

Detrás de cada material hay un químico que lo ha estudiado

José M^a González Calbet dirige un grupo de investigación que se dedica a la Ciencia de los Materiales, a medio camino entre la química y la física, que a lo largo de los últimos veinte años se han convertido en uno de los pocos equipos españoles expertos en el uso de la microscopía electrónica.



José M^a González Calbet

La química de los sólidos es una disciplina que surge ya avanzado el siglo XX y que, de alguna manera, es muy cercana a la física, de hecho, fueron los físicos de principios de siglo los que desarrollaron las tecnologías que hoy permiten a los químicos de sólidos realizar su trabajo. José María González Calbet dirige un grupo de investigación que se dedica al estudio de materiales. El grupo, de aproximadamente quince personas, ha conseguido mantenerse estable desde los años ochenta, hecho bastante infrecuente entre los grupos de investigación españoles.

Isabel Gayol Menéndez

El trabajo de González Calbet se enmarca dentro de la Química Inorgánica, que estudia todos los elementos y compuestos del sistema periódico, a excepción del carbono y sus derivados, cuyo estudio pertenece a la Química Orgánica. El grupo de investigación de Calbet estudia materiales inorgánicos, dentro de lo que se denomina Ciencia de los Materiales, una disciplina pluridisciplinar donde encuentran su lugar desde químicos y físicos hasta médicos o ingenieros, dependiendo del tipo de materiales que se investiguen.

Los químicos se situarían en la primera fase del proceso, ya que son los encargados de preparar el material con una determinada estructura, es decir, de distribuir los átomos de una manera concreta para conseguir unas propiedades específicas. Más tarde, esas propiedades pasan a ser analizadas por físicos y una vez estudiado el comportamiento de dicho material los ingenieros lo ponen a punto para que sea útil en la sociedad.

Fundamentalmente, González Calbet y su equipo intentan entender y establecer las relaciones que hay entre la estructura y las propiedades de los materiales, concretamente las de los óxidos mixtos. Si las propiedades de los materiales dependen de la estructura, es decir, de cómo estén ordenados sus átomos, y la estructura, a su vez, depende de la composición química, la labor de los químicos sería controlar la composición para así controlar las propiedades y conseguir el efecto deseado. Los químicos especialistas en sólidos varían las composiciones para conseguir estructuras nuevas, que tengan propiedades distintas, consiguiendo así materiales nuevos o mejorar los ya existentes.

El equipo de investigación, además, se centra principalmente en el estudio de

materiales con propiedades eléctricas o magnéticas, y para ello es muy importante tener en cuenta el tamaño de partícula. Esto es lo que se ha venido denominando en los últimos años como nanotecnología, una ciencia que estudia el comportamiento de los materiales en tamaños y distancias muy pequeñas, y que ha permitido realizar importantes avances, imposibles hace tan sólo unas décadas. Se ha descubierto, por ejemplo, que la forma y el tamaño de los materiales tienen una importancia fundamental en las propiedades, sobre todo cuando el tamaño es de nanómetros o angstroms (Å), ya que muchas de las propiedades eléctricas y magnéticas varían en estos tamaños.



Hace unos veinte años era imposible estudiar materiales y distancias tan pequeñas, es más, era realmente difícil prepararlos, pero desde que se descubrieron los microscopios de efecto túnel o el de fuerzas, se abrió un nuevo campo en el estudio de los materiales. Al mismo tiempo aparecieron otras tecnologías que permitieron ver esas distancias: los microscopios electrónicos de alto voltaje, que son capaces de resolver distancias inferiores a los 2 Å.

“Si tienes un microscopio electrónico que es capaz de aumentar lo que estás viendo hasta tener una resolución que separa distancias entre puntos de 2 Å, es como si te pusieras unas gafas con unas lentes muy potentes que te permitieran ver desde la Tierra una pelota de ping-pong que estuviera en la superficie de la luna. Esa es la capacidad de aumento que posee un microscopio electrónico como los que usamos”, ilustra José M^a González Calbet.

En la nanociencia, la unidad de medida es el nanómetro, 10^{-9} veces más pequeño que un metro, y se suelen medir distancias inferiores a los 1000 angstroms. Gracias a la posibilidad de observar partículas de tamaños tan diminutos se ha comprobado que existen óxidos de metales que analizados en tamaños de partícula grandes no poseen un comportamiento magnético, pero sí lo tiene cuando el tamaño es de entre 50 y 60 angstroms.

La mayoría de las veces la materia está formada por átomos ordenados en forma de columnas y la distancia entre ellas se sitúa en torno a uno o dos angstroms. “Si tenemos un aparato que nos permite ver esas distancias, podemos entender lo que pasa, ver cómo están ordenados los átomos y cómo se puede provocar una reacción química que cambie esa disposición para variar el orden estructural y conseguir un comportamiento diferente”, explica José M^a González Calbet. El interés de este grupo de investigación radica en establecer la relación que hay entre la composición química, la estructura y las propiedades de los diferentes materiales que estudian.

Los átomos suelen estar ordenados de la misma manera, pero a veces se desordenan y aparecen defectos. Todos los sólidos tienen defectos, sino no serían estables. El sólido ideal o el orden perfecto no existen, además, desde las leyes de la termodinámica se puede explicar que el orden perfecto no sería estable, por lo que es necesaria la presencia de un defecto estructural que justifique la estabilidad de un sólido. En muchas ocasiones, esos defectos no se pueden apreciar porque se trata de defectos aislados, pero en otras ocasiones, desaparece un plano entero de átomos y con la microscopía electrónica se puede detectar y analizar. En la mayoría de las ocasiones, la presencia del defecto explica el comportamiento del sólido y



depende del efecto que se busque, a veces conviene generar estructuras con defectos, ya que la reactividad química es superior cuantos más defectos tenga un material.

Dentro de este gran marco general de estudio de óxidos mixtos con una composición y estructura controlada, González Calbet analiza también la influencia de la dimensionalidad de la estructura. Si se estudia un material cuya estructura es tridimensional, se le puede eliminar todo un plano y convertirlo en un sólido bidimensional o incluso en un sólido monodimensional, si se eliminan dos de los planos. Estos cambios provocan que el sólido posea unas propiedades distintas ya que se le está proporcionando a la estructura más espacio para que sus átomos se muevan y reaccionen. Esta dimensionalidad de las estructuras tiene una importancia vital a la hora de estudiar el comportamiento magnético y eléctrico de los sólidos. Una de las líneas de investigación del equipo de Calbet es comprobar la magnetorresistencia en los sólidos tridimensionales y el comportamiento magnético y eléctrico en los monodimensionales.

Además, el equipo trabaja también en una línea de investigación paralela, en la que no se estaría hablando de la preparación de materiales, sino del desarrollo de las técnicas, y es que el equipo que dirige González Calbet es experto en el manejo de la microscopía electrónica de muy alta resolución. Todos sus estudios de caracterización estructural se hacen a través de esta avanzada tecnología, de la que no hay muchos aparatos en nuestro país. Además, se trata de un caso peculiar, ya que la microscopía electrónica suele ser más utilizada por los físicos que por los químicos.

“Estamos continuamente rodeados de materiales inorgánicos que usamos continuamente y a veces la sociedad no se da cuenta de ello. Este es uno de los problemas que tenemos la comunidad científica, que no sabemos transmitir el papel que jugamos en la sociedad actual- afirma González Calbet- desde el aparato de radio que uno enciende por las mañanas hasta los frenos del autobús, el lector de las cajas del supermercado o los trenes de levitación que ya se están probando en Japón... todo, absolutamente todo está compuesto de diferentes materiales, con diversos componentes que han sido estudiados y mejorados en un laboratorio. Siempre hay un científico detrás de cada material que lo ha investigado y mejorado en un laboratorio”.

Proyectos realizados

José María González Calbet ha participado en importantes y muy diversos proyectos. Entre ellos podemos destacar:

- Magnetorresistencia gigante, propiedades eléctricas y superconductoras en óxidos derivados del tipo estructural perovskita.
- Magnetismo y superconductividad en superconductores electrónicos. Influencia de la estequiometría del oxígeno y microestructura.
- Microestructura, propiedades magnéticas y superconductoras en óxidos derivados del tipo estructural perovskita: policristales y lámina delgada.
- Mejora del método MOCVD para obtención de películas superconductoras de alta T_c .
- Obtención de películas superconductoras de alta T_c por el método MOCVD para aplicaciones de alta tecnología (SUPERMOCVD).

FICHA TÉCNICA

Centro: Departamento de Química Inorgánica I. Facultad de Ciencias Químicas.
Universidad Complutense de Madrid.

Investigador: José M^a González Calbet

Dirección: Ciudad Universitaria s/n
28040 Madrid (Spain)

Teléfono: 91 3944342

Fax: 91 3944352

Email: jgcalbet@quim.ucm.es

Página web: www.ucm.es/info/inorg1

Líneas de investigación: Relaciones entre la estructura, la composición y las propiedades en los óxidos mixtos. Influencia de la dimensionalidad de la estructura. Influencia del tamaño de partícula en las propiedades magnéticas y eléctricas de los materiales. Microscopía electrónica.