

NOTICIAS Y NOVEDADES

SUPERCONDUCTIVIDAD VISTA A ALTAS TEMPERATURAS

Ron Dagani*

En el curso de unos cuantos meses, grupos de investigadores han establecido la temperatura récord para la superconductividad de los compuestos inorgánicos de 23.2°K a 52.2°K.

Por más de una década se luchó en vano por incrementar la temperatura a la cual se podía observar superconductividad en materiales inorgánicos. El año pasado, la marca largamente establecida fue superada finalmente, descubriéndose un velo a progresos aún más dramáticos.

En las últimas semanas los grupos de investigadores en el tema han estado tratando de establecer nuevas marcas en la superconductividad de altas temperaturas.

La marca previa fue establecida en 1973 con una aleación de niobio-germanio (Nb_3Ge), la cual alcanzó superconducción a 23.2°K. Por años, investigadores experimentaron infructuosamente con materiales similares, tratando de encontrar uno con alta temperatura de transición; esto es, la temperatura a la cual un material pierde to-

da resistencia al flujo de la electricidad y se transforma en superconductor.

El verano pasado la brecha se abrió cuando J. George Bednorz y K. Alex Müller, del Laboratorio de Investigación de IBM de Zürich, en Suiza, reportaron posible superconductividad cerca de los 30°K en una mezcla de lantano-bario-óxidos de cobre. Su reporte publicado en la revista *Zeitschrift für Physik B* (64, 189, 1986), despertó intensa actividad entre los físicos y los científicos en materiales de todo el mundo.

Así, unas semanas después los resultados de esa actividad irrumpieron la vida pública en rápida sucesión. Dos grupos de investigación, uno en AT&T Laboratorios Bell, en Murray Hill, N.J. y otro en la Universidad de Houston, anunciaron independientemente que habían logrado temperaturas de transición de 36°K a 40.2°K en materiales relacionados con óxido de cobre.

Pronto el equipo de investigadores del Instituto de Física de la Academia de Ciencias de China, en Beijing, comunicaron una temperatura de transición aún más alta, 48.6°K. Antes de que los físicos tomaran un respiro, el grupo de Houston superó al chino, estableciendo otra marca a 52.5°K.

A la luz del vertiginoso paso de estos avances, los científicos dicen estar optimistas de que la superconductividad de compuestos inorgánicos pronto sea extendida a tem-

peraturas aún más altas. "Este año promete ser muy excitante", comenta un investigador.

La hazaña de lograr temperaturas de transición elevadas no solamente es un inmenso desafío intelectual, sino podría ser una gran dicha para la tecnología. Desde su descubrimiento en 1911, la superconductividad ha sido considerada un fenómeno de bajas temperaturas. Ha sido accesible solamente con poderosos enfriadores de helio líquido, el cual ebulle a 4°K, o refrigeradores de laboratorio de ciclo cerrado que bajan la temperatura hasta 10°K o 12°K. Pero si la superconductividad pudiera ser lograda, por decir a la temperatura del nitrógeno líquido (77°K) o más, sería menos caro y más accesible para los investigadores e igualmente para los científicos que desarrollan tecnología. A esas altas temperaturas se da menos transmisión de potencia, se obtendrían motores eléctricos más eficientes, electromagnetos enormemente poderosos, y las supercomputadoras podrían ser más accesibles, afirman los científicos.

La brecha de Bednorz y Müller se marca al observar la superconductividad a altas temperaturas en materiales que contienen bario, lantano, cobre y oxígeno. Su material inicial Ba-La-CuO fue una mezcla de muchos compuestos, no todos eran necesariamente superconductores. No obstante los investigadores de la IBM midieron un claro descenso en la resistencia eléc-

* Tomado de *C&EN*, febrero 2, p. 29.

trica de una muestra a una temperatura aproximada de 30°K. Esto indicaba la superconductividad, pero no era una conclusión definitiva.

La decisión llegó cuando S. Tanaka y colaboradores, en la Universidad de Tokyo, aislaron el compuesto Ba-La-CuO que actualmente es superconductor y realizaron las mediciones definitivas sobre él. Bañaron la muestra en un campo magnético, y cuando el material logró la superconducción a una temperatura de 28°K, le retiraron las líneas de fuerza magnética. La composición de este material resultó $\text{La}_{1.85}\text{Ba}_{1.5}\text{CuO}_{4-y}$, en el cual "y" es indeterminado por lo general.

Cuando investigadores en los Laboratorios Bell enfocaron su atención a este material, decidieron hacer una pequeña, pero crucial modificación. El material identificado por el grupo de Tokyo es básicamente LaCuO_4 en el cual algunos átomos de Lantano en la malla cristalina han sido reemplazados por grandes átomos de bario. El grupo de Laboratorios Bell, formado por Robert J. Cava, Eduard A. Rietman, Robert B. Van Dover y Bertram Batlogg, razonaron que "comprimiendo" químicamente la malla, podían ser capaces de elevar la temperatura de transición del superconductor (usualmente conocida como temperatura crítica y denotada por los físicos como Tc). Complementaron esta compresión química reemplazando los átomos de bario por átomos de estroncio, los cuales tienen un radio iónico más pequeño.

El resultado fue el material, $\text{La}_{1.85}\text{Sr}_{1.5}\text{CuO}_{4-y}$, que mostró superconductividad a 10°K y fue completamente superconductor a 36°K (*Phys. Rev. Lett.*, 58,408, 1987).

Similares resultados se obtuvieron en la Universidad de Houston por el físico Paul C.W. Chu y sus colaboradores.

El grupo de Chu también demostró que la Tc puede obligarse a incrementar por compresión física de los materiales La-Ba-CuO. Por ejemplo encontraron que la temperatura Tc establecida para $\text{La}_{0.8}\text{Ba}_{0.2}\text{CuO}_{3.5}$, puede cambiarse de 32°K a 40.2 aplicando 13 Kbars de presión (*Phys. Rev. Lett.* 58,405,2987).

Concediendo mucho tiempo al establecimiento de la composición del mismo material básico, Chu y sus colaboradores Pei-heng Hor, Ru-Ling Meng, Li Gao y Zhi-juan Huang pudieron incrementar la Tc aún más. El compuesto $(\text{La}_{0.9}\text{Ba}_{0.1})_2\text{CuO}_{4-y}$, cuando fue sometido a una presión de 12 Kbar, se hizo superconductor a 25°K (*Science*, 235,567,1987) y la resistencia cero en este material se alcanzó a 25°K. Similarmente, el equipo de Laboratorios Bell formuló un material de La-Sr-CuO que se transforma en superconductor a 52°K y totalmente a 26.5 a presión atmosférica.

Los resultados del grupo de Beijing son descritos en un artículo aún por publicarse por Zhongxian Zhao y sus colegas. De acuerdo a una reimpresión que ha estado circulando en algunos laboratorios de física en Estados Unidos, los inves-

tigadores chinos lograron establecer su más alta Tc de 48.6°K a presión atmosférica, en un material de composición $\text{La}_{4.5}\text{Sr}_{0.5}\text{Cu}_5\text{O}_{5(3-y)}$. Sus muestras, sin embargo, parecen ser inestables ya que con frecuencia las mediciones no pueden ser reproducidas.

Los científicos aún no entienden claramente la naturaleza de la superconductividad en tales óxidos metálicos. Los investigadores de Laboratorios Bell piensan que la superconductividad se está viendo como una propiedad de volumen de los materiales. Pero la superconductividad vista en el material presurizado LaBa-CuO de Chu, se afirma que no es un fenómeno de volumen y aquí hay algunas interrogantes, tales como: en qué parte de la muestra se origina. El grupo de Chu ha propuesto que la superconductividad puede estar asociada con fase particular del material o con la interfase de dos fases diferentes.

Lo que sí está claro, es que las propiedades eléctricas de estos materiales no solamente dependen de su composición, sino también de las condiciones de su preparación. Simplemente cambiando la atmósfera en la cual un material es calentado puede conducir a una "dramática diferencia" en sus propiedades, de acuerdo con los científicos de Laboratorios Bell. Los grupos de Lab. Bell y Houston preparan sus materiales mezclando óxido o hidróxido de lantano, óxido de cobre (II) y carbonato de bario o estroncio y calentando la mezcla en aire de 900° a 1000°C. El material es posteriormente compri-

mido en forma de pastillas que serán tratadas con calor de acuerdo a diferentes protocolos.

Aunque estos materiales son preparados usando técnicas de cerámica, los científicos no están limitados por tales métodos de fabricación. Puede ser posible por ejemplo, afirma Chu, hacer crecer cristales sencillos o producir películas finas de estos materiales.

Ambos grupos de Houston y Beijing hacen notar que han visto fugaces indicaciones de superconductividad en esos materiales aún a temperaturas tan altas cercanas a los 70°K. Pero aún están lejos de ser capaces de reproducir esos intrigantes descubrimientos.

Sin embargo la racha de nuevos descubrimientos ha hecho a los científicos más optimistas y confiados en la realización de posteriores progresos, siempre y cuando se logren los 70°K. No lo sabemos aún, nos comenta Chu, "pero ciertamente la Tc está avanzando hacia arriba rápidamente". Praveen Chandhari, vicepresidente de la división de investigación de IBM para la ciencia, aventura que las probabilidades de lograr la superconductividad en el rango de temperatura del nitrógeno líquido son "muy buenas".

Desafortunadamente, los intentos de los científicos por elevar un poco la Tc aún están basados en la experimentación de prueba y error. Pueden entender el origen de la superconductividad, dice Chandhari, pero no saben cómo trasladar el entendimiento en una estrategia para diseñar materiales superconductores con las propiedades desea-

das. "Tendremos que experimentar con nuevos materiales y descubrir relaciones empíricas antes de que podamos identificar la clase correcta de materiales", afirma Chandhari.

Nadie puede decir desde ahora qué tan rápido será el progreso, pero lo más importante dice Chu, es que los científicos han roto "la barrera psicológica" de los 23.2°K desde 1973.

NUEVOS SEMINARIOS DE LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS DE ESTADOS UNIDOS

Casi un centenar de los principales investigadores en los campos de capa fina y superconductividad se reunieron en Washington, D.C., durante la última semana en una nueva serie de seminarios sobre investigación en los avances de la ciencia, tecnología e ingeniería que organizó la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos.

El seminario intentó ser prototipo del nuevo programa de la Academia. Esto es, un foro para los "mejores y más brillantes" investigadores que les permita un rápido intercambio de campos para discutir sus nuevas ideas y técnicas.

A través de estos seminarios la Academia podrá atraer científicos de campos de investigación importantes, reunirlos en Washington "para discutir de manera íntima lo que está pasando en sus laborato-

rios", explica Frank Press, presidente de la ANC, y principal impulsor de estos seminarios. "Deseamos incluir gente de campos relacionados. . . para ver si algo podría cuajarse, si pudieran regresar a sus laboratorios con nuevas ideas para sus experimentos", agrega Press.

Atraer expertos de todo el mundo a Washington, tiene otra ventaja, puntualiza Press: "Muchas de las decisiones acerca de la apropiación de fuerzas (para la investigación científica) se hacen aquí", y sugiere que al contar con múltiples avances en investigación científica, la Academia puede ayudar a la gente que decide cómo distribuir los recursos que mantienen actualizados los avances científicos.

El seminario de la última semana clausuró la serie de un impresionante inicio. Organizados por los físicos John A. Eastman, del Centro de Investigación Waston de IBM, y el profesor de Química George M. Whitesides de la Universidad de Harvard, el seminario se enfocó a siete áreas de la investigación en capa fina, interfaces y superconductividad, con ponentes de reputación mundial en sus campos por cada dos o tres tópicos. El principal ponente en la sesión de rastreo con microscopio de túnel, por ejemplo, fue Heinrich Rohrer, de IBM en Zürich, Suiza. La sesión sobre el efecto Hall del cuanto fue conducido por Horst L. Störner, de Laboratorios Bell, AT&T, miembro del grupo de investigadores que observara el fenómeno por primera vez en 1982.

Pero fue en el campo de la su-

perconductividad de altas temperaturas en donde el seminario demostró, asimismo, mucha claridad para ser un foro de intercambio de información en nuevos tópicos. Este campo ha estado en alboroto desde el último verano cuando un equipo de investigación en IBM de Zürich sugirió que una nueva clase de materiales —óxidos metálicos mezclados conteniendo cobre, lantano y algunos otros materiales metálicos— se tornan superconductores a substancialmente altas temperaturas y que el fenómeno ha sido ya visto en otros materiales de esa clase. Desde diciembre pasado se ha publicado, hasta tres veces por semana, la obtención de nuevas marcas en la temperatura de transición de la superconducción en esos materiales (*C&EN*, febrero 2, 1987, p. 29).

En el seminario final de la ANC, el último ponente fue K. Alex Müller, jefe del grupo de IBM de Zürich, cuyo trabajo inició la actual revuelta en los materiales superconductores. Fue seguido por Paul C.W. Chu, jefe de un grupo de científicos en materiales de la Universidad de Houston, cuyos materiales han establecido muchas de las nuevas marcas. Las pláticas formales de Müller y Chu fueron seguidas por ocho o diez exposiciones informales de los miembros de la Academia, quienes mostraron una o dos transparencias cada uno y describieron sus últimos trabajos con materiales superconductores.

La Academia intenta ser anfitrión de cuatro de estos seminarios por año. El vicepresidente de la Academia, James D. Ebert enca-

bejará los esfuerzos, auxiliado por un comité de distinguidos científicos. Para el resto de 1987, la ANC buscará financiamiento para las series de seminarios y Press espera que participe el sector privado. (Tomado de *C&EN*, marzo 30, p. 41, 1987).

UN MEXICANO ENTRE LOS MEJORES MICROBIOLOGOS DEL MUNDO

En una nota de Arturo García Hernández se informa de la creación del primer museo de microbiología en el mundo, que será coordinado por un Comité Directivo Internacional, integrado por "20 de los mejores microbiólogos del planeta", entre los que se cuenta el joven científico mexicano Antonio Lazcano-Araujo.

Transcribimos parte de la entrevista, donde el especialista mexicano informa sobre la utilidad de este museo impulsado por la Universidad de Boston, Estados Unidos:

Antonio Lazcano, especialista en el origen y evolución de la vida y profesor de la Escuela Nacional Ciencias Biológicas del IPN, dice que otro de los puntos sobre los que se dará información en el museo es la utilización de microorganismos para la guerra: "Han sido utilizados como una herramienta bélica, pero por muy avanzado que esté el conocimiento sobre los mecanismos moleculares de la herencia, no es posible pensar

que se pueda crear un virus en laboratorio... Un museo ayudará a desmitificar todo esto y a ponerlo en su proporción real.

En un museo no se puede ver un microorganismo —hongo, bacteria o virus— de una manera individual pero sí en colonias, o se les puede conocer a través de sus efectos; es decir, enfermedades, o su participación en la generación de oxígeno, el cual es producido, fundamentalmente, por miles de millones de microorganismos que existen en la superficie del mar; o su utilidad en la producción de alimentos y bebidas: cervezas, queso, yoghurt. (*La Jornada*, 1/6/87)

UN ADUCTO MUESTRA CONDUCTIVIDAD IONICA DE ALTO RIESGO

Se ha observado que un aducto, 1:4 molar de Yoduro de litio y metanol, exhibe la más alta conductividad iónica que hasta ahora se haya observado a temperatura ambiente (*Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 25, 1087, 1986). Una muestra policristalina del compuesto $(Li(CH_3OH)_4)^+I^-$ dio una conductividad puramente iónica de $2.7 \times 10^{-3} \text{ (ohm-cm)}^{-1}$, de acuerdo a los investigadores de Alemania Federal, Albrecht Rabenau y Werner Wepper, del Instituto Max Planck de Investigación del Estado Sólido en Stuttgart y Wilfried Welzel y Rüdiger Kniep, de la Universidad

de Düsseldorf. Este descubrimiento podría mejorar las perspectivas del desarrollo de celdas galvánicas del estado sólido. Celdas de litio que contienen conductores sólidos iónicos ya están siendo usadas en baterías de marcapasos, por ejemplo. Anteriormente, sólo había sido descubierto el Li_3N , que exhibe una excepcionalmente alta conductividad a temperatura ambiente. Sin embargo el uso de Li_3N , está limitado por una descomposición de bajo voltaje, que los investigadores anotan. (*C&EN*, febrero 2, p. 28, 1987).

UN MICROSCOPIO MANIPULA ÁTOMOS SOBRE UNA SUPERFICIE

Al estudiar las superficies de cristales de germanio con un microscopio de túnel de rastreo, los investigadores tropezaron con una manera de manipular algunos átomos seleccionados para tales superficies. El microscopio produce señales de átomos superficiales registrándolos por medio de una pequeña corriente eléctrica que fluye entre la superficie y la punta de una aguja de tungsteno que se mueve sobre la superficie lejos de la banda del átomo. R.S. Becker, J.A. Golovchenko y B.S. Swartsentruber de AT&T Laboratorios Bell en Murray Hill, N.J., descubrieron que incrementando el voltaje, aparentemente podían depositar un nuevo átomo en una "región previamente establecida de la superficie" (*Nature*, 325, 419, 1987). ¿De dónde vienen esos nuevos átomos? Los investiga-

dores piensan que son átomos de germanio que fueron "transferidos previamente" a la punta de tungsteno por contacto con la muestra. Estas manipulaciones no son completamente reproducibles, así la velocidad del éxito se mejora cuando la punta es llevada primero a un lugar lejanamente removido de la superficie y puesto en contacto íntimo con la misma, dicen los investigadores. Tal manipulación de átomos en fina escala puede un día permitir la fabricación de accesorios semiconductores aún más pequeños. (*C&EN*, febrero 2, p. 28, 1987).

NUEVOS VALORES PARA LAS CONSTANTES FUNDAMENTALES

Ahora se dispone de valores más exactos para las constantes fundamentales que se emplean en física y química. El Comité de Datos para la Ciencia y Tecnología (CODATA, Comité of Data for Science & Technology) en un nuevo reporte que presentó al Comité del Consejo Internacional de Agrupaciones Científicas, realizó la primera revisión de los datos que había presentado en 1973, en donde se establecía el primer conjunto de valores adoptados internacionalmente. Aunque se presentaran cambios en todos los valores recomendados en 1973, la mayoría incluye valores menores para la constante de Plank, la carga elemental y las masas del electrón y un incremento para el valor del número de Avo-

gadro, la constante de Faraday y la razón frecuencia-voltaje de Josephson. Lo más importante en el nuevo conjunto de valores, es que la incertidumbre es ahora típicamente menor en aproximadamente 10 veces. El boletín 63 del CODATA, "Ajuste de las constantes físicas fundamentales de 1986" puede adquirirse en Estados Unidos por un pago adelantado de 15 dólares en favor de Pergamon Press, Maxwell House, Fairview Park, Elmsford, N.Y. 10523. (*C&EN*, febrero 9, p. 22, 1987).

EU Y MEXICO FIRMAN UN PACTO CONTRA LA POLUCION

Estados Unidos y México han firmado un pacto contra la contaminación de aire extra fronteras, para regular las emisiones de dióxido de azufre de las fundidoras de cobre a lo largo de la frontera común. Bajo este acuerdo, México regulará para junio de 1988, las emisiones de SO_2 de su fundidora de Nacoziari, de tal forma que los niveles no excedan 0.065% por volumen durante cualquier periodo de 6 horas, hasta que los niveles de SO_2 no excedan de 0.13ppm en promedio en un lapso de 24 hr. Si se reabre la fundidora Phelps Dodge en Douglas, Arizona también tendrá que alcanzar el estándar de 0.065% como lo haría la fundidora mexicana en Cananea, si ésta expande su capacidad. El acuerdo fue firmado por el secretario de Estado George P. Shultz y el secretario de Rela-

ciones Exteriores Bernardo Sepúlveda. Esto forma parte del pacto de protección del medio ambiente firmado por México y EU en 1983. (CGEN febrero 9, p. 18, 1987).

LLUVIA DE ARAÑAS

Durante los periodos reproductivos de ciertas especies de arácnidos se puede llegar a observar el extraño fenómeno de lluvia de arañas. En algunas regiones llanas y cálidas, las arañitas de menos de 15 días de nacidas, elaboran una tela denominada *aerostato* que es impulsada por el viento hasta alturas de 5 mil metros y capaz de desplazarse cientos de kilómetros.

Aunque durante el viaje mueren muchas arañitas, la mayoría sobrevive, pues el aerostato es capaz de soportar las inclemencias del tiempo. Esto no es raro, se sabe de algunos hilos de araña como los de la *Nephila clavipes* que llegan a ser más resistentes que un hilo de acero de igual calibre. Otras especies pueden dejarse arrastrar varios kilómetros por las corrientes de aire, sujetas a un hilo que segrega interminablemente.

Si en alguna ocasión llegara a recibir un baño de arañas, el biólogo cubano Giraldo Alayón, estudioso de este tema, sugiere no alarmarse. En general las arañas son tímidas y mantienen buenas relaciones de convivencia con el hombre, a excepción quizás de la *Atrax robustus*, de Australia. En tierras de América se conocen sólo tres especies de arañas relativamente peligrosas para el humano: la

Latrodectus mactans, conocida como "viuda negra", que excepcionalmente podría llegar a producir la muerte; y la *Loxosceles cubana* y *Filistata hibernalis*, cuyas picaduras producen sólo lesiones cutáneas o fiebres. (Bohemia, Cuba, marzo, 1987).

IV ENCUENTRO NACIONAL DE ESTUDIANTES DE CIENCIAS FISICOMATEMATICAS

Teniendo como sede la Escuela de Ciencias Físico Matemáticas (ECFM) de la UAP, los días 28, 29 y 30 de abril se realizó el IV Encuentro Nacional de Estudiantes de Ciencias Físico Matemáticas. En el evento participaron más de 120 estudiantes provenientes de las universidades autónomas de Sinaloa (UAS), Nuevo León (UANL), Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Veracruzana (UV), y de nuestra propia UAP.

El objetivo central de estos encuentros es la realización de intercambios tanto académicos como políticos y culturales entre los estudiantes de las distintas escuelas de ciencias del país. En lo académico, en este año se presentaron alrededor de 17 trabajos, realizados por los propios estudiantes, abarcando prácticas de laboratorio, de enseñanza y de investigación. En relación a lo académico, el programa de actividades incluyó también tres conferencias magnas dictadas por científicos mexicanos invitados.

El ingeniero Luis Rivera Terrazas y el doctor Honorio Vera hablaron sobre "El Desarrollo Científico en México", los doctores Eduardo Cantoral y Rafael Baquero hablaron, respectivamente, sobre "La Computación Aplicada a la Física" y "Superconductividad a Temperatura Ambiente".

En el terreno político, se logró fortalecer el trabajo encaminado a la formación de una Organización Nacional de Estudiantes de Ciencias Físico Matemáticas (ONECFM). Los acuerdos, tomados en una asamblea plenaria con la concurrencia de todos los participantes, fueron:

- a) conformación de una Coordinadora, integrada por un representante de cada universidad;
- b) aprobación de las funciones de la Coordinadora; y
- c) aprobación de la publicación de un *Boletín Estudiantil*.

Las actividades culturales en este IV Encuentro se concretaron a la celebración de conciertos y a la realización de visitas al IFIESO, Departamento de Semiconductores, INAOE, y al planetario de la ciudad.

Por último, se recomendó la celebración de una reunión de la Coordinadora en el mes de mayo en la Facultad de Ciencias de la UNAM, con el propósito de planificar y organizar las actividades anuales de la ONECFM. Estas actividades estarán encaminadas también a la preparación del V Encuentro Nacional, el cual se ha pensado tenga como sede la Universidad Autónoma de Nuevo León.

(Miguel Angel León Chávez)