente a la estructura nativa. Diseño de un pseudo-potencial hidrofóbico para el plegamiento de modelos de proteínas descritas sobre mallas cuadradas y cúbicas. Se estudia la dinámica de complejos de inclusión que involucra ciclodextrinas y huéspedes quirales para comprender las fuerzas moleculares responsables de la selección de enantiómeros.

Nuestros estudios de dinámica molecular en los complejos de inclusión con ibuprofeno confirman la selectividad entre los enantiómeros observada experimentalmente por otros autores. En cuanto a la búsqueda heurística, la implementación de algoritmos genéricos con tamizado que hemos realizado, detecta memorias conformacionales de manera eficiente, lo cual facilita la localización del mínimo global.

• ***Física Atómica, Molecular y óptica Experimental***

Plasmas de Baja Temperatura Jaime de Urquijo y Guillermo Hinojosa.

Se estudian los fenómenos de interacción colectiva entre los neutros, iones y electrones que forman un plasma débilmente ionizado de baja temperatura, entre 25 meV y 100eV. Se cuenta con la capacidad experimental para observar los fenómenos de ionización, transporte de carga y reacciones ión-molécula, caracterizándolos cuantitativamente con los coeficientes de ionización, movilidad, difusión y tasas de reacción. Se investiga la ionización y el transporte electrónicos en gases puros y mezclas; la movilidad de Xe⁺ y Ne⁺ en mezclas de Xe/Ne; la ionización Penning en mezclas de gases nobles y moleculares. Se desarrollan modelos analíticos para el estudio del transporte y la ionización electrónica en gases, que incluyen efectos difuso-reactivos.

La incorporación de un espectrómetro de masas a la fuente de iones del tubo de deriva permite la medición de la movilidad de sistemas atómicos y moleculares resonantes. Esto se logra para valores muy altos de E/N nunca antes explorados. Estas mediciones demostraron que la aproximación maxwelliana es válida.

Equipo: Tubo de deriva, Cámara de descargas y Láser de Nitrógeno.

Procesos de Interacción de átomos o Moléculas Neutros con Láseres Ignacio Álvarez, Carmen Cisneros, Jaime de Urquijo y Farouk Yousif.

Se realiza espectroscopía de tiempo de vuelo de moléculas mediante la interacción de un sistema de láser Nd:YAG-MOPO (Master Optical Parametric Oscillator) con haces moleculares pulsados y un analizador esférico para detectar los fotoelectrones provenientes de procesos de absorción multifotónica. Esta área de investigación se orienta al estudio de moléculas importantes en física de la atmósfera (CO, NO).

Equipo: Láseres Nd -YAG-MOPO y Milenia, Tubo de tiempo de vuelo y Jet supersónico.

Procesos de Colisiones de Iones o Electrones con átomos o Moléculas
Ignacio Álvarez, Carmen Cisneros y Guillermo Hinojosa.

Se estudian los procesos de pérdida y captura electrónica en las colisiones de haces monoenergéticos de iones atómicos ó moleculares en blancos gaseosos, así como los procesos de disociación molecular producidos en la colisión de moléculas en gases, y los procesos de excitación e ionización de átomos por impacto electrónico.

Se logró, en la reacción $N_7^+ + CO$, la primera evidencia experimental que muestra que el modelo del espectador no es válido.

Equipo: Acelerador de baja energía (0.5 a 5.0 keV), Fuente de electrones (100 a 2500 eV) y Fuente de metales alcalinos.

Interacción Ión-Fotón
Ignacio Álvarez, Carmen Cisneros y Guillermo Hinojosa.

El objetivo principal de estos experimentos es obtener un conocimiento profundo de las interacciones multielectrónicas que gobiernan los procesos que ocurren en plasmas, láseres de rayos X y atmósferas estelares. Se estudian iones como C^+ , Ca^+ , C_2^+ , C_3^+ y Sc_2^+ . Para el Sc_2^+ , se analizan los casos intermedios que pueden ser probados a través de reacciones con electrones.

El sistema para estudiar interacciones ión-fotón en el laboratorio Advanced Light Source de Berkeley, se halla en completa operación. Se han obtenido resultados sobre la fotoionización de estados base y metaestables de O^+ y Ca^+ . Se obtuvo por primera vez el espectro de fotoionización de un ión molecular, el CO^+ . Estos experimentos se han realizado en colaboración con 13 grupos de investigación de diferentes países del mundo.

Equipo: Acelerador de 1 a 10 KeV, Láseres de Nd -YAG y Milenia, Fuente de iones múltiplemente cargados y Fuente de iones para usuarios de la Advanced Light Source (Berkeley).

Estudio Teórico Experimental de Interacciones Ión-átomo
Horacio Martínez y Alejandro Amaya.

Se estudian procesos inelásticos a través de colisiones, midiendo secciones transversales y diferenciales en ángulo y energía en un intervalo de 0.5 a 5.0 keV. Del análisis de los datos se extraen los mecanismos para entender estos procesos.

Se ha encontrado experimentalmente que la captura electrónica entre Kr^+ y Ne ocurre a distancias entre el proyectil y el blanco entre 2.88 y 3.15 angstroms, y que al menos dos procesos diferentes están involucrados. También se confirma experimentalmente la predicción teórica de Oppenheimer, Brinkman y Kramers, según la cual la sección transversal de captura debe oscilar como función del número atómico; este efecto no se había observado antes.

Vibraciones Elásticas en Una Barra
Alejandro Morales, Luis Gutiérrez, Rafael Méndez y Jorge Flores.

Se analizan, tanto del punto de vista experimental como numérico, las funciones de onda y las frecuencias de modos normales para una varilla con obstáculos distribuidos de diferente manera. Se estudian sistemas ordenados y desordenados tanto en una como en dos dimensiones.

Se ha obtenido la generación de las bandas permitidas y prohibidas como función del número de obstáculos para las vibraciones compresionales y torsionales. Para este último caso se ha demostrado experimental y teóricamente el efecto túnel clásico. En el caso de las ondas flexionales se han obtenido polinomios, más allá de los clásicos, que permiten calcular los modos normales de estas ondas, que obedecen una ecuación diferencial de cuarto orden.

- **Física Teórica**

Propiedades ópticas de Superficies

Luis Mochán y Jesús Maytorena.

Se estudia la teoría de fenómenos de superficie y su relación con las propiedades ópticas de sólidos. En particular, se analizan nuevas espectroscopías —como la de anisotropía en la reflectancia (RAS), generación de segundo armónico (SHG), generación de suma y diferencia de frecuencias (SFG/DFG)— que permiten extraer información superficial.

Se obtuvo que la energía de los plasmones de superficie en Ag tiene una expresión positiva debido al efecto del campo local, comportamiento que es opuesto al de los metales simples. Se resolvió la controversia sobre la dispersión de luz en agregados fractales. En resonancia se excitan sitios calientes con localización crítica separados entre sí por una nueva escala que depende de la dispersión. Se generalizó la teoría de Rayleigh al caso no lineal, con lo cual se explican experimentos recientes de generación de segundo armónico por dispositivos *flash*. Al corregir errores de interpretación de experimentos lumínicos con ondas evanescentes, se mostró que no se viola la causalidad.

Análisis Hiperesférico de Sistemas de Pocos Cuerpos

Alejandro Amaya.

Se aplican ideas hiperesféricas al estudio de las interacciones entre pocos cuerpos y al cálculo de la matriz S correspondiente. Se trabaja con modelos en una o más dimensiones, lo que permite interpretar procesos que ocurren en colisiones atómicas, la condensación de Bose-Einstein y para calcular los coeficientes del virial.

Dinámica de Sistemas Cuánticos

José Récamier.

Se utilizan métodos algebraicos y numéricos para resolver la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo. Se estudian propiedades estadísticas de sistemas no clásicos, como gatos de Schrödinger y estados coherentes. Se desarrolla una metodología para la construcción de estos estados para potenciales anarmónicos.

Se construyeron estados coherentes atómicos aplicando el operador de desplazamiento al estado maximal. Usando el isomorfismo entre el álgebra de $SU(2)$ y la del oscilador de Morse unidimensional se obtuvieron estados coherentes aproximados para este potencial. Se calculó la evolución temporal de los operadores de posición y momento para estados coherentes de Morse. Se analizó su comportamiento en estado y fase en regiones de energía en las que el comportamiento clásico se parece al cuántico.

Sistemas No Lineales

Armando Antillón.

Se estudian modelos clásicos de billares cerrados y abiertos y su correspondiente contraparte ondulatoria. El objetivo es incrementar la intensidad de radiación en ángulos fijos para el caso de láseres de cavidades, con el auxilio de potenciales dependientes del tiempo. En el caso de resonadores ópticos para rayos X, se buscan condiciones de estabilidad que garanticen el funcionamiento de un láser de rayos X. Se estudian mapeos acoplados y la influencia de tiempos retardados en su dinámica para formular modelos en neurofisiología.

Desde un punto de vista analítico, no ha sido posible encontrar las geometrías resonantes apropiadas para construir un láser de rayos X. Sin embargo, con técnicas numéricas hemos mostrado que sí existen tales geometrías y encontrado varios modos resonantes que podrían servir para este tipo de láser.

Teoría de Partículas y Campos y Modelos Inflacionarios

Gabriel Germán.

Se estudian modelos inflacionarios del Universo con la finalidad de resolver algunos problemas de la cosmología estándar, como el del universo plano, horizonte, defectos topológicos y formación de estructuras. Estos estudios se realizan con elementos de teorías de campo a temperatura cero y temperatura finita dentro del contexto de la

supergravedad. Las observaciones de los parámetros cosmológicos a su vez permitirían discriminar entre distintos modelos de partículas.

Se ha logrado avanzar en la descripción del universo inflacionario usando teorías de supergravedad, lo que nos permite construir una clase de modelos para los cuales la escala de inflación es casi arbitraria. Es entonces posible establecer una conexión entre la escala de inflación y otras escalas físicamente relevantes, como la del rompimiento de supersimetría o aun la escala electrodébil.

Ciencia de los Coloides

Agustín González.

Se han diseñado algoritmos computacionales para estudiar diferentes efectos en la agregación coloidal. En particular, se diseñó un algoritmo para obtener el escalamiento y la universalidad en dicha agregación en el límite reactivo. Se ha obtenido también el escalamiento del factor de estructura en el límite difusivo. Se ha estudiado la heteroagregación coloidal en donde las partículas desiguales son las que se agregan, así como la agregación coloidal con impurezas. Finalmente, se analiza la agregación combinada con la sedimentación producida por un campo gravitatorio.

Se obtuvieron teóricamente, por primera vez, las cantidades estructurales y dinámicas de la agregación coloidal en el régimen con sedimentación.

Espectroscopía y Fotoquímica de Moléculas Pequeñas

Gabriel Vázquez.

Cálculos *ab initio* de estructura electrónica de moléculas neutras, radicales libres, iones positivos y negativos. Espectroscopía y fotofísica molecular, espectroscopía atmosférica, cálculos de transferencia radiativa para modelar mediciones remotas de compuestos atmosféricos. Aplicación de la espectroscopía molecular a estudios de contaminación atmosférica y cambio global, en particular, contaminación urbana, hoyos de ozono y calentamiento global.

Óptica Matemática

Kurt Bernardo Wolf, Guillermo Krötzsch, Georgi Poghosyan y Miguel ángel Alonso.

Estudio de sistemas ópticos (cuánticos, ondulatorios, geométricos y discretos) en el espacio fase. Se analizan estados coherentes, estados de mínima incertidumbre y los fundamentos de las relaciones de incertidumbre. Se aplica la teoría de perturbaciones de orden superior a las aberraciones ópticas. Con modelos ópticos discretos y su límite continuo se estudia el procesamiento de imágenes. Se aplican métodos semiclásicos para la propagación de ondas a través de medios inhomogéneos, discontinuos o con obstáculos. Se describen campos ondulatorios parcialmente coherentes en términos radiométricos.

Se encontraron relaciones simples para las series de Fourier y para la transformada discreta de Fourier, análogas a la bien conocida relación para la transformada de Fourier. Estas relaciones tienen relevancia en diversos campos como la interferometría, la óptica cuántica y la física computacional. Se aplicaron estas relaciones para caracterizar haces coherentes no paraxiales.

Se logró la separación de variables discretas en coordenadas polares usando la teoría del momento angular para procesar imágenes pixeladas con arreglos de sensores distintos a los cartesianos.

• **Física No Lineal**

Teoría de Sistemas Dinámicos y su Aplicación a Dispersión Caótica y Vibraciones de Moléculas

Christof Jung, Rafael Méndez y Thomas Seligman.

Se estudia la clasificación de conjuntos caóticos inestables y cómo causan caos de dispersión para estudiar el problema inverso de la dispersión. Se compara el espectro cuántico de moléculas con la descripción clásica, asociando cada estado cuántico a un tipo de movimiento clásico.

Se asignaron números cuánticos a estados vibracionales de DCO y N2O usando como base los centros de organización, tales como órbitas periódicas simples y cortas o toros invariantes de la mecánica clásica. Esta asignación es de mucha utilidad en espectroscopía y en química. Además, tiene implicaciones para entender el caos cuántico.

Mecánica Celeste

Luis Benet y Thomas Seligman.

Se aplica la teoría de dispersión caótica a sistemas reducidos de tres y cuatro cuerpos con consideración especial del problema de Copenhague y de sistemas de anillos delgados con pastores.

Se estudiaron las propiedades dinámicas de partículas independientes en un sistema que gira para entender los anillos planetarios.

Caos en Sistemas Cuánticos y Semiclásicos

Luis Benet, Christof Jung, Francois Leyvraz, Rafael Méndez, Thomas Seligman, Jorge Flores y Thomas Gorin.

Se estudian las propiedades estadísticas de sistemas caóticos en mecánica clásica así como en el régimen semi-clásico y cuántico. En particular, se analiza el transporte de calor en un gas de tipo Lorentz. Por otro lado, se discuten sistemas de pocos cuerpos en mecánica cuántica desde el punto de vista de la mecánica estadística. Se analizan las propiedades del ensamble de hamiltonianos de dos cuerpos (TBRE).

Se han obtenido recientemente los siguientes resultados: se analizó con muy buena estadística el TBRE y se mostró que en el centro del espectro las propiedades estadísticas son las del ensamble ortogonal gaussiano. Sin embargo, hay diferencias en la región del estado base. Para un ensamble que tiene características comunes con el TBRE, se obtuvieron resultados analíticos. Se construyó un nuevo ensamble de matrices aleatorias para sistemas caóticos que consisten de dos sistemas integrables con constantes de movimientos incompatibles. Se obtuvieron ecos clásicos y cuánticos en la dispersión por una herradura de Smale. Se predice en este caso un efecto semiclásico interesante que puede ser comprobable experimentalmente. Se han encontrado nuevos aspectos del límite clásico de la autoionización de moléculas de Rydberg.

Dinámica de Sistemas Extensos

Gustavo Martínez Mekler y Hernán Larralde.

Se estudia la evolución en el tiempo de sistemas extendidos en el espacio. La dinámica puede dar lugar a caos espacio-temporal, formación de patrones e interfaces. Se contempla la evolución de secuencias genéticas y procesos de sincronización, así como el efecto de perturbaciones en sistemas con invariancias de escala. Se realizan estudios paleoecológicos relacionados con el vulcanismo.

Biología Teórica

Gustavo Martínez Mekler y Hernán Larralde.

Se estudian problemas relacionados con evolución genética, ecológica, máquinas moleculares, desarrollo embrionario, síntesis de proteínas y origen de la vida. Se emplean formalismos de procesos estocásticos, física estadística fuera de equilibrio y mecánica de nanosistemas.

Fenómenos Fuera de Equilibrio

Hernán Sarralde, Francois Leyvraz y Gustavo Martínez Mekler.

Se estudia la cinética de sistemas simples cuya evolución está determinada por procesos estocásticos. En particular, se analiza el transporte de calor en un gas de tipo Lorentz. Se analizan procesos de agregación, sistemas de reacción y difusión, y procesos de transporte. Se analiza también el problema de propagación de grietas en el contexto de la elasticidad lineal. Se pone énfasis en la descripción analítica de estos sistemas.

Se obtuvieron analíticamente las funciones de peso dinámicas que determinan la intensidad de esfuerzos alrededor de una grieta en tres dimensiones. Se estableció la caracterización estadística de una superposición aleatoria de potenciales y se

encontraron las condiciones para que estos potenciales den lugar a un proceso gaussiano. Se elucidó el mecanismo que hace irreversible la relajación de la forma de islas bidimensionales.