



# Superconductors: la lluita contra el termòmetre

**P**ossiblement força gent ha sentit parlar alguna vegada dels superconductors. Segurament que en els propers anys encara se'n parlarà molt més quan les investigacions que es porten a terme donin uns resultats que signifiquin, en un període més o menys breu de temps, una aplicació directa o indirecta en diversos camps científics i tecnològics. Així és força lògic pensar en la possibilitat que el fenomen de la superconductivitat estigui estretament lligat al nostre entorn i millori, en conseqüència, el nostre nivell de vida.

Però què és un superconductor? Una metàfora ens ajudarà a comprendre millor aquest fenomen. Imaginem una carretera qualsevol on la circulació de vehicles sigui particularment intensa, fins i tot ranejant en nivells d'embussament, talment com si es resistissin a avançar. Així és com es comporten els electrons (partícules de càrrega elèctrica negativa que conformen el corrent elèctric i són part indispensable de la matèria), quan circu-

**Trens que leviten sobre les vies, acumuladors d'energia que no tenen pèrdues i molts altres avenços seran possibles gràcies a uns materials anomenats superconductors.**

len per un conductor, anàlogament als vehicles quan circulen per una carretera. Si aquests últims es desplacen amb més fluïdesa, sense interrupcions, llavors es tractaria d'una situació comparable amb un superconductor.

Així, un material superconductor, el definim com aquell que no ofereix cap mena de resistència al pas de corrent elèctric i per tant no té pèrdues de calor, com succeeix en el cas d'un conductor. Malgrat tot, només a temperatures extremadament baixes la resistència desapareix completament. Aquest fenomen és degut a la intervenció de factors microscòpics força complexos i d'aquí la dificultat en el seu estudi i la seva aplicació posterior.

Assolir valors que s'apropin a la temperatura ambient, fet que contribuiria a estendre'n l'ús, és la tasca essencial dels científics que treballen en aquest camp. En els darrers mesos dos grups d'investigadors han afirmat que en algunes experiències havien obtingut

certs materials que presentaven efectes superconductors a temperatures molt elevades, però aquests resultats no han estat reproduïts posteriorment.

Una altra propietat típica d'aquests tipus de materials és de caire magnètic. Una certa mostra superconductora exposada en un camp magnètic més aviat dèbil té capacitat per expulsar les línies de camp i evita que entrin en el seu interior. Això ofereix unes conseqüències força sorprenents. Suposem que tenim un imant sobre la mostra anterior. A causa de l'expulsió del camp magnètic produït per l'imat, la mostra genera una força suficientment gran per vèncer el pes d'aquest últim, el qual acaba flotant per damunt del superconductor.

Aquest darrer fenomen rep el nom de levitació i és el fonament dels anomenats trens magnètics. En aquest cas el tren s'eleva lleugerament per sobre de la via. Això augmentaria considerablement la velocitat d'aquest mitjà de transport, ja que no experimentaria el fregament amb la via. Al Japó, per exemple, ja s'han obtingut resultats espectaculars: el tren assolía una velocitat de més de cinc-cents quilòmetres per hora. Amb aquest valor, per exemple, podríem viatjar de Barcelona a València en poc més de quaranta minuts. Hom ja creu que el tren esdevindrà un mitjà de locomoció cada vegada més important dins la nostra societat. Aquest fet anirà en perjudici, evidentment, d'altres mitjans mòbils, que tot i disposar també d'avantatges, no sembla que ofereixin globalment una perspectiva tan positiva, sobretot en rapidesa i en seguretat, com el futur tren magnètic.

### **Indústria i comunicació magnètiques.**

La superconductivitat tindria també nombroses aplicacions industrials, com l'emmagatzematge d'energia elèctrica i el transport d'electricitat, especialment indicades en el fet que els superconductors condueixen l'electricitat sense pèrdues de calor. En aquest últim cas seria útil substituir els fils de coure actuals per fils superconductors, que transportarien una quantitat d'electricitat molt superior i sense pèrdues d'energia. En aquest sentit, s'estan construint cables experimentals cada vegada més llargs i flexibles. La llargària màxima assolida fins ara és de 300 metres a una temperatura de  $-196^{\circ}\text{C}$ , però s'intenta construir fils que arribin al quilòmetre, a una temperatura de  $-163^{\circ}\text{C}$ , que transportarien una quantitat d'electricitat cinc vegades superior que els de coure. Malgrat tot, aquest camp evoluciona lentament, sobretot de la dificultat per tractar els materials ceràmics, obtenir-ne fils i mantenir-los a baixa temperatura.

## **Un fenomen amb vuitanta-quatre anys d'història**

La superconductivitat neix l'any 1911. Aquell any el físic holandès Heike Kammerlingh-Onnes va comprovar en una mostra de mercuri que la resistència elèctrica disminuïa amb la temperatura fins que desapareixia bruscament. És a dir, el mercuri arribava a un estat superconductor a una temperatura de  $-268.8^{\circ}\text{C}$ .

Posteriorment s'observà la superconductivitat en altres metalls i compostos, al mateix temps que pujava el valor de la temperatura en què es donava aquesta curiosa propietat.

Malgrat això, l'evolució en aquest camp avançà molt lentament en els anys que seguien al descobriment de Kammerlingh-Onnes. Així, fins al 1986 només s'havia arribat als  $-250^{\circ}\text{C}$ . La descoberta en aquest any de nous materials com els compostos ceràmics que assoleixen unes temperatures altes comparades amb les dels materials anteriors dona una nova perspectiva a aquest camp, fins llavors impregnat d'un cert desencís.



**Alex Muller.**

El material ceràmic causant d'aquest canvi anímic fou un compost de lantà, bari i òxid de coure sintetitzat al laboratori i que mostrà els seus efectes superconductors a una temperatura d'uns  $-233^{\circ}\text{C}$ . La importància de l'esdeveniment portà els seus descobridors, Georg Bednorz i Alex Muller a guanyar el Premi Nobel de física l'any 1987.

Lògicament, aquesta descoberta impulsà la recerca de nous materials que fossin superconductors a temperatures més altes.

De moment, hi ha compostos que són superconductors a uns  $-140^{\circ}\text{C}$ . Tot i altres anuncis fets per certs grups d'investigació científica, aquest sembla el valor més alt comprovat.

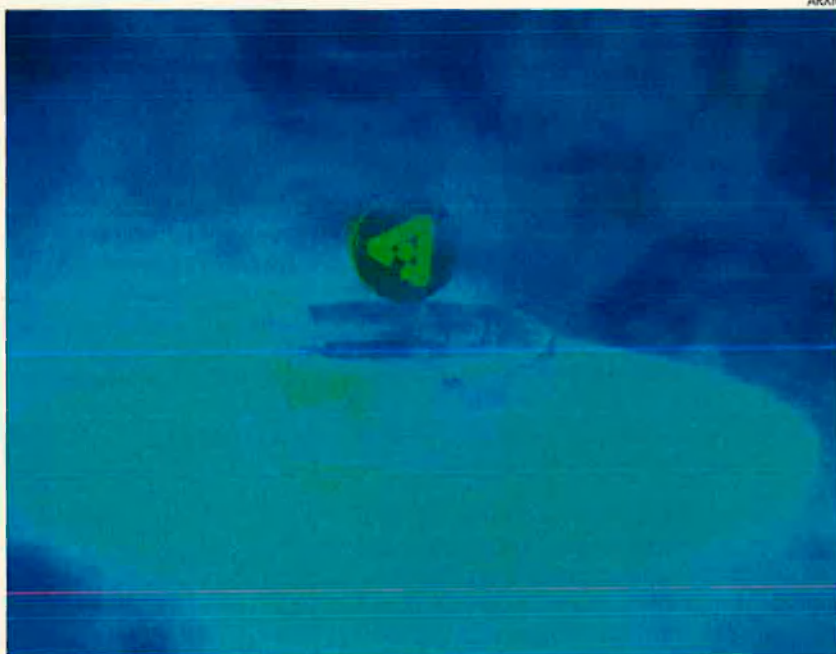
**D.S.**



**Georg Bednorz.**

Unes altres aplicacions fan referència als sistemes de comunicacions. Els dispositius basats en superconductors portaran a una major intensitat i a un millor tractament del senyal i evitaran a més la pèrdua d'electricitat. Un altre àmbit que milloraria espectacularment seria el de l'electrònica, sobretot aplicada als ordinadors. L'ús de materials superconductors faria augmentar la velocitat d'aquestes màquines i en reduiria considerablement el consum. Però sembla que no apareixeran productes d'electrònica digital fins al segle vinent, si és que arriben a sortir del laboratori, ja que la tecnologia basada en el silici ha demostrat sobradament la seva eficàcia. També s'utilitzarien aquests materials en aparells com els vídeos, cadenes d'alta fidelitat... Fixant-nos en aquestes darreres aplicacions sembla lògic pensar que la nostra vida quotidiana es pot veure força alterada d'aquí a uns anys amb la incorporació d'aquests materials en la majoria d'aparells domèstics.

El corrent que viatja en els superconductors és font d'intensos camps magnètics que s'aplicarien en sectors tan diversos com la medicina, les telecomunicacions, la física subatòmica... Així, amb les peces superconductores es fabricarien nous electroimants, que s'utilitzarien en els acceleradors de partícules -aparells que acceleren partícules subatòmi-



**La levitació és el fonament dels trens magnètics, que s'elevan lleugerament per sobre de la via. Aquests trens han assolit velocitats de més cinc-cents quilòmetres per hora.**

ques i les fan xocar entre elles. Però per a mantenir accelerades les partícules en una trajectòria circular calen electroimants potents, que tenen un consum elèctric molt elevat. Els nous electroimants contribuirien, doncs, a la producció de camps magnètics més intensos i a un estalvi energètic important.

La superconductivitat interviendria també en la producció d'energia per fusió nuclear, procés que encara està en fase experimental. Gràcies a aquesta nova tecnologia, el seu ús, analitzant els pros i els contres, pot ésser una autèntica realitat. Un altre aspecte a assenyalar és l'extraordinària sensibilitat que ofereixen uns aparells, basats en superconductors, en la detecció de camps magnètics que tindrien interessants i diverses aplicacions: detectar defectes en estructures mecàniques sense tocar-les i detecció de senyals sensibles electromagnètics procedents del cor i del cervell. Aquesta nova tècnica de diagnosi no invasora significaria un gran avenç per la medicina.

L'únic aspecte realment negatiu que comporta l'ús dels superconductors és la seva possible aplicació al camp militar. De fet ja s'han experimentat alguns aparells de rastreig militar basats en aquests materials. Una vegada més els governs s'han aprofitat de les possibilitats que ofereix la ciència per continuar construint armament cada vegada més sofisticat. Però els científics continuaran treballant perquè es faci un bon ús de les seves aplicacions. En el cas dels superconductors serà necessari trobar materials a temperatura ambient que facin més senzilla la seva utilització. Una utilització que, probablement, canviarà força el nostre estil de vida en un futur no massa llunyà.

**David Serrador**

## Bellaterra obté un superconductor competitiu

Una de les ceràmiques conductores que conserva les seves propietats a temperatura relativament alta s'ha obtingut a l'Institut de Ciències de Materials de Barcelona (ICMAB), a Bellaterra. Aquesta ceràmica és superconductora a 92 kelvin, és a dir, -181°C. Aquesta temperatura ja permet utilitzar un sistema refrigerant amb nitrogen líquid, de cost i característiques tècniques assequibles. El desenvolupament d'aquest material s'emmarca en un projecte finançat per la Unió Europea, en què hi participen investigadors francesos i alemanys. Dintre d'aquest projecte, es desenvolupa un acumulador d'energia basat en la ceràmica obtinguda. Aquest acumulador consistiria en una superfície superconductora i una roda amb imants. Per l'efecte de repulsió magnètica que s'explica en el text, la roda quedaria suspesa. En arribar-hi electricitat, la roda giraria sense fregament i, per tant, l'electricitat s'acumularia sense pèrdues d'energia.

Probablement l'any vinent, acabat el projecte, l'acumulador podria instal·lar-se a la indústria. Tot i així, cap empresa del país s'hi havia interessat fins que l'aparició d'un article a la premsa va donar a conèixer el tema. El desenvolupament del dispositiu per part d'una empresa catalana permetria que els beneficis econòmics es quedessin al nostre país. El contrari indicaria que no sols gastem *royalties* per importar tecnologia, sinó que quan els nostres investigadors obtenen bons resultats aquí no els sabem aprofitar. Tot i els missatges sobre competitivitat i sobre innovació que se solen donar quan es parla dels problemes de la indústria i de l'economia.

**Xavier Duran**