

FUTURO

FÍSICA ► ESTADO SÓLIDO

Avance hacia el ordenador cuántico

S SERRANO Barcelona
"Por primera vez ha sido detectado en un experimento, de forma no ambigua y con el 100% de seguridad, el efecto túnel en el *spin* de moléculas". Con esta rotundidad valora Eugene Chudnovsky, un destacado físico teórico, el trabajo realizado con un nuevo material magnético por el español Javier Tejada, de la Universidad de Barcelona, en colaboración con Jonathan Friedman y Miriam Sarachik, de la City University de Nueva York, publicado el mes pasado en la revista *Physical Review Letters*. Este hallazgo experimental supone un notable avance hacia el diseño del ordenador cuántico, según subraya Chudnovsky.

Para tratar de confirmar las teorías de Chudnovsky y Leon Gunther sobre la posibilidad de detectar a temperaturas próximas al cero absoluto la inversión súbita de polaridad (*spin*) de minúsculos imanes por un efecto meramente cuántico, Tejada ha trabajado en los últimos cinco años con numerosos materiales magnéticos.

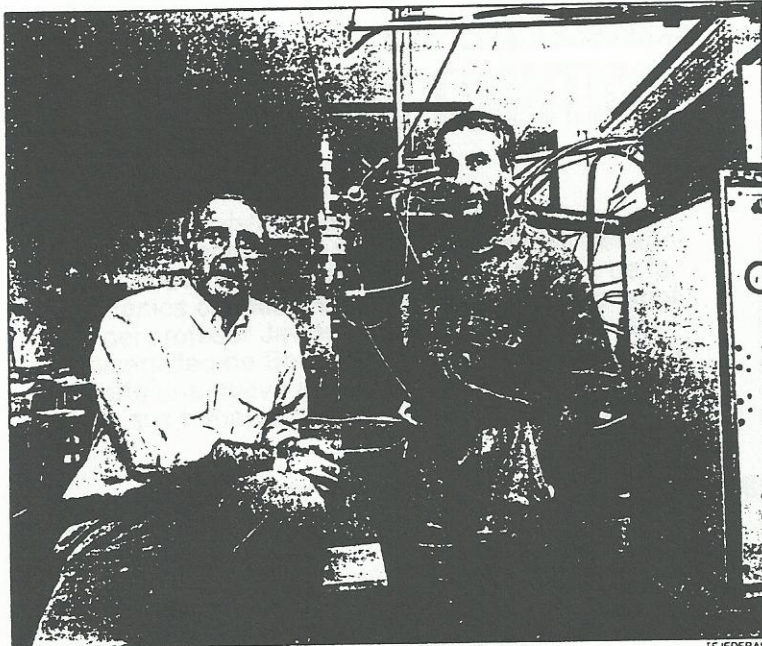
Con muchos de ellos logra una aproximación sólida al fenómeno al detectar que por debajo de los tres grados kelvin (unos 270 grados bajo cero) la relajación magnética de las partículas estudiadas se estabiliza en lugar de tender a cero, lo que se interpreta como producto de inversiones de polaridad espontáneas meramente cuánticas, dado que en un medio tan frío no queda suficiente energía para propiciar esa inversión de forma convencional.

El efecto túnel

Esas inversiones son producto del efecto túnel. Porque de la misma manera que en determinadas condiciones un electrón puede escapar de una hipotética caja de firmes paredes como si hiciera un túnel a través de ellas, también una partícula puede invertir súbitamente su *spin* sin un aporte extra de energía. El hipotético túnel se tiene en este último caso entre dos valles de baja energía, por debajo de la montaña de alta energía que los separa. Estos sorprendentes fenómenos, descritos por la física cuántica, se producen en el ámbito de lo muy pequeño (partículas, átomos y moléculas) y raramente se hacen perceptibles en el mundo real que son capaces de captar los sentidos del hombre.

Mediante los experimentos hechos a partir de 1990 sobre cambios en la relación magnética de diversos materiales ya se puso de manifiesto a un nivel macroscópico observable el fenómeno cuántico de la inversión espontánea del *spin*. El paso dado ahora es que se observa directamente esta inversión, se aprecia en directo el efecto túnel. "Es un clarísimo y bello efecto", comenta Chudnovsky. "Por primera vez en la historia se observan saltos en la magnetización", agrega.

Esto ha sido posible porque, mientras que antes se había trabajado con partículas de miles o decenas de miles de átomos,



Eugene Chudnovsky (de pie) y Javier Tejada, en el laboratorio del segundo, en la Universidad de Barcelona.

"El material es ideal para jugar"

El acetato de manganeso, el material con el que se ha conseguido detectar el efecto túnel en el *spin* de sus moléculas, es un material sintetizado a finales de los setenta que apareció por primera vez en una publicación científica de 1980. Es, por tanto, un material relativamente nuevo, del que muchas de sus propiedades están aún por explorar. Pero las que

ya se conocen lo convierten para los investigadores en magnetismo en un producto magnífico. "Este material es ideal para jugar", asegura con entusiasmo Javier Tejada.

Por el momento se ha convertido en el primer candidato para conformar el *hardware* de un eventual ordenador cuántico. Y tanto Tejada como Chudnovsky lo consideran un exce-

lente candidato para otros dispositivos que aprovechen sus propiedades magnéticas.

Los cristales con que fueron efectuados los primeros experimentos los preparó Ron Ziolo, un investigador de Xerox Corporation, en Nueva York, pero, en la actualidad, el grupo de Tejada —del que forman parte los investigadores de la Universidad de Barcelona (UB)

Xixiang Zhang y Joan Manuel Hernández— dispone ya de un monocristal de acetato de manganeso preparado por Joan Ribas, otro investigador de la UB.

Las mediciones del experimento se efectuaron básicamente en Barcelona y Nueva York, pero también colaboró el equipo de Juan Barolomé, del Instituto de Materiales del CSIC, en Zaragoza.

que no podían ser idénticas, en esta ocasión se ha trabajado con cristales —de un acetato de manganeso— en los que se sabe que las moléculas son idénticas, e incluso la orientación en el espacio es la misma dentro del mismo cristal. Al ser todas las moléculas iguales, se puede medir de forma macroscópica el salto cuántico porque afecta a muchas de ellas a la vez.

La constatación del efecto túnel en el *spin* de estas moléculas de acetato de manganeso supone "un apoyo a la investigación teórica del ordenador cuántico", dice Chudnovsky. "En principio, estas moléculas magnéticas podrían ser los elementos del ordenador cuántico. Aunque ahora todavía no, con ellas se podría desarrollar el *hardware* del ordenador".

Tejada destaca lo que supone reducir la unidad de memoria al nivel molecular, un tamaño inimaginable con la tecnología actual de ordenadores. Y haciendo gala de un gran optimismo, no descarta localizar alguna molécula que reúna las propiedades del acetato de

manganeso estudiado y tenga un tamaño todavía menor. La molécula de este acetato está formada por 148 átomos.

La gran ventaja que puede aportar el ordenador cuántico es una gran rapidez en determinadas operaciones, destaca Chudnovsky. "Los matemáticos tienen formulados algunos teoremas que no pueden resolverse con los ordenadores actuales y precisan más rapidez de cómputo", agrega. En teoría, esa mayor velocidad la puede lograr el ordenador cuántico, por ejemplo, en la factorización de números, una operación prácticamente intratable cuando el número supera una determinada longitud.

Mayor rapidez

Esa mayor rapidez se consigue en la teoría, según señala Chudnovsky, porque entre el estado inicial de la memoria (en que el *spin* de cada átomo está polarizado en sentido positivo o negativo) y el resultado de la operación (donde otra vez cada molécula muestra un *spin* preci-

so), "toda la computación intermedia se produce en el ámbito cuántico, donde el sí y el no se confunden en cada átomo", explica.

Este futuro ordenador cuántico tiene el inconveniente de que debe funcionar a temperaturas muy próximas al cero absoluto, situado a 273 grados centígrados bajo cero, lo cual hace necesario que todo su *hardware* esté sumergido en el ahora nada barato helio líquido que deberá mantenerlo a uno o dos grados kelvin. Tejada admite que los problemas de ingeniería que presenta son notables, pero rechaza que el uso de helio líquido tenga necesariamente que encarecerlo hasta hacerlo inviable. "Ahora se pierde mucha energía por puro calentamiento de los componentes del ordenador, que tienden a dilapidarse en el ordenador cuántico", señala.

Tejada, que ha trabajado como profesor visitante en universidades de Europa y de EE UU, ha sido investido doctor *Honoris Causa* en la City University de Nueva York.

MOLECULAS

► Galaxia rara

Investigadores del Instituto de Astrofísica de Canarias han descubierto que en la galaxia espiral NGC 7331 el bulbo gira en sentido contrario a su disco, lo que contradice la idea que se tenía acerca de la cinemática interior de una galaxia. La explicación más plausible es que los dos componentes de esta galaxia se formaron de la fusión de dos galaxias anteriores.

► Ciencias humanas

Uno de los desafíos para la próxima década en I+D lo constituye el impulso y estructuración de la actividad investigadora en los ámbitos de las ciencias humanas y las ciencias jurídicas sociales, en opinión de la ministra de Cultura y Educación, Esperanza Aguirre, en su comparecencia ayer ante el Parlamento.

► Nuevo primate

Una nueva especie de mono ha sido descubierta en Brasil. Es la quinta especie descubierta desde 1990 y no será probablemente la última, en opinión del primatólogo Russell Mittermeier. El pequeño mono ha recibido el nombre científico de *Callithrix jacchus* y es descrito en la revista brasileña *Goeldiana*. Los primeros ejemplares fueron descubiertos en el área amazónica entre los ríos Madeira y Tapajos. — NYT

► El cometa Hyakutake

El descubrimiento de un cometa de grandes proporciones, el cometa Hyakutake ha sido una gran sorpresa para los científicos. Michael Mumma, del Centro Espacial Goddard, autor del descubrimiento, sugiere que puede haber dos tipos de cometa formados en condiciones y lugares distintos. Hasta ahora se creía que los cometas procedían de los primeros tiempos de la formación del sistema solar y que han mantenido congelados el límite exterior. — NYT

► Aceleradores

Los aceleradores de partículas están convirtiendo en excelentes herramientas de trabajo para cirugía cardiovascular, ha dicho Sergio Fazzari, de la Universidad de Roma, en una conferencia europea celebrada en Ginebra. Algunas operaciones de riesgo de alto riesgo precisan yectar en las arterias de los cientos sustancias para facilitar el trabajo de los médicos y los aceleradores se consiguen introducirlos con menor riesgo para el paciente. — NYT

► Gravitación

Un trabajo sobre fenómenos gravitatorios críticos reportado por los físicos Juan Pérez del Real y David Hochberg ha dado uno de los cinco premios anuales otorgados por la Research Foundation of the University of the State of New York. El artículo trata de las galaxias se comportan como un sistema físico que experimenta una transición de fase.

► Células madre

Investigadores estadounidenses han conseguido con éxito generar células madre o precursoras y devolverlas a la vida en ratones. Los resultados se generaron no solo en células madre sino en células madre.