

# el gluón

## CONGRESO ANUAL INTERNO 2006



Del 9 al 11 de octubre de 2006 se celebró por tercera vez consecutiva el congreso anual interno (CAI) de nuestro Instituto. En esta ocasión se presentaron 22 trabajos orales y 65 carteles durante los tres días de duración del congreso. Éste terminó con una mesa redonda sobre "El futuro de la física en el IFUNAM", en la que participaron seis investigadores jóvenes, y con la ya tradicional comida. Las sesiones orales contaron con una asistencia de entre 20 y 40 personas, la sesión de carteles estuvo bastante concurrida y en general percibí un ambiente positivo y con un cierto grado de entusiasmo.

Con esta tercera experiencia es posible ya reflexionar sobre el valor que han tenido y pueden seguir teniendo estos congresos internos. Es indudable que su misión principal es la comunicación interna, ya que nos brindan la oportunidad de enterarnos de los distintos tipos de problemas que ocupan la atención de nuestros colegas y, sobre todo, de las ideas que manejan y de las dificultades con las que se enfrentan. La comunicación usual en nuestro Instituto es a través de los distintos seminarios regulares, en donde se presentan trabajos de nuestra misma área o especialidad, mientras que en el CAI, estamos expuestos a trabajos en todas las áreas que se cultivan en nuestro Instituto. Estas presentaciones se realizan en un lenguaje para no especialistas, con el fin de que podamos apreciar tanto el valor de las ideas como el de los resultados. Nos ayuda también a tener una idea global sobre el tipo de física que se hace en nuestro Instituto y de su calidad, además de brindarnos una oportunidad única de convivencia.

Mi impresión después de estos tres CAI es que en nuestro Instituto se sigue realizando trabajo

de muy alta calidad en diversas áreas de la física y que están emergiendo otras áreas con un cierto ímpetu, que habría que analizar y, en su caso, estimular.

Por ejemplo, en la parte teórica, se sigue trabajando en temas de "altas energías", como la construcción de modelos dentro y fuera del modelo estándar, hadrones, supergravedad, energía oscura, aspectos cosmológicos, etc., mientras que en la parte de materia condensada encontramos temas como efecto Hall, fuerzas de Casimir, estructura electrónica de cúmulos, superficies y nanoestructuras, propiedades ópticas de nanopartículas, cristales líquidos, materiales foto-refractivos, coloides y sistemas de baja dimensionalidad. En cristalografía temas relacionados con fronteras de grano, cuasicristales y estrellas eutácticas. En física estadística y sistemas complejos se estudian temas relacionados con estadística no-extensiva, termodinámica de la rigidez, fluidos confinados, caminantes al azar, secuencias genéticas. En física atómica se exploran los efectos de correlación electrónica en sistemas con pocos electrones. También se siguen estudiando problemas sobre la interpretación de la mecánica cuántica y el papel que juega en esta interpretación la electrodinámica estocástica. Como áreas emergentes encontramos temas como la condensación de Bose y gases ultra-fríos, la óptica de haces adifraccionales, esta última con una parte experimental, y comienzan a aparecer algunos trabajos en socio-física. Se nota una ausencia de trabajos teóricos de física nuclear, siendo que ésta es una de las áreas pioneras en nuestro Instituto. Esto se debe seguramente al declive de esta área a nivel mundial. Por otro lado hay áreas que nunca se han cultivado en el Instituto, como por ejemplo, la física de sistemas altamente correlacionados y teorías microscópicas del magnetismo. Obviamente no es posible que en el Instituto se cultiven todas las áreas de la física, nuestra historia nos da ya una selección y es ahora menester desarrollar las áreas emergentes en la dirección más adecuada.

En la parte experimental, en el área de "altas energías", se sigue teniendo una fuerte colaboración en experimentos con los laboratorios con "grandes máquinas" a

través de la construcción y calibración de detectores. Sin embargo no se han mostrado en detalle los problemas teóricos y las dificultades conceptuales que hay detrás de estos experimentos. Se construye también un detector de muones en un proyecto relacionado con la búsqueda de cámaras ocultas en la pirámide del Sol de Teotihuacan, cuyos resultados pueden ser de gran interés arqueológico.

En la parte de física nuclear se continúa colaborando con laboratorios en el extranjero pero también se realizan experimentos a bajas energías utilizando uno de los aceleradores (Peletrón) del Instituto. Hay que recordar que una de las áreas tradicionales en nuestro Instituto es la física con aceleradores. En la parte de materia condensada se



sigue trabajando en propiedades ópticas relacionada con la luminiscencia en cristales dopados con tierras raras y cristales foto-refractivos, con la absorción de nanopartículas embebidas en matrices sólidas o líquidas, y con las propiedades de defectos en líquidos complejos y monocapas de moléculas sobre líquidos. Se trabaja también en cristalografía de rayos X en germanatos, y en resonancia paramagnética electrónica (EPR) en diversos tipos de sistemas, así como en el entendimiento del comportamiento fisicoquímico de partículas metálicas soportadas con propiedades catalíticas. Existe también actividad en la síntesis y caracterización de películas delgadas. Como áreas emergentes detectamos el laboratorio de pinzas ópticas, que ya ha obtenido sus primeros resultados y el laboratorio de propiedades ópticas no lineales. Como vemos, el área de propiedades ópticas, tanto en su

parte teórica como experimental, es un área de amplio desarrollo en nuestro Instituto.

También existe otra área relacionada con equipo costoso y de manejo muy especializado: los aceleradores y los microscopios electrónicos, alrededor de la cual hay mucha actividad y diversidad temática, con aplicaciones interesantes a diversos campos del conocimiento que van, desde la física de materiales y la contaminación hasta la arqueología y el arte. Por otro lado, se ha generado un interés común en el nanomundo, habiéndose realizado ya la caracterización por absorción óptica, EPR y microscopía electrónica de nanopartículas producidas en un acelerador por bombardeo iónico. Existen también trabajos relacionados con la síntesis y el microanálisis de nanopartículas, nanotubos y otro tipo de nanoestructuras, utilizando microscopía electrónica. Finalmente, una de las áreas emergentes con un gran ímpetu es la física médica, cubriendo temas relacionados con la dosimetría, la microtomografía y el transporte por liposomas. En el área de física médica todavía no aparecen trabajos



con problemas y aplicaciones utilizando espectroscopias ópticas. Dada la experiencia que se tiene en el Instituto en esta área, tal vez sería interesante explorar esta posibilidad. Es claro que este esquema de actividad de nuestro Instituto a través de los CAI y a través de mí, un físico teórico dedicado a las propiedades ópticas, está indudablemente

sesgado. Sería interesante el poder tener otros esquemas alternativos desde el punto de vista de otros observadores con otra experiencia. Otras preguntas que me surgen están relacionadas con el futuro de los CAI. Primeramente, ¿debemos continuar con los CAI?, ¿cómo podríamos “evaluar” su utilidad?, y después, ¿sería conveniente cambiar el formato? Finalmente, observamos que existió poca participación de los posdoctorados, o más bien, que existen pocos investigadores de este tipo en el Instituto, y me pregunto ¿cómo se podría estimular una mayor contratación de posdoctorados?, sin olvidar el problema crucial de nuevas plazas y nuevas contrataciones.

**Rubén G. Barrera**

## EL 30 ANIVERSARIO DE LAS INSTALACIONES DEL IFUNAM

Siendo director del Instituto de Física y presidente de la Sociedad Mexicana de Física, a finales de 1973 organizamos el Congreso Nacional de Física en Oaxaca. Decidí como presidente de la Sociedad invitar al entonces rector Guillermo Soberón a que inaugurara el Congreso. Para mi sorpresa aceptó y fue a Oaxaca. Le importaba ir porque ahí quería presentar a parte de la comunidad científica universitaria una idea importante: la ciudad de la investigación. Según nos explicó, en la parte sur de Ciudad Universitaria, se construirían nuevas sedes para todos los institutos de ciencias, además de las oficinas de la Coordinación, una gran biblioteca y la Facultad de Ciencias. En la zona estaban ya el Centro de Investigaciones en Materiales y el Instituto de Biología.

Al principio se construyeron los edificios de los Geos y la Coordinación. Cuando en 1975 estalló la huelga del sindicato del personal académico de la UNAM, hubo un enfrentamiento fuerte en el estacionamiento de la Torre. Unos miembros del Instituto de Física habían cerrado el Van de Graaff y otros, la mayoría, no estaban muy contentos. Tomamos por asalto el edificio y organizamos un seminario. Esto ocurrió en la mañana y al llegar la tarde, los que habían abierto el edificio lo abandonaron poco a poco. Yo fui el último en salir. La Ciudad Universitaria estaba desierta. Llegué a mi casa, agotado, casi no probé bocado y dormí durante más de doce horas. Al día siguiente, temprano, fui a la C. U. y ¡encontré el Van de Graaff en huelga! El rector Soberón se enteró de la gresca del día anterior y me mandó llamar. Mire Jorge, me dijo, es importante que ese episodio no se repita, porque puede crear antagonismos duraderos entre los físicos. Ya está listo el edificio de



Geografía, con mobiliario, y le propongo que mientras se arregla la huelga, el IFUNAM se instale ahí. Acepté la propuesta y el edificio de los geógrafos fue estrenado por los físicos.

En esos días el nuevo edificio de nuestro Instituto estaba apenas en diseño. Se construirían tres edificios. El principal, con laboratorios de Estado Sólido, Física General y cubículos para los teóricos, además de la dirección. En otro edificio, con paredes gruesísimas de cemento, se alojarían los aceleradores. En el tercero, se instalaría el taller mecánico, ya entonces uno de los más grandes del país. Corría el año de 1976 y la crisis sexenal nos alcanzó y nos agobiaba. El director de Obras decidió reducir el edificio principal y lo recortó, quitándole dos entre-ejes y reduciendo la altura de los torreones, que seguían una estructura modular, de la cual estaba orgulloso el arquitecto. Éste se molestó tanto que renunció a medio camino, de tal forma que la obra se terminó con muchas restricciones económicas y sin arquitecto que la supervisara.

En noviembre de 1976 se acercó el momento del cambio. Para coordinarlo, Guillermo Aguilar,

secretario académico del Instituto, y Margarita Pimienta, su secretaria, se mudaron al nuevo edificio. Había que asignar, también, cubículos a cada investigador. Salvo en el departamento de Física Teórica, la distribución se llevó a cabo en santa paz. Pero mis colegas teóricos armaron todo un lío. Entonces a Mariano Bauer se le ocurrió una regla: elegirían su cubículo por orden de antigüedad. El Maestro Moshinsky fue el primero y eligió uno con vista al sur. Siguió luego Fernando Prieto, después Juan Manuel Lozano, y así sucesivamente. Muchos quedaron conformes pero hubo quien se disgustó tanto que se negaba a cambiarse. La mudanza no era fácil. Bajar del piso nueve los microscopios electrónicos era delicado. Los magníficos pizarrones de vidrio hubo que volarlos. El dinamitrón era un aparato grande. El acelerador Van de Graaff se mudaría después. El momento más interesante del cambio resultó ser la mudanza del taller, sobretodo del gran cepillo. Contratamos dos grúas y una plataforma. Las grúas lo levantarían al unísono jalando en los extremos de la larga maquinaria. Uno de los operadores se equivocó y levantó

uno de los extremos más que el otro. El cepillo se ladeó, amenazando caerse. Entonces sucedió algo impresionante. Al ver en peligro su máquina, varios mecánicos que observaban la maniobra corrieron sin pensar a detenerla en su caída, como si pudieran pescar a un cepillo que pesa muchas toneladas. Les grité, deténganse, lo hicieron, el operador de la grúa corrigió su maniobra y el cepillo quedó a salvo. No cabe duda que los maestros del taller traían la camiseta bien puesta.

Finalmente, hace treinta años, entre octubre y diciembre de 1976, salvo el Van de Graaff de 2 MeV, todo el Instituto ocupó sus nuevas instalaciones, incluyendo el piso 10, así llamado porque era el heredero de ese piso de la Torre de Ciencias.

Otro inconveniente que se presentó fue la biblioteca que inicialmente se instaló en el edificio vecino. Se suponía que ahí estaría la gran biblioteca de ciencias de la UNAM. La idea en principio era buena, pero no funcionó. Entonces mudamos los libros y revistas al piso 10 y unos años después a unas magníficas instalaciones.

Como ya mencioné, el edificio principal fue recortado y pronto resultó insuficiente. Unos cuantos años después se consiguió el dinero para construir otro edificio, el así llamado Colisur. Vino entonces el laboratorio de altas presiones. Después se edificó la sede del acelerador de 5 MeV, la biblioteca y el auditorio Alejandra Jáidar. Finalmente, se hizo el edificio con salones de clase. Por consiguiente, el Instituto de Física

cuenta hoy con 8 edificios y muchos miles de metros cuadrados construidos.

Aún ahora, reflexionando, me pregunto, ¿porqué nunca se nos ocurrió que la Ciudad de la Investigación de la UNAM se localizara fuera de la Ciudad de México? Muchos investigadores se habrían ido a esas instalaciones, pero muchos otros se habrían quedado en el Pedregal. Con seguridad en la C. U. habría crecido la investigación, pero en la otra sede también. Tendríamos dos grandes sedes para hacer ciencia en la UNAM desde hace ya muchos años.

**Jorge Flores**

## LA MARQUESA DEL CHÂTELET



Hace tres siglos, el 17 de diciembre de 1706, nació Émilie de Breteuil, la primera mujer científica de la era moderna. Originaria de la pequeña aristocracia francesa y casada muy joven con el Marqués del Châtelet, se estableció en París, donde frecuentaba la Corte de Luis XV y llegó a tener varios amores apasionados. Pero su verdadera vocación era la filosofía natural, a la que contribuyó en forma muy notable.

En 1733, Émilie conoció al gran Voltaire, uno de los máximos exponentes del Siglo de las Luces, y de inmediato surgió el gran amor entre los dos. Para entonces, ella tomaba clases de matemáticas con el renombrado sabio Maupertuis, quien había medido la curvatura de la Tierra y era, además, su amante en turno. Pero pronto Émilie dejó a su tutor por Voltaire, quien habría de ser el compañero de su vida. Voltaire ya tenía una merecida fama de pensador iluminado, pero sus críticas implacables le habían ocasionado demasiados enemigos entre los poderosos. Por ello, Émilie juzgó prudente alejarlo de París y llevárselo a vivir al castillo que su esposo poseía en Cirey, en la Lorena. Allí permanecieron los siguientes diez años, salvo breves estancias en París y algunos viajes al extranjero. Voltaire, Émilie y

su esposo formaban un armonioso "ménage à trois"; el primero dedicado a la literatura y ella a la filosofía nueva (de las actividades del Marqués no se guarda memoria).

La primera obra científica de Émilie fue una Memoria sobre el fuego, con la que participó en un concurso de la Academia Francesa y ganó una mención honorífica. Siguió la Institución de Física, en donde expuso la filosofía de Leibniz y dedicó los últimos capítulos a la "fuerza viva", un concepto inventado por el filósofo alemán para refutar las ideas de Descartes sobre el movimiento. Los académicos franceses, cartesianos todos, rechazaban las tesis de Leibniz y por ello también criticaron a Émilie. Sin embargo, el concepto de "fuerza viva" resultó ser muy provechoso, pues dio origen posteriormente a lo que se conoce como energía cinética.

Todavía en esos tiempos, la mayoría de los sabios franceses seguían aferrados a la física de Descartes, con sus torbellinos cósmicos que arrastran los planetas, sus materias sutiles y densas, y sus partículas que se enganchan. Voltaire, quien visitó Inglaterra en 1725 y llegó a conocer la nueva física de Isaac Newton, tan en boga allí, intuyó su importancia y decidió difundirla en Francia. Él mismo no entendía de matemáticas, pero tenía amigos científicos a quienes recurrir, principalmente su gran amiga, "Madame Newton-Pompón", como la llamaba cariñosamente. Ella se propuso traducir al francés los Principia Mathematica, la obra fundamental que Newton había escrito originalmente en latín.

En 1744, las relaciones entre Émilie y Voltaire pasaron por una grave crisis debido a que el escritor andaba tras una bella sobrina suya. Émilie decidió entonces trasladarse a la corte del depuesto rey Estanislao de Polonia que se había establecido en la Lorena. Allí, para su desgracia, se enamoró perdidamente de un mediocre galán de la corte que la dejó embarazada a sus cuarenta y un años de edad. Fue entonces cuando trabajó con más ahínco en la traducción de los Principia, sabiendo que

tenía pocas probabilidades de sobrevivir a un parto. Después de dar a luz, y tal como se temía, contrajo una fiebre puerperal que la condujo a la muerte en la noche del 10 de septiembre de 1749. Ese mismo día en la mañana había dado por terminado su trabajo.

La versión en francés de los Principia fue publicada póstumamente en 1759 y es, hasta la fecha, la única traducción aceptada en ese idioma. Fue fuente de inspiración para los físicos y matemáticos franceses de la segunda mitad del siglo XVIII. Mientras sus colegas ingleses se empantanaban en las demostraciones geométricas de Newton, los continentales desarrollaron la física en una nueva versión, culminando en la magistral Mecánica analítica de Lagrange.

La misma Émilie escribió a guisa de apéndice a su traducción, en colaboración con Clairaut, un largo comentario en el que atacaba diversos problemas de física, como la forma de los cuerpos rotantes, el origen de las mareas y la refracción de la luz. La edición original está precedida de un prefacio de Voltaire que empieza así:

*Esta traducción que los más sabios hombres de Francia deberían haber hecho, y que los otros tienen que estudiar, una mujer la emprendió y concluyó para asombro y gloria de su país. ..*

Y termina diciendo:

*Así como debemos maravillarnos de que una mujer haya sido capaz de una empresa que demandaba tantas luces y un trabajo tan obstinado, así debemos lamentar su pérdida prematura.*

**Shahen Hacyan**

# TRANSPORTE DE BIENES Y PERSONAS Y UNA DE SUS MÚLTIPLES APLICACIONES



En agosto del 2006, la Novena Sala Penal del Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal solicitó al Instituto de Física de la UNAM que aportara un perito en materia de física para realizar una prueba pericial a efecto de determinar las fuerzas,

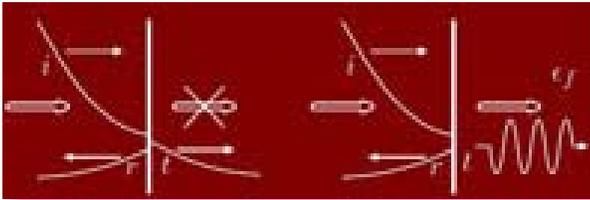
trayectorias y velocidades durante la colisión no simultánea entre tres vehículos. En el accidente hubo varios muertos y heridos. Como respuesta a esta solicitud, colaboramos el Maestro Alejandro González y Hernández de la Facultad de Ciencias y el que esto suscribe. Por división del trabajo Alejandro hizo un programa el cual permitió realizar los cálculos en computadora, y un servidor realizó cálculos basados en teoremas de conservación y en nuevos resultados teóricos obtenidos recientemente (Physica A361, 630-642, 2006). Los dos análisis realizados fueron complementarios en muchos de sus resultados. Basándonos en los peritajes oficiales levantados sobre el sitio del accidente y con la ayuda del modelo publicado en Physica A, pudimos determinar quien fue el responsable del accidente; y que dicha persona tuvo tiempo de sobra para evitar la colisión inicial y no frenó, ni acciono

el claxon pudiendo hacerlo. Con nuestros reportes se respondieron a satisfacción las preguntas planteadas por los magistrados. El reporte conjunto fue presentado en una sesión convocada el 26 de octubre de 2006, y fue aceptado sin refutaciones ante los representantes de la defensa, los magistrados, y alrededor de 10 abogados miembros de la novena sala penal. Contamos con el apoyo del Lic. Sergio Luís Gutiérrez Mancilla del Departamento Jurídico de la UNAM. Este trabajo fue una muestra de la manera en cómo los universitarios comprometidos con las necesidades sociales desarrollamos no sólo el trabajo básico de investigación de nuestra especialidad, sino que nos damos el tiempo de participar en lo específico de las problemáticas sociales planteadas a la UNAM.

**Jorge Montemayor-Aldrete**

## ¿QUÉ PUBLICAMOS?

### Efecto Casimir en materiales arbitrarios



Los desarrollos recientes de técnicas de ingeniería de nanosistemas y de instrumentos de medición como el microscopio de fuerza atómica, han permitido realizar estudios experimentales de las fuerzas de Casimir con una precisión que roba el sueño. Estas fuerzas aparecen cuando un medio material distorsiona la densidad de estados asociada a las fluctuaciones cuánticas del vacío. Motivado por una sugerencia de Bohr, en 1948 H. B. G. Casimir calculó la fuerza entre dos placas paralelas perfectamente conductoras descargadas y separadas por una distancia  $L$  en el vacío electromagnético. Encontró que éstas deberían atraerse con una fuerza por unidad de área  $\sim 1/L^4$ . Posteriormente, basado en el teorema de fluctuación de disipación, Lifshitz derivó en 1956 una expresión para la fuerza de Casimir entre dos medios semi-infinitos dispersivos y disipativos, caracterizados por una función dieléctrica  $\epsilon(\omega)$ . El formalismo de Lifshitz fue la semilla de una larga serie de

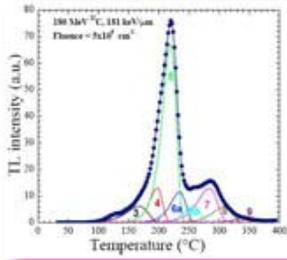
estudios que tienen como propósito caracterizar las fuerzas cuánticas en sistemas a temperaturas finitas, con rugosidad, diversas geometrías, etc. Estos enfoques, aunque poderosos, tienen limitaciones, dado que las generalizaciones a temperatura finita o el tratamiento de modos evanescentes involucran continuaciones analíticas en el plano complejo que dan lugar a predicciones físicas ambiguas o contradictorias. En este trabajo se reporta una expresión para la fuerza de Casimir en una cavidad plana, independiente de suposiciones o de cualquier modelo particular acerca de la naturaleza de sus paredes. El formalismo contempla un tratamiento integral de los grados de libertad cuántico-electromagnéticos del sistema. La suposición de balance detallado entre la cavidad y el campo de vacío permite calcular la energía y el tensor de esfuerzos en un sistema cerrado auxiliar que tiene la misma respuesta óptica (caracterizada por los coeficientes de reflexión) que el sistema original. Los resultados constituyen una generalización de la fórmula de Lifshitz y son aplicables a una clase amplia de materiales: semi-infinitos o finitos, locales o con dispersión espacial, homogéneos o heteroestructurados, disipativos o conservativos. También se discute la incorporación de campos evanescentes en el sistema, los modos normales electromagnéticos y la generalización a geometrías arbitrarias. (Mochan WL, Villarreal C. Casimir effect for arbitrary materials: contributions within and beyond the light cone, 242. NEW JOURNAL OF PHYSICS 8: 242-242, 2006).

### Escaleras de Wannier-Stark en sistemas elásticos unidimensionales



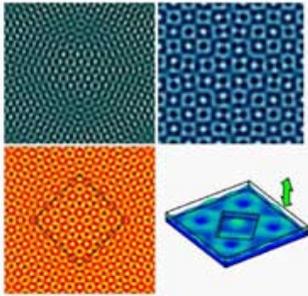
Los análogos ópticos de las oscilaciones de Bloch y sus escaleras de Wannier-Stark asociadas se han analizado experimentalmente. En este trabajo propusimos una realización elástica de estas escaleras. Para cumplir con este propósito, utilizamos las ondas torsionales de sistemas elásticos unidimensionales especialmente diseñados. Hemos medido, por primera vez, las amplitudes de las ondas de la escalera. Éstas no son accesibles ni en el caso de la óptica ni en la mecánica cuántica. Las amplitudes de onda están localizadas espacialmente y coinciden muy bien con las calculadas teóricamente. Las varillas que analizamos pueden usarse para localizar amplitudes de distintas frecuencias en diferentes partes del sistema elástico y viceversa. (Gutiérrez L, Diaz-de-Anda A, Flores J, Mendez-Sanchez RA, Monsivais G, Morales A. Wannier-Stark ladders in one-dimensional elastic systems, 114301. PHYSICAL REVIEW LETTERS 97 (11): 2006).

## Respuesta de TLD-100 a iones de energía intermedia



El grupo de Dosimetría del IFUNAM busca comprender la respuesta termoluminiscente de materiales expuestos a radiación densamente ionizante. El material escogido es LiF: Mg,Ti (llamado TLD-100), el dosímetro personal y ambiental más usado. Para este trabajo, se irradió con diferentes iones de energía intermedia (desde C de 180 MeV hasta Ne de 800 MeV) impartiendo dosis bajas (asegurando que no hubiera daño inducido y que la respuesta fuera lineal). El observable estudiado fue la curva de brillo, i.e., la luz emitida al calentar el material. Se observó que la intensidad de las estructuras de alta temperatura en la curva (arriba de 250 °C, ver figura) está correlacionada con la densidad de ionización y con la identidad del ión incidente, por lo cual no es posible determinar la densidad de ionización solamente a partir de la curva de brillo. Estos resultados pueden ser relevantes para dosimetría espacial y médica, en que se necesita medir la dosis y la densidad de ionización. (Massillon-JL G, Gamboa-deBuen I, Brandan ME. LET and dose dependence of TLD-100 glow curve after exposure to intermediate-energy ions. RADIATION PROTECTION DOSIMETRY 120 (1-4): 341-344, 2006).

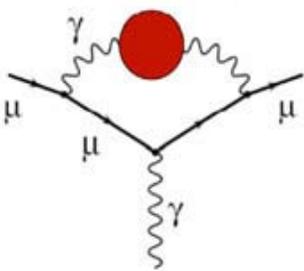
## Zoología de patrones en fluidos simples



La formación de patrones es un tema muy estudiado en la actualidad debido a su importancia en temas como biología, química, metalurgia, etc. Generalmente se piensa que los patrones de onda complejos solamente pueden generarse mediante efectos no-lineales. En este trabajo se muestra que este escenario no es necesariamente cierto. En particular, probamos cómo un fluido simple puesto a vibrar en el régimen de aguas poco profundas, para el cual el fluido está gobernado por ecuaciones diferenciales lineales, puede presentar una verdadera "zoología" de patrones. La idea es utilizar como recipiente del fluido una vasija cuadrada, en cuyo interior hay un pozo también cuadrado pero rotado 45° respecto a la frontera externa de la vasija, tal y como se muestra en la figura. Los patrones resultantes pueden ser periódicos o cuasiperiódicos, formándose también los llamados aproximantes racionales de los patrones cuasiperiódicos. Si en lugar de rotar 45° el cuadrado interno se rota un ángulo pequeño, se obtienen patrones típicos de sistemas desordenados, conocidos como cicatrices. Usando hexágonos se obtienen aún más patrones exóticos interesantes. Finalmente, se muestra que puede hacerse una analogía cuántica del sistema para obtener funciones de onda electrónicas con los mismos patrones observados en el fluido. La estadística de los niveles cuánticos correspondientes revela claramente la existencia de patrones de onda exóticos. Agreguemos

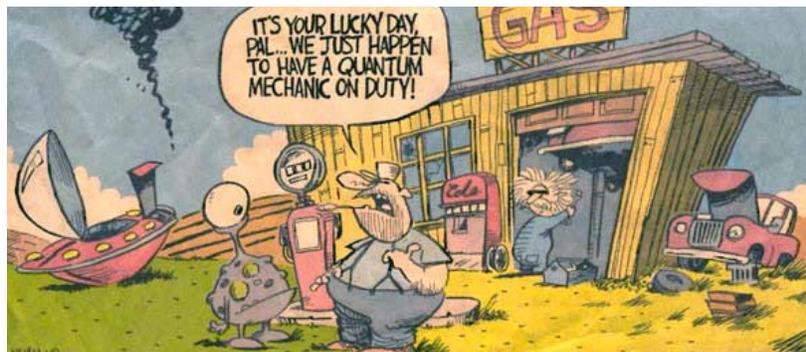
que éste fue el último trabajo que viese publicado Manuel Torres, estimado colega nuestro del Consejo Superior de Ciencia y Tecnología de España, cuya muerte acació en Madrid el mes de Noviembre. A él le dedicamos esta nota, con gran cariño y admiración a su trayectoria como científico, humanista y persona. (Bazan A, Torres M, Chiappe G, Louis E, Miralles JA, Verges JA, Naumis GG, Aragon JL. Quasicrystalline and rational approximant wave patterns in hydrodynamic and quantum nested wells, 124501. PHYSICAL REVIEW LETTERS 9712 (12) 2006).

## Contribución hadrónica a tres lazos



El momento magnético del muón es uno de los parámetros más precisamente medidos en la física de partículas. Cuando se compara con la predicción del actualmente aceptado modelo estándar (MS) de las interacciones electrodébiles y fuertes, se pueden hacer conclusiones respecto a su validez o efectos de física más allá de él. Al nivel actual de precisión de más de una parte por billón, los efectos de la interacción fuerte son importantes y nuestra inhabilidad para calcular éstos a partir de primeros principios nos impide llegar a conclusiones firmes. Ésto es aún más desafortunado ya que los resultados experimentales más recientes de la colaboración BNL-E-821 sugiere un valor más grande que el predicho por el MS. En este artículo se discute por primera vez una cota superior a la contribución hadrónica a tres lazos de la denominada dispersión de luz-por-luz. Ésta es particularmente incierta y en el pasado hasta su signo fue controversial y estuvo bajo repetidas revisiones. Nuestra conclusión apoya la afirmación de que la contribución hadrónica de luz-por-luz no puede por sí sola dar cuenta de la discrepancia observada de alrededor de tres desviaciones estándares. (Erlar J, Sanchez GT. Upper bound on the hadronic light-by-light contribution to the muon g-2, 161802. PHYSICAL REVIEW LETTERS 97 (16): 2006).

## FISICÓMICOS



## Karen Volke Sepúlveda



Hace tan sólo dos años, en el Instituto de Física, un cuarto de revelado comenzó a tomar forma y así convertirse en espacio para la investigación: el Laboratorio de Pinzas Ópticas. Este laboratorio, a cargo de Karen Volke Sepúlveda, tiene ya algunos resultados y múltiples proyectos en puerta.

La actual integrante del Departamento de Física Teórica del IFUNAM recuerda que en sus clases de preparatoria estaba enamorada de la astronomía. Desde aquella época su futuro estaba decidido: sería física. De adolescente se convirtió en astrónoma aficionada, luego de que le regalaron un libro del universo con imágenes; “empecé a ver las estrellas, a ubicar las constelaciones. Además, se me facilitaban las matemáticas”. A pesar de que nunca abandonó su gusto astronómico,

durante su formación en la carrera de física en la Facultad de Ciencias (FC), descubrió nuevas áreas que la motivaron aún más. Una de ellas fue la óptica, junto con la mecánica estadística y las partículas elementales. En la FC tuvo la oportunidad de tener contacto con profesores extraordinarios, como Romilio Tambuti, Eugenio Ley Koo, Ramón Peralta, Luis de la Peña y Juan Manuel Lozano, entre otros. “Disfruté mucho la mayoría de los cursos”.

Una vez concluida la licenciatura, realizó sus estudios de maestría y doctorado en el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE) en Puebla. Como parte de su doctorado, hizo una estancia de medio año en la Universidad St. Andrews, en Escocia. En aquel país, asevera, “descubrí otro mundo: el de la micromanipulación... y me encantó”. Así, luego de concluir el doctorado, llegó al IFUNAM en 2003 a hacer el posdoctorado. Se integró a un proyecto teórico de haces con momento angular encabezado por Rocío Jáuregui; de darse la oportunidad y condiciones, el Laboratorio de Pinzas Ópticas podría formarse en algún momento. Y eso ocurrió en 2004, cuando luego de conseguir financiamiento del propio IFUNAM y de DGAPA, y con ayuda de colegas de dentro y fuera de la UNAM, se creó el laboratorio. A finales de ese año, ya se contaba con una mesa óptica, pero los materiales para trabajar eran aún escasos.

Hoy, el laboratorio está bien equipado y está obteniendo buenos resultados; incluso, su primer graduado obtuvo el premio Prometeo de Física Experimental por su tesis de licenciatura. Aunque, reconoce Karen, aún falta material para hacer dos experimentos al mismo tiempo. De ese modo, actualmente se dedican todos los esfuerzos a censar la densidad de momento angular local de la luz en los vórtices vectoriales, los cuales son campos que portan momento angular y que al interactuar con la materia pueden hacerla rotar.

El momento angular de la luz, refiere la experta, puede ser de espín, asociado a la polarización circular, es decir, a una rotación del vector de campo eléctrico; o bien, orbital, asociado a frentes de onda que rotan debido a su distribución espacial de fase, que es un sistema de referencia que el propio campo óptico impone. En el caso de los vórtices vectoriales, dependiendo de dónde se coloque una partícula, se va a transferir un tipo de momento angular o el otro, espín u orbital. De acuerdo con su ubicación, la partícula va a reaccionar ante la presencia de la luz; “por eso decimos que queremos censar la densidad de momento angular local”.

Además de los trabajos actuales, el Laboratorio de Pinzas Ópticas ha obtenido resultados

preliminares en otros proyectos. “Cuando hablamos de pinzas ópticas pensamos en un haz fuertemente enfocado, de manera que el spot de focalización, donde las partículas son atrapadas, sea de una micra o menor”. No obstante, hace años se descubrió que en un haz de luz extendido, con un diámetro de spot de 30 micras, también se acumulan partículas que se disponen en una configuración de red hexagonal.

En un haz enfocado, las partículas se atrapan donde hay puntos de intensidad máxima; en contraste, en un spot extendido, la variación de intensidad es pobre. Ahí, la acumulación de partículas, unas al lado de las otras, sin haber gradientes de intensidad locales, es llamada enlace óptico. Karen y sus colaboradores han encontrado que se forman cúmulos enormes de partículas, relativamente ordenados por efecto de dos haces contrapropagantes y extendidos, en un enlace tridimensional. “Creemos que tenemos una acumulación transversal y a lo largo del eje”.

Ahora, el reto es probar que en esos cúmulos hay un ordenamiento transversal y axial, y mostrar un enlace tridimensional, añade la investigadora. En éste y otros proyectos hay resultados preliminares a los cuales habrá que dar seguimiento. De esa manera continuará sus trabajos en el IFUNAM, donde “me han tratado excelentemente. Aquí mi experiencia ha sido extraordinaria, tanto por el apoyo de mis colegas de Física Teórica, como de otros departamentos y de la dirección. En la UNAM he encontrado un excelente ambiente de trabajo, cordial y constructivo, en donde la gente está abierta a establecer colaboraciones y a intercambiar ideas. Aquí puedes interactuar con gente de otras áreas (como sistemas complejos o acústica) y eso despierta otras inquietudes e ideas”.

Hoy, asegura, tenemos más proyectos sobre la mesa de los que podemos realizar en el Laboratorio. Trabajo e ideas no faltan; pero sí más tiempo y espacio para realizar más experimentos y analizar problemas desde el punto de vista teórico. Eso, finaliza, es fundamental. “Queremos conservar la posibilidad de fortalecer la vinculación entre experimento y teoría; ello abre perspectivas y es uno de los pilares de nuestro laboratorio”.

**Laura Romero**

