

casos de especie química que ha merecido figurar en un sello de correos.

Son numerosas las aplicaciones que se prevén para los fullerenos. Entre ellas cabría reseñar su utilización en baterías recargables, teniendo en cuenta la facilidad con que se reducen y la reversibilidad del proceso; su uso como lubricantes, por su forma esférica y la debilidad de las fuerzas intermoleculares; y, particularmente, el empleo como superconductores de alta temperatura crítica de fullerenos dopados con metales alcalinos o, incluso, la utilización de estas singulares moléculas como "balas mágicas", transportando fármacos previamente encapsulados en su interior hasta destinos específicamente seleccionados en el organismo.

Finalmente, ¿qué ocurriría si en vez de introducir en la estructura del grafito anillos de cinco átomos se hubiesen introducido anillos de siete u ocho? La estructura generada sería nuevamente una estructura curvada pero ahora con lo que se

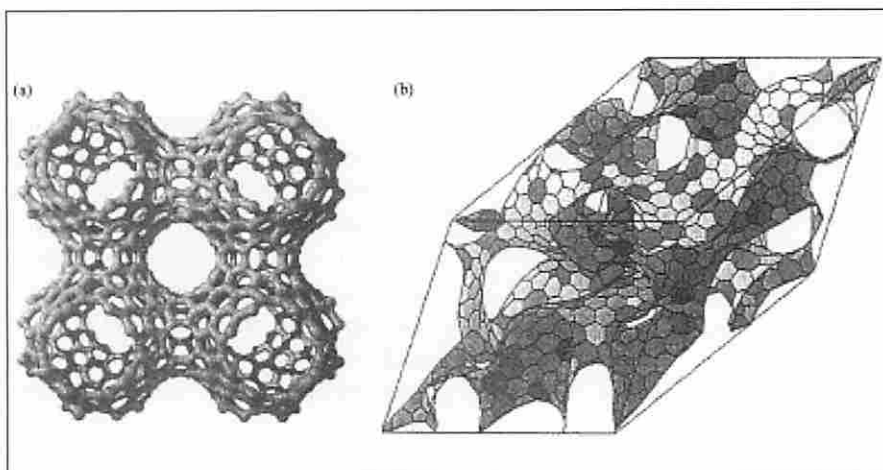


Figura 5. Schwarzita.

denomina "curvatura negativa", sin posibilidad de cerrarse sobre sí misma. Así se origina la denominada estructura tipo schwarzita, que adoptan los llamados carbones nanoporosos o carbones esponjosos, como el que se presenta en la Figura 5, cuya química se está desarrollando en la actualidad. La selectividad que estos materiales han demostrado en la separación de gases es asombrosa: 30:1 en la sepa-

ración de O_2/N_2 , 178:1 en la de He/N_2 y 333:1 en la de H_2/N_2 .

Espero que la somera descripción que de estos sistemas he realizado haya podido, por poco que sea, contribuir a ennoblecer la imagen del carbón. Si así es, grande será mi satisfacción.

Antonio Jerez Méndez
Dpto. de Química Inorgánica
y Química Técnica

NOVEDADES CIENTÍFICAS

Novedades científicas en Física en el año 2002

ASTROFÍSICA Y COSMOLOGÍA

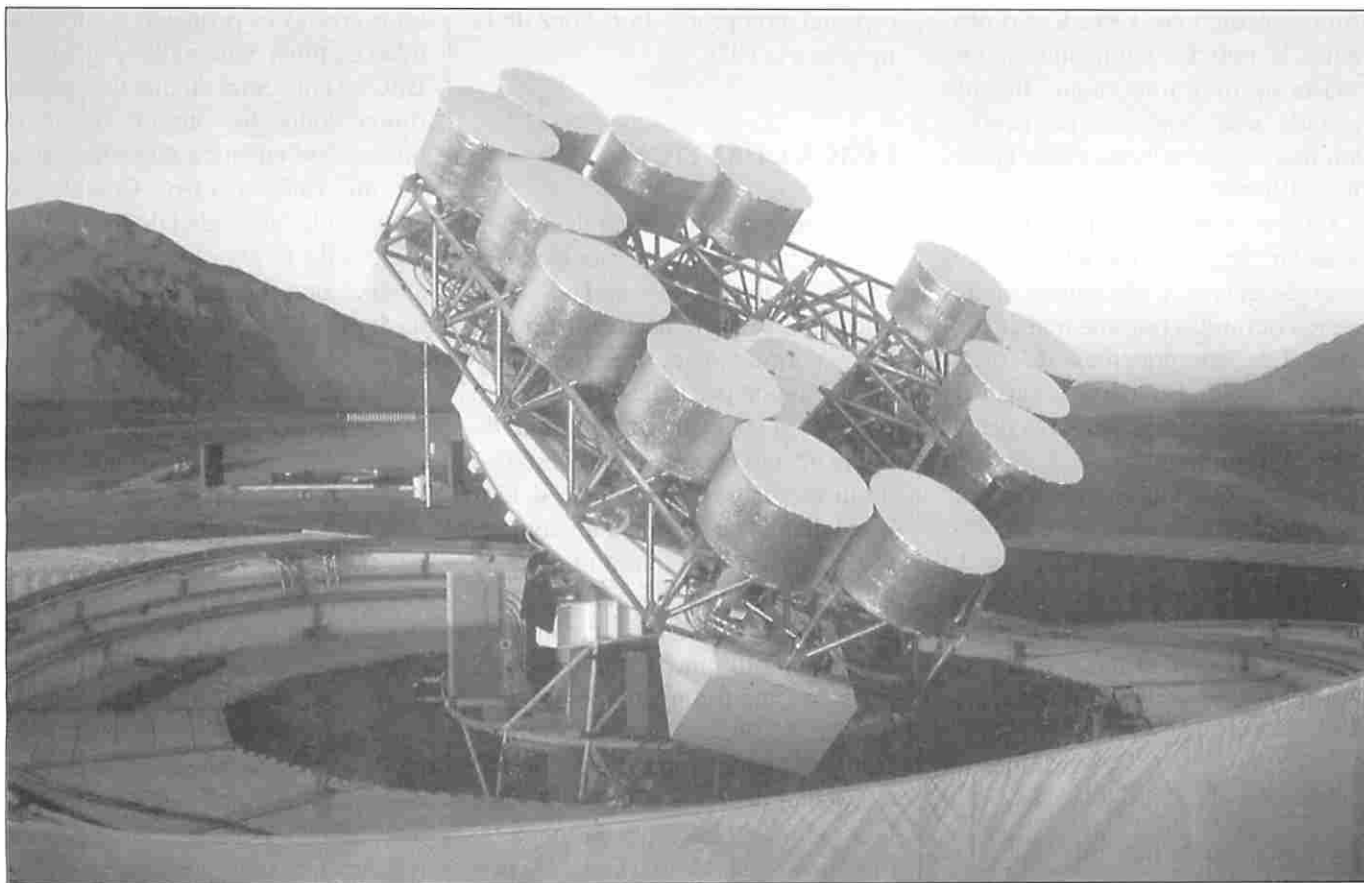
- En el año 2000 los experimentos *Boomerang* y *Maxima*, a bordo de globos aerostáticos, realizaron la medida más aproximada hasta entonces de la anisotropía de la radiación cósmica de fondo. Sus resultados eran compatibles con las predicciones del modelo estándar con un universo plano. (Ver 100cias@uned n.º 4, pp. 52-56). No obstante, la resolución angular de tales experimentos sólo era de 10-15 minutos, por lo que no permitían discriminar patrones de tamaño menor. Dos años después, dos nuevos experimentos, *Cosmic Background Imager* (CBI) y *Very Small Array* (VSA), han realizado

medidas mucho más precisas de la anisotropía de la radiación. El VSA utiliza 14 antenas de 14 cm de diámetro situadas a 2.000 m de altura en Tenerife. El CBI utiliza un telescopio de interferencia compuesto por 13 antenas de 90 cm de diámetro y con una separación máxima de 5,5 metros, situado a 5000 metros de altura en el desierto de Atacama (Chile). Con ello se consigue una resolución angular de 4 minutos de arco. Esta resolución ha permitido detectar pequeños puntos calientes que constituyen las semillas de los actuales cúmulos de galaxias. Por otra parte, los resultados anteriores han sido básicamente confirmados. La densidad de materia-energía es aproximadamente igual a la crítica

(universo plano) pero la densidad de materia solo da cuenta de aproximadamente 1/3 de este valor crítico (aunque las nuevas medidas dejan más espacio para la materia no bariónica). Los otros 2/3 de la densidad crítica deben corresponder a la energía de vacío.

- Como es bien sabido, la radiación cósmica de fondo es el residuo que quedó cuando el plasma que constituía el universo se hizo neutro y transparente. Inmediatamente antes de que esto ocurriera las interacciones electrón-fotón dieron una pequeña polarización a la radiación, que también varía de un punto a otro del cielo. Esta polarización ha sido medida por el experimento DASI (*Degree Angular Scale Interferometer*) instalado en el Polo Sur.

- En el número anterior de 100cias@uned (ver 100cias@uned,



El "Cosmic Background Imager" (CBI) situado en los Andes chilenos.

n.º 5, pp. 97-101) ya informábamos sobre los resultados preliminares del detector de neutrinos en Sudbury, planeado para resolver el enigma de los neutrinos solares. El detector consiste básicamente en 1.000 toneladas de agua pesada rodeadas por 9.500 fotodetectores. Con él pueden detectarse los 3 sabores de neutrinos; y, muy especialmente, los neutrinos electrónicos de 2,2 MeV procedentes del B⁸. Los resultados obtenidos a lo largo del año 2002 han confirmado plenamente el modelo solar estándar.

• Los modelos cosmológicos también imponen límites a los tipos y masas de los neutrinos. Antes de que los experimentos de laboratorio sobre la desintegración del quark top demostrasen que sólo existen 3 tipos de neutrinos, los modelos cosmológicos conducían a una conclusión similar, pues un número mayor de neutrinos hubiese dado lugar a una velocidad de expansión del universo primitivo mucho menor. También la distribución de la materia

bariónica en el universo impone condiciones sobre la masa de los neutrinos. Un estudio de la distribución de 250.000 galaxias comparado con un modelo cosmológico que incluye bariones, materia oscura fría, neutrinos masivos (materia oscura caliente) y constante cosmológica ha concluido que los neutrinos no dan cuenta de más del 13% de la materia total y que la suma de las masas de los tres neutrinos no supera los 2,2 eV.

• Hasta ahora, el objeto más lejano observado era un cuásar con un desplazamiento hacia el rojo $r = 6,28$. Ahora, con el telescopio óptico Keck II y aprovechando efectos de lente gravitatoria de cúmulos de galaxias, se ha detectado una galaxia ordinaria con $r = 6,56$, lo que significa que se encuentra aproximadamente a 15.500 millones de años-luz. Esto quiere decir que fue una de las primeras galaxias en formarse, aproximadamente cuando el universo tenía 780 millones de años y, por consiguiente, podría

proporcionar información sobre la evolución de las galaxias durante las fases más tempranas del universo.

FÍSICA DE PARTÍCULAS

• La conservación del número leptónico es una ley básica del modelo estándar. En la desintegración β la ley se cumple porque la emisión del electrón va acompañada de la emisión de un antineutrino. Ahora un experimento conjunto Heidelberg-Moscú con ⁷⁶Ge muy puro afirma haber detectado varios casos de doble desintegración β con ausencia de neutrinos. De ser cierto, sería indudablemente el descubrimiento más importante del año: no solo se violaría la conservación del número leptónico sino que mostraría que el neutrino es su propia antipartícula (lo que se conoce como una partícula de Majorana). La vida media de este proceso se estima en $1,5 \times 10^{25}$ años, y la masa del neu-

trino se estima en 0,39 eV. No obstante, la noticia, publicada en una revista no muy importante, ha sido acogida con gran escepticismo y con numerosas críticas sobre la técnica utilizada.

- Otro desafío para el modelo estándar. Según el modelo hay seis tipos de quarks y sus interacciones vienen definidas por una matriz unitaria. Las componentes de dicha matriz pueden obtenerse a partir de medidas experimentales de la desintegración de neutrones, kaones o mesones B que implican la transformación de unos quarks en otros. Ahora, nuevas y muy precisas medidas de la desintegración de neutrones fríos parecen mostrar una falta de unitariedad en el modelo. Si esto es así, habría que incluir nuevas partículas en el mismo.

- Ya en 1996 se produjeron antiátomos de hidrógeno lanzando antiprotones contra un blanco de núcleos pesados. Los antiátomos de H así formados llevaban velocidades próximas a la de la luz, por lo que su vida es extraordinariamente breve (ver 100cias@uned, n.º 0, pp. 45-48). Ahora se han obtenido grandes cantidades (50.000 aproximadamente) de anti-H a velocidades mucho menores combinando antiprotones y positrones creados y almacenados por separado. Los antiprotones creados en un colisionador se frenan y almacenan en una trampa de Penning, donde son frenados adicionalmente por colisiones con electrones fríos. Los positrones proceden de la desintegración de átomos de ^{22}Na y también son atrapados en trampas de Penning y enfriados hasta 15 K. Luego, antiprotones y positrones se mezclan en una trampa electromagnética: los antiátomos se forman en procesos donde intervienen otras partículas que se llevan gran parte de la energía, dejando a los antiátomos en altos estados de Rydberg. Los antiátomos son neutros y pueden escapar de la trampa. El siguiente paso consistiría en atrapar estos antiátomos antes de que se destruyan al colisionar con materia ordinaria para estudiar sus propiedades en detalle y, en

especial, comprobar la validez de la invariancia CPT.

FÍSICA CUÁNTICA

- Las partículas materiales tienen una longitud de onda asociada denominada longitud de onda de Broglie. Ésta se pone de manifiesto en los experimentos de interferencia y difracción de partículas. En 1995 se propuso el concepto de “longitud de onda de de Broglie” para estados multifotónicos; en particular, la longitud de onda asociada a un conjunto de N fotones de longitud de onda λ sería λ/N . Ésta se ha medido ahora en experimentos de interferencia con bifotones entrelazados. A partir de un fotón de longitud de onda λ se obtiene, por subconversión paramétrica, un par entrelazado de fotones de frecuencia $2/\lambda$. Ésta es la longitud de onda que se pone de manifiesto cuando se hacen experimentos de interferencia con miembros individuales del par. Sin embargo, cuando se hace un experimento de interferencia en un interferómetro de Mach-Zender con pares entrelazados, la longitud de onda observada es $2\lambda/2 = \lambda$. Esto podría tener importantes aplicaciones en litografía cuántica, pues utilizando paquetes de fotones entrelazados se podría reducir drásticamente el tamaño de los patrones grabados.

- Desde su obtención en 1995, los condensados de Bose-Einstein han sido una fuente constante de descubrimientos. En 2002 se ha observado por primera vez una transición de fase cuántica en un gas de átomos. Las transiciones de fase cuánticas no son inducidas por fluctuaciones térmicas sino por las fluctuaciones permitidas por el principio de incertidumbre. Un BEC de átomos de Rb atrapado en una tampa magneto-óptica se ilumina con 3 pares de láseres. Estos láseres crean un retículo óptico que es una estructura tridimensional periódica con valles de baja energía separados por barreras. En cada uno de los valles se instalan algunos átomos. Cuando la altura de

estás crestas es pequeña, la probabilidad de túnel entre valles es alta y el BEC se encuentra en una fase superfluida: todos los átomos tienen la misma fase cuántica y pueden saltar de un valle a otro. Cuando se aumenta la intensidad de los láseres, y con ello la altura de las barreras, aparece una fase aislante: el número de átomos en cada valle se mantiene fijo pero las fases se hacen incoherentes. La transición es perfectamente reversible y la fase superfluida se recupera al reducir la intensidad de los láseres.

- Una de las primeras aplicaciones que se previeron para los BEC era la construcción de los llamados (forzando algo el lenguaje) láseres de átomos, es decir, fuentes de átomos en el mismo estado cuántico. Naturalmente, la fuente se va agotando a medida que escapan átomos de la fuente. Sin embargo, los átomos de este condensado se pueden reponer tomando átomos de un segundo condensado idéntico mediante pinzas ópticas.

- Un principio básico de la teoría de la información y la criptografía cuántica es el teorema de no clonación: es imposible copiar perfectamente qubits en estados no ortogonales. La máxima fidelidad permitida para el proceso de clonación es de $5/6$. Se ha conseguido ahora una clonación de un fotón con un valor próximo al óptimo. Para ello, un miembro de un par de fotones entrelazados creado por subconversión paramétrica es enviado a un cristal ópticamente activo donde provoca la emisión estimulada de otro fotón, que es su pretendida copia. El segundo miembro del par entrelazado sirve para comprobar la fidelidad de la copia.

- Electrones (fermiones) y fotones (bosones) presentan una diferencia esencial en su comportamiento estadístico. Los bosones procedentes de una fuente coherente tienden a ser emitidos en grupos mayores que los que explica la estadística poissoniana (“bunching”), mientras que con los fermiones ocurre lo contrario (“antibunching”). El “antibunching” de los fermiones se

puso de manifiesto por primera vez en 1999 en procesos de transporte en nanoestructuras semiconductoras, pero parecía difícil detectarlo en la emisión de electrones en el espacio libre debido a que quedaría enmascarado por las repulsiones eléctricas entre los mismos. Ahora se ha medido un valor pequeño pero inequívoco.

Por otra parte, el "antibunching" de los fermiones en estructuras semiconductoras puede utilizarse precisamente para construir fuentes de fotones libres de "bunching", que son especialmente necesarias en la transmisión de información cuántica. Intercalando capas de AsGa con capas de InAs donde se han creado "puntos cuánticos" se obtiene un diodo emisor de fotones basado en la recombinación de excitones (pares ligados electrón-hueco). Con pulsos eléctricos simples se consigue la recombinación de excitones individuales y, en consecuencia, la emisión de fotones de uno en uno. (Ver 100cias@uned, n.º 3, pp. 67-72.) Sin embargo, con potenciales de excitación altos se obtiene emisión de fotones agrupados. También pueden conseguirse recombinaciones en cascada, que dan lugar a pares de fotones con correlación de polarización.

NANOTECNOLOGÍA

- Uno de los instrumentos más importantes para el análisis de superficies sólidas es el microscopio de fuerzas atómicas (AFM): un fleje de tamaño nanométrico desliza sobre una superficie y su deflexión informa sobre el relieve superficial. Ahora, un equipo de IBM en Zurich ha utilizado el efecto inverso para grabar y leer información. Para ello han construido una matriz de 32×32 flejes (un "Milpiés") que desliza sobre una delgada película de polímero extendida sobre un sustrato de silicio. Cada fleje puede ser calentado individualmente hasta $400\text{ }^\circ\text{C}$, creando una pequeña depresión de unos 10 nm en el polímero. De este modo se puede grabar información

en forma de puntos. Para leer, el milpiés recorre la superficie y registra el relieve.

FÍSICA DE MATERIALES

- Las capacidades de los materiales orgánicos conductores parecen inagotables. Ahora se ha conseguido magnetismo fotoinducido en un material con base orgánica (tetracianoetileno). La magnetización aumenta en un 50% cuando el material se expone a luz azul. La magnetización desaparece en parte cuando el material se expone a luz verde, y totalmente cuando se expone al calor. Se tendría así una nueva posibilidad de almacenamiento de información por medios magnéticos.

- La resonancia magnética nuclear (RMN) es un instrumento ubicuo. El problema es que la frecuencia de los fotones emitidos es proporcional al campo magnético y a la razón giromagnética de los núcleos, que es muy pequeña. Por otra parte, la señal se detecta por la corriente inducida en una bobina, y ésta es también proporcional a la frecuencia. Por ello, para obtener señales apreciables hay que utilizar campos magnéticos muy altos (de hasta 20 teslas), lo que hace los equipos muy voluminosos y costosos. Sin embargo, se han obtenido ahora señales apreciables con campos de militeslas. Para ello, la muestra se polariza en un campo magnético de militeslas antes de ser colocada en el aparato. Para medir la señal se utiliza un SQUID que es capaz de detectar cambios de flujo pequeñísimos. Estas variantes podrían llevar a equipos baratos de RMI.

- La desimanación adiabática es un método de conseguir temperaturas extraordinariamente bajas. Un campo magnético intenso alinea los espines de una sal paramagnética. Al reducirse el campo gradualmente, los espines pueden desordenarse robando energía a las vibraciones térmicas de la red. Sorprendentemente, se ha detectado el mismo efecto aumentando, en lugar de disminuir, la

intensidad del campo magnético. El sistema a enfriar era un conjunto de moléculas de NaFe_3 en forma de anillo. Todavía no se conoce el mecanismo responsable de la transferencia de energía en este sistema.

- El litio, uno de los elementos más ligeros, se ha añadido a la lista de metales que se hacen superconductores bajo presión. La temperatura crítica T_c puede llegar a 20 K a presiones de unos 50 GPa . Ya se conocen 23 elementos superconductores de este tipo, frente a 29 superconductores a presión normal.

TERMODINÁMICA, FÍSICA ESTADÍSTICA

- La Segunda Ley de la Termodinámica exige que para convertir el calor en trabajo debe haber una diferencia de temperatura. Es decir, no se puede extraer trabajo de un sistema a temperatura constante. No obstante, ésta es una ley estadística que se cumple en los sistemas macroscópicos donde las fluctuaciones térmicas son irrelevantes y las variables termodinámicas están bien definidas. Para sistemas microscópicos hay que tener en cuenta las fluctuaciones y la entropía puede disminuir en intervalos de tiempo muy pequeños. Un experimento australiano ha medido estas violaciones de la Segunda Ley. Unas minúsculas cuentas de latex suspendidas en agua, que actúan como baño térmico, están "sujetas" mediante pinzas ópticas. Al mover el recipiente periódicamente, la fuerza de arrastre del agua se opone a la fuerza que realizan las pinzas ópticas. Midiendo repetidamente la posición de las cuentas puede calcularse el trabajo realizado sobre las mismas. Resulta que durante intervalos pequeños de tiempo, del orden de $1/10$ de segundo, el baño térmico hace trabajo sobre la cuenta, en contra de la Segunda Ley. Sin embargo, si se promedia sobre periodos del orden del segundo, la Segunda Ley se satisface.

- El ciclo de Otto (dos procesos adiabáticos y dos procesos a volumen constante) es la representación ter-

modinámica idealizada del funcionamiento de un motor de combustión interna. Marlan Scully ha propuesto una mejora para extraer energía adicional del gas quemado y aumentar el rendimiento: se trata de aprovechar la energía interna de los átomos del gas expandido. Para ello, en lugar de dejar escapar el gas se hace pasar a una cavidad resonante de un máser. La cavidad se calienta luego pero este calentamiento no aumenta la energía cinética de los átomos sino que los lleva a estados excitados, cuya energía es luego cedida por radiación.

- La presencia de una cierta cantidad de ruido puede aumentar drásticamente la respuesta de un sistema a una débil señal periódica. Este fenómeno se conoce como resonancia estocástica. Básicamente, el ruido permite que el sistema explore regiones mayores del espacio de fases. El fenómeno se ha detectado en una gran variedad de sistemas: en particular, hace unos años se detectó en los sistemas sensoriales de algunos animales. Ahora, dos científicos japoneses han diseñado un experimento que pone de manifiesto que el fenómeno se da también en la región del cortex cerebral humano donde se procesa la información visual. También este año se ha propuesto la resonancia estocástica como el mecanismo que pudo desencadenar cambios climáticos cruciales durante la última Edad Glacial.

ÓPTICA

- Un resultado clásico de la óptica es que cuando la radiación de longitud de onda λ atraviesa un orificio circular de radio menor que λ la intensidad de la luz transmitida es pequeña y la difracción muy grande. Pero en 1998 se observó que una lámina metálica en la que se había practicado una red de orificios de un diámetro mucho menor que λ transmitía gran cantidad de radiación sin apenas difracción. La explicación está en que la energía de la radiación se transmite mediante plasmones de superficie que se crean en los orificios y pasan al otro lado de la

lámina, donde emiten nuevos fotones. (Ver 100cias@uned, n.º 2, pp. 56-60) Ahora se han observado nuevos fenómenos relacionados. En primer lugar, la cantidad de luz transmitida aumenta extraordinariamente si alrededor de estos orificios se graba una estructura de anillos concéntricos: parece que esto favorece la creación de los plasmones. Además la longitud de onda de la luz transmitida depende de la periodicidad de los anillos.

Mucho más sorprendente es el descubrimiento de que si se envían pares de fotones entrelazados a una de estas láminas, los fotones que salen por la otra cara conservan el entrelazamiento. Es decir, el entrelazamiento, una propiedad esencialmente cuántica, ha sobrevivido a los plasmones, que son modos colectivos que agrupan a unos 10^{10} electrones.

- El índice de refracción es una propiedad macroscópica de un medio material, que se explica en términos del número de centros (átomos o moléculas) dispersores que constituyen el material y la polarizabilidad de los mismos. Pero ¿tiene sentido hablar del índice de refracción de un átomo? En otras palabras, ¿puede modificarse la velocidad de un pulso luminoso en una cavidad prácticamente vacía? La respuesta es que sí. En el experimento se atrapan 10 átomos de Rb en una cavidad de 70 μm con paredes casi perfectamente reflectoras. Si las paredes de la cavidad son reflectores casi perfectos, un pulso de luz rebota muchas veces antes de desvanecerse de modo que interacciona muchas veces con los átomos de la cavidad, como ocurriría en un medio más denso con un índice de refracción efectivo.

- La transmisión de información mediante fotones polarizados es un tema esencial en criptografía cuántica. La transmisión por fibra óptica y por el espacio libre presentan diferentes problemas debido a los diferentes tipos de pérdidas en ambos medios que imponen limitaciones a las distancias. En 2002 se han conseguido nuevos records. Por una parte, el equipo de N. Gisin en Ginebra ha logrado transmitir una clave a

través de una fibra óptica a 64 km de distancia. Por otra parte, se ha logrado transmitir claves hasta 23,4 km en el espacio libre.

- En 2000 Pendry propuso la posibilidad de materiales con índice de refracción negativo. Con tales materiales podrían conseguirse lentes libres de ciertos tipos de aberración que conseguirían imágenes perfectas. La teoría de Pendry ha sido objeto de diversas críticas. Por una parte se ha argumentado que una refracción negativa (el rayo refractado está en el mismo lado de la normal que el rayo incidente) implicaría velocidades superiores a la de la luz; lo que aquí está en cuestión es el concepto de velocidad de grupo que, al parecer, no está tan claro como debiera. Por otra parte se ha argumentado que un material con n negativo atenuaría necesariamente los campos dipolares y la luz sería rápidamente absorbida. Pese a la controversia, sigue la búsqueda experimental de estos efectos.

- Desde 1999 se han venido realizando experimentos que frenan los pulsos de luz que atraviesan un medio hasta velocidades prácticamente nulas. Lo que en realidad se anula es la velocidad de grupo y para ello es necesario que el índice de refracción del medio varíe muy fuertemente con la frecuencia. (Ver 100cias@uned, n.º 3, pp. 67-72.) Hasta ahora se había conseguido frenar la luz en condensados BEC o en gases densos. Ahora se ha frenado y almacenado la luz en una lámina de cristal (silicato de ytrio dopado con praseodimio) de 3 mm de espesor. La energía e información del pulso de luz original se almacena en forma de excitaciones de espín coherentes de los átomos del medio, y puede recuperarse posteriormente.

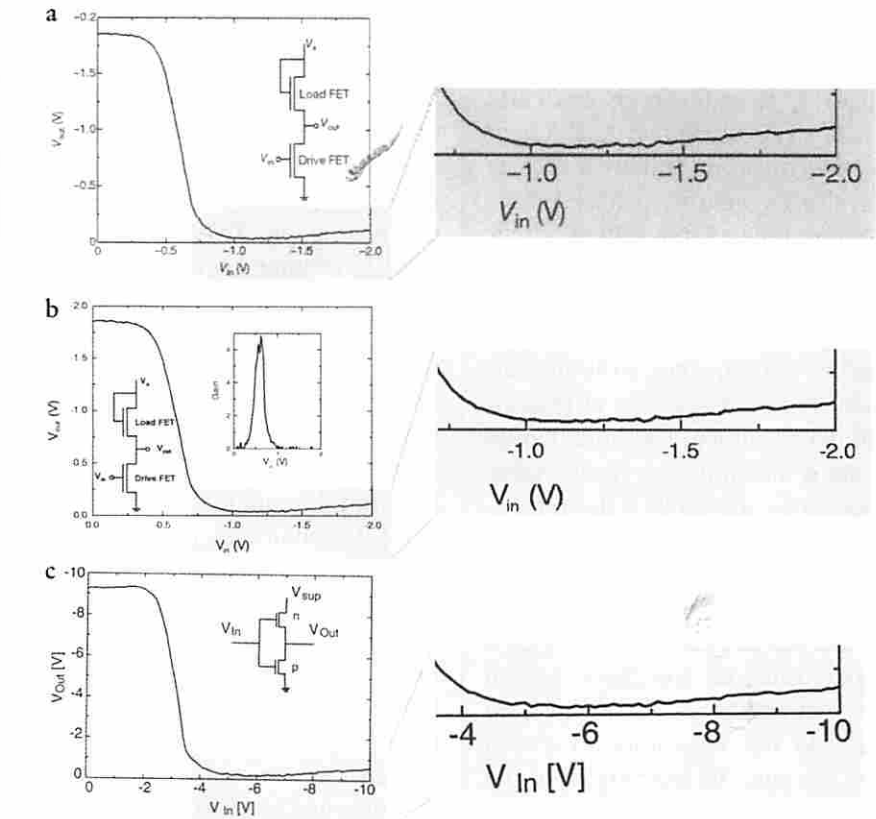
ESCÁNDALOS Y FRAUDES

- El fenómeno de sonoluminiscencia es conocido desde hace años: ondas ultrasónicas que atraviesan un líquido producen por cavitación burbujas que se expanden y se contraen rápidamente; en el momento de máxima compresión se alcanzan grandes presiones y temperaturas y

se emite radiación, aunque el mecanismo exacto sigue siendo objeto de controversia. Rusi Taleyarkhan, del Laboratorio Nacional de Oak Ridge, sugirió que si el líquido era rico en deuterio, las altas presiones y temperaturas alcanzadas podrían provocar la fusión de núcleos de deuterio para formar tritio. De hecho, afirman haber detectado neutrones precedentes de la fusión al hacer pasar ondas ultrasónicas por acetona deuterada (C_3D_6O) en donde previamente se han creado burbujas nanométricas mediante un haz de neutrones de alta energía.

El artículo donde se exponían los resultados fue enviado a *Science*. El descubrimiento era tan sorprendente que exigía un examen cuidadoso; tanto que el proceso de peer-review consumió casi un año y el artículo fue sometido a más de una docena de evaluadores sin que nadie se decidiese aprobarlo. El propio laboratorio de Oak Ridge encargó la repetición del experimento a un equipo independiente, que no encontró trazas del fenómeno a pesar de utilizar un sistema de detección más sensible. Hasta aquí nos encontramos simplemente ante una controversia más que deberá aclararse cuando otros equipos aborden el problema. Lo que muchos han censurado a la revista es que decidiera publicar el artículo de Taleyarkhan precisamente cuando ya se conocía este resultado contrario. Un artículo del editor general de *Science*, publicado en el mismo número, afirmaba que su misión no era garantizar la absoluta veracidad de los resultados sino de exponerlos para su discusión pública. Lo que no explicaba es por qué no se hace lo mismo con todos los artículos.

• No es éste el único patinazo que ha sufrido este año el proceso de peer-review. A finales de año saltó a la prensa el caso de los hermanos Bogdanov, una curiosa pareja de gemelos franceses que gozan de cierta fama en su país por ser presentadores de un programa de temas científicos (y pseudocientíficos) en TV2. Ambos consiguieron doctorados por la Universidad de Bourgogne con tesis de títulos tan rimbombantes como “Estado topológico del espacio-tiempo a esca-



Curvas idénticas en tres trabajos diferentes de J. H. Schön y colaboradores, publicados en Nature y en Science.

la 0” o “Fluctuaciones cuánticas de la signatura de la métrica a escala de Planck”, que dieron lugar a publicaciones en revistas tan prestigiosas como *Annals of Physics* o *Classical and Quantum Gravity*. Pero cuando John Baez, un reconocido experto en gravitación cuántica en la Universidad de Riverside, leyó estos artículos pensó que todo era una broma o un fraude similar al de Sokal, urdido por gentes que querían demostrar que tampoco las ciencias duras estaban libres de caer en la palabrería hueca y absurda. Tanto la Universidad de Bourgogne como las revistas tuvieron que dar explicaciones. *Classical and Quantum Gravity* tuvo que reconocer que había sido demasiado laxa en el proceso de peer-review y que, en lo sucesivo, reforzaría los controles. Por su parte, Frank Wilzeck, nuevo editor jefe de *Annals of Physics*, afirmó que los artículos carecían de sentido y que él nunca los hubiera publicado de haber sido editor cuando se recibieron. Sin embargo, los hermanos Bogdanov siguen afirmando que sus trabajos son absolutamente serios.

• Quien quizá se sienta animado por todo esto sea A. Robitaille, un doctor en química y radiólogo en la Ohio State University. Harto de que las revistas científicas rechazaran un artículo suyo, contrató una página en la edición del *New York Times* del domingo 17 de marzo de 2002. (El precio de una página en la edición dominical es de 125.000 dólares). El artículo en el que Robitaille exponía sus ideas llevaba por título “El colapso del Big Bang y del Sol gaseoso”, y entre otras cosas afirmaba que la radiación cósmica de fondo no procede de ningún Big Bang sino que es un resplandor procedente de los océanos terrestres, y que el Sol no es una bola de Hidrógeno gaseoso sino un líquido turbulento a alta temperatura.

• En 1999, un grupo de investigadores del Lawrence Berkeley National Laboratory anunció la detección del elemento 118. Sin embargo, intentos posteriores de encontrar este elemento en experimentos similares realizados en otros laboratorios (Darmstadt, Caen, Japón) fracasaron.

(Ver 100cias@uned n.º 3, pp. 67-72.) Casi todo el grupo de Berkeley se retractó de su anuncio en una carta enviada en 2001 a la revista *Physical Review Letters*. Sin embargo, la carta había sido enviada a espaldas de Victor Ninov, quien había sido el primer firmante del artículo original, y la revista se negó a publicar la carta hasta que no hubiera consenso de todos los participantes en la investigación. Ninov había sido el responsable del tratamiento informático de los datos obtenidos y decía haber detectado 3 cadenas de 6 desintegraciones α que constituirían una señal inequívoca de la presencia del elemento buscado. Pero una investigación interna del Laboratorio llegó a la conclusión de los datos habían sido falsificados y Ninov ha sido expulsado del laboratorio. Lo más grave es que la investigación ha levantado serias sospechas de que Ninov ya pudo haber falsificado datos en experimentos realizados en Darmstadt desde 1992.

• Pero, sin duda, el mayor escándalo del año (y de muchos años) fue el protagonizado por Jan Hendrik Schön. Schön es un joven físico alemán, doctorado por la Universidad de Konstanz, que en 1998 pasó a formar parte de un grupo de investigación en los Bell Labs, dirigido por Bertram Batlogg. En menos de dos años, Schön llegó a publicar más de 60 artículos, 15 de ellos en *Science* y *Nature* como único autor. Los descubrimientos expuestos no podían ser más espectaculares: láseres orgánicos, efecto Hall cuántico en tetraceno y pentaceno, superconductividad en polímeros, superconductividad a alta temperatura en fullerenos e incluso un transistor basado en una única molécula de tetraceno. (Ver 100cias@uned n.º 4, pp. 52-56.) Estos trabajos se basaban en buena parte en una técnica desarrollada por Schön para inyectar cargas y huecos a voluntad en materiales orgánicos.

El problema es que nadie más conseguía reproducir tales resultados a pesar de que había más de cien grupos trabajando en todo el mundo en estos mismos temas. Las sospechas cobraron fuerza cuando se descubrió

que varios de los artículos publicados contenían figuras idénticas (salvo factores de escala) a pesar de trabajar con materiales y geometrías muy diferentes. En total se encontraron coincidencias en 6 artículos publicados en *Science*, *Nature* y *Applied Physics Letters*.

Destapado el escándalo, los Bell Labs (propiedad de la empresa privada Lucent Technologies) nombraron un comité formado por expertos independientes presidido por Malcolm Beasley de la Universidad de Stanford. El comité examinó 25 artículos de Schön y encontró más cosas extrañas: figuras con barras de error injustificadas, coincidencias inverosímiles entre teoría y experimento, y otras. Los argumentos presentados por Schön en su defensa no fueron muy convincentes: algunas figuras habían sido incluidas por error en artículos que no les correspondían, la mayoría de las medidas las había realizado él sólo en Konstanz mientras esperaba el visado para ir a EE.UU., el aparato experimental había sufrido daños irreparables en un traslado y no quedaba ningún registro de los datos obtenidos pues habían sido borrados para hacer sitio en la memoria del ordenador, etc. Finalmente Schön fue declarado "culpable" de 16 de los 24 cargos de mala conducta científica presentados, y fue expulsado de los laboratorios. Schön, Batlogg y Kloc (otro colaborador del grupo) escribieron cartas de retractación a las revistas donde habían sido publicados los artículos y los Bell Labs retiraron 6 solicitudes de patentes basados en ellos.

José Javier García Sanz
Dpto. de Física Fundamental

Congreso Internacional de Matemáticos (ICM) 2002

El Congreso Internacional de Matemáticos (ICM) 2002 se celebró

en Pekín, del 20 al 29 de agosto. Por primera vez se ha realizado en un país en proceso de desarrollo y la ceremonia de apertura ha estado presidida por la máxima autoridad del mismo. Se registraron en el Congreso 4.260 participantes.

Como preparación al Congreso se dieron un total de 46 conferencias satélites previas, a las cuales asistieron 4.000 matemáticos. Las conferencias satélites se celebraron en Asia: Shanghai, Tianjin, Hanoi, Kyoto, Lhasa, Macau y Taipei.

El Congreso se celebró en el International Convention Center de Pekín. La Jornada de apertura tuvo lugar en el Great Hall del Pueblo (lugar equivalente al edificio del Capitolio, en Washington), en la plaza de Tiananmen. Formaron la mesa principal del Congreso, en dicha apertura, los miembros principales del IMU, numerosas medallas Fields, el Premio Nobel John Nash y miembros del comité local (organizador del Congreso) y asistió, como invitado, el Presidente de China, Jiang Zemin.

El Presidente Jiang, después de la conferencia inaugural, presentó a los nuevos *Medallas Fields*: **Laurent Lafforquet**, del Instituto de Altos Estudios Científico (París), y **Vladimir Voevodsky**, del Instituto de Estudio Avanzados (Princeton). El *Premio Nevanlinna*, que tiene un rango menor, otorgado a **Madhu Sudan** del Instituto Tecnológico de Massachussets, fue entregado por el Secretario del IMU, Phillip Griffiths.

Los medallistas Fields de ese año tienen en común el haber nacido en 1966, ser investigadores permanentes en centros de investigación científica de máximo prestigio y que los trabajos por los que han sido galardonados muestran las relaciones profundas que existe entre diferentes ramas de las matemáticas, aparentemente muy distintas.

El Presidente del IMU, Jacob Palis, en la conferencia inaugural, habló sobre el hecho de que la celebración de este Congreso en China, país que cuenta con la cuarta parte de la humanidad, puede representar el despegue de la investigación mate-