

**D**ENTRO del panorama científico mundial, la Cristalografía ha alcanzado en España una cota muy elevada.

Como somos un país tan especial, no es de extrañar que la característica más destacada de la Cristalografía, que es la **simetría**, «brille en España por su ausencia». No tenemos simetría geográfica, lingüística o de caracteres humanos. Aplicando las operaciones de simetría más sencillas, ejes, planos o centro, no es posible hacer coincidir aquellas características. La Coruña y Almería o Gerona y Huelva en nada son análogas mediante un giro de 180 grados alrededor de un eje que pase por Madrid. Lo mismo ocurre si doblamos un mapa de España a lo largo de las direcciones que unen Castellón y Valencia de Alcántara o Santander y Málaga. Se parte cada vez de una serie de particularidades que no se dan en los otros lugares.

El desarrollo de la Cristalografía se divide en dos grandes etapas. La macroscópica o formológica, que dura hasta el año 1912, y la microscópica o atómica, que se inicia en esa fecha y que constituye el punto de partida de la Física del Estado Sólido, que es, sin duda alguna, la que más acapara la atención de los científicos, la que tiene más devotos y a la que los países desarrollados miman con todo esmero, recortando al mínimo, aun en esta época de crisis, los presupuestos dedicados a proseguir la investigación en este campo.

Los cristales presentan al exterior una regularidad que llevó a suponer a los primeros observadores, los mineralogistas, que se originan por la repetición regular de pequeños bloques idénticos, de manera que cuando un cristal crece en un determinado medio su forma permanece inalterada a medida que se añaden más y más bloques. A partir de aquella fecha se sabe que tales bloques no son otra cosa que átomos o grupos de átomos. Así pues, un cristal consiste en una distribución periódica tridimensional de átomos dispuestos con perfecta regularidad. Resulta asombroso comprobar que esta idea ya fue concebida por los mineralogistas del siglo XVIII y sus continuadores del XIX, utilizando como únicas herramientas el goniómetro y el microscopio, forjando una imagen de la estructura cristalina, regida por leyes, que los cristalógrafos del siglo XX han confirmado con generosidad.

La citada fecha marca un hito en la historia de la Física. En efecto, el físico alemán Max von Laue comunicó a la Academia de Ciencias de Munich cómo el lanzamiento, en forma adecuada, de un fino haz de rayos X sobre un cristal es capaz de suministrar la información necesaria para conocer su estructura íntima. El fenómeno físico que se utiliza es el de la difracción, bien conocido de la Óptica. En la época a la que nos estamos refiriendo, Sommerfeld es el director del Instituto de Física Teórica y entre sus discípulos distinguidos estaba Laue. En el ambiente que por entonces reinaba en Munich eran, a veces, más importantes las «discusiones informales» que acontecían en el café Lutz, que las que tenían lugar en el propio Instituto. Los mármoles blancos de sus mesas contribuyeron mucho más al avance de la Física

## LA CRISTALOGRAFIA EN ESPAÑA

Por Luis BRU

que las pizarras de las aulas académicas. Puede asegurarse que fueron testigos de excepción de cálculos y diagramas que aclararon tantos puntos todavía oscuros en aquellos tiempos. Siempre recuerdo el impacto que me produjo paladear una cerveza en tan histórico lugar, obligada para los físicos que acudían a Munich.

El modelo atómico de los cristales abrió a los físicos una serie de ideas que la Humanidad ha sabido utilizar de forma conveniente. Sepan nuestros lectores que el conocimiento, por ejemplo, de la estructura íntima de la penicilina, la insulina, la vitamina B<sub>12</sub>, la hemoglobina y el ácido doxirribonucleico, tienen su origen en el café Lutz.

La estructura unitaria, cuya repetición en el espacio da lugar a un cristal, puede estar constituida en algunos metales como el cobre, plata, hierro y otros, por un solo átomo, pero más a menudo la unidad está integrada por varios átomos o moléculas que sobrepasan la cifra de 100 en los cristales inorgánicos y la de 10.000 en las proteínas.

Los iniciadores de la Cristalografía en España fueron los profesores Pardillo y Palacios, de las Universidades de Barcelona y Madrid, respectivamente. Pero es este último el que desarrolla, a partir de 1928, una ingente tarea, creando una escuela que sus discípulos hemos extendido después por toda España. Una figura, ya desaparecida para desgracia, surge de aquellos primeros tiempos: es la de Julio Garrido, bien conocida en el mundo entero y cuyo nombre se sigue pronunciando con singular respeto en la Sorbona y en todos los centros donde «se hace» Cristalografía. La altura que esta ciencia ha alcanzado en Argentina, Uruguay y Chile se debe, en gran parte, a la labor personal de Garrido.

A partir de 1942 la investigación científica empieza a hacerse radial en nuestro país, abandonando su centralismo clásico. Muy pronto en las Universidades de Sevilla y Barcelona se cuenta con equipos de rayos X, con los que se consigue determinar estructuras cristalinas y unirse al tren de la Cristalografía mundial. España empieza a estar presente en todos los Congresos internacionales de la especialidad, que se inician de nuevo nada más terminada la segunda guerra mundial.

Con objeto de conseguir un intercambio continuo de información sobre la materia que estamos tratando, se crea el Grupo Español de Cristalografía. En el simposio internacional que tiene lugar en Madrid en 1956 toman parte las figuras más destacadas del mundo entero de la Cristalografía. Es, creo, la primera vez que concurren cristalógrafos de más allá del telón de acero. En el Congreso que diez años después tuvo lugar en Moscú

participamos más de una veintena de españoles.

El Grupo Español de Cristalografía está presidido en la actualidad por el profesor de Investigación Severino García Blanco, que con Gutiérrez Ríos y conmigo lo constituimos hace veinticinco años. Celebra reuniones bienales en diversas ciudades españolas. La última acaba de tener lugar en Sitges, en el incomparable marco del palacio Mar y Cel, magnífico e histórico edificio que el Ayuntamiento se ha encargado de remozar. La organización perfecta, como es tradición en Cataluña, corrió a cargo del profesor Brioso, que se multiplicó para que todo estuviera siempre a punto y para que recordemos con nostalgia los días allí pasados. Entre los conferenciantes invitados figuraba el doctor Luis Roldán, uno de mis primeros alumnos de la etapa sevillana, al que le conseguí una beca del Ayuntamiento hispalense para trasladarse a Manchester. Su labor allí llamó tanto la atención que fue reclamado por la industria textil americana, donde trabaja desde entonces

ocupando un cargo de extrema responsabilidad. Nos deleité con una magnífica conferencia, en la que puso de relieve el papel fundamental que la Cristalografía juega en esa rama de la industria.

Durante muchos años sólo preocupaba conocer el edificio perfecto de los cristales, pero pronto se comprobó que sus propiedades están muy ligadas a la falta de perfección de los mismos. Son justamente las imperfecciones las que caracterizan las posibles aplicaciones de los materiales. Átomos que no están en su sitio o la presencia de un átomo extraño que, de manera furtiva, se ha introducido en el retículo cristalino, puede cambiar de manera drástica las propiedades de los sólidos. Tales defectos pueden introducirse a voluntad, con lo que se consigue que el material adquiera las características físicas, químicas o mecánicas que se deseen. Toda la tecnología actual de la electrónica está en íntima conexión con lo indicado. Los ordenadores y la técnica de computación son una consecuencia de la introducción artificial de impureza en los cristales.

También en esta nueva Cristalografía, tan diferente de aquella ideal que tanto nos preocupó en nuestra juventud, España está en un primer plano. Una de las técnicas utilizadas en el estudio de esos defectos es la microscopía electrónica, en la que lo mismo que en otras encaminadas al mismo fin ocupamos un lugar destacado.

La labor inicial de Pardillo y, sobre todo, la de Palacios ha fructificado de manera notable. Creo que pueden sentirse orgullosos de lo que se ha logrado en nuestro querido país, cuya bandera no falta en ninguna reunión internacional de Cristalografía o de Microscopía Electrónica. En nombre de tantos científicos españoles que cultivan este campo, y muy en particular en el mío propio, permitidme decir: ¡Gracias, maestro!



Luis Bru  
catedrático