

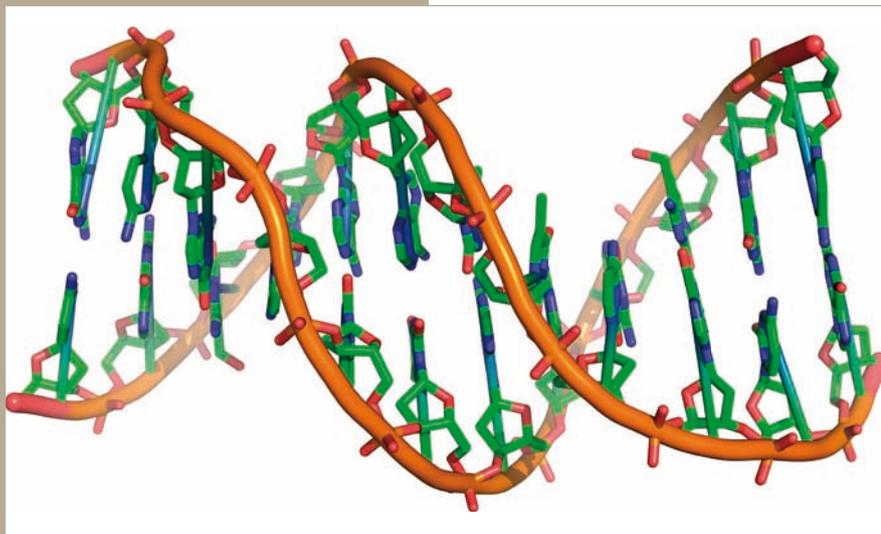
1. Introducción

“¿POR qué el agua hierve a 100 °C y el metano a -161 °C?, ¿por qué la sangre es roja y la hierba es verde?, ¿por qué el diamante es duro y la cera es blanda?, ¿por qué los glaciares fluyen y el hierro se endurece al golpearlo?, ¿cómo se contraen los músculos?, ¿cómo la luz del sol hace que las plantas crezcan y cómo los organismos vivos han sido capaces de evolucionar hacia formas cada vez más complejas?... Las respuestas a todos estos problemas han venido del análisis estructural.” Con estas palabras, y refiriéndose a la cristalografía, se expresaba Max F. Perutz (laureado con el Nobel de Química en 1962) en julio de 1996, según consta en los archivos del Churchill College, Cambridge (Reino Unido).

La cristalografía es una parte de la ciencia actual gracias a la cual hemos podido averiguar, a través del esfuerzo

continuado de muchos científicos, cómo son los cristales, las moléculas, las hormonas, los ácidos nucleicos, las enzimas, las proteínas..., a qué se deben sus propiedades y cómo podemos entender su funcionamiento en una reacción química, en un tubo de ensayo o en el interior de un ser vivo.

El inesperado descubrimiento de los rayos X por Wilhelm Conrad Röntgen a finales del siglo XIX, unido al fenómeno de la interacción de esa “extraña” radiación con los cristales, descubierto por Max von Laue en 1912, y a la teoría expuesta en aquel mismo año por William Lawrence Bragg abrieron la puerta para que en pocos años la cristalografía revolucionara muchas ramas de la ciencia, como la física y química de la materia condensada, la biología y la biomedicina.



Estructura molecular de un fragmento de ADN, obtenida mediante cristalografía.

Gracias al conocimiento estructural que aporta la cristalografía, hoy somos capaces de producir materiales con propiedades prediseñadas que empleamos en aplicaciones muy sofisticadas, como catalizadores para una reacción química de interés industrial, materiales de gran dureza para uso quirúrgico o determinados componentes de los aviones, pero también en actividades cotidianas, como en la pasta de dientes o en placas de vitrocerámica. Más aún, la cristalografía desveló los secretos estructurales del ADN, el llamado código genético. Ya comprendemos el funcionamiento de procesos vitales complejos como la fotosíntesis o el almacenamiento y transporte de oxígeno que llevan

a cabo la mioglobina y la hemoglobina. Tras la determinación de la estructura del ribosoma podemos entender cómo funciona la fábrica de proteínas de nuestras células y también diseñar nuevos antibióticos. Podemos aumentar la resistencia de las plantas frente al deterioro medioambiental. Somos capaces de modificar, o inhibir, enzimas implicadas en procesos fundamentales de la vida e importantes para mecanismos de señalización que ocurren en el interior de nuestras células, como el cáncer. De la estructura de enzimas, producidas por ciertos virus, hemos aprendido cómo luchar contra bacterias con alta resistencia a antibióticos, y ya somos capaces de desentrañar las sutiles maquinarias de defensa que han desarrollado estos gérmenes, con lo que no es un sueño pensar que podremos combatirlos con herramientas alternativas.

La Asamblea General de la Organización de Naciones Unidas declaró 2014 Año Internacional de la Cristalografía. Se reconocen así 100 años de desarrollo imparable de esta disciplina científica que ha sido fundamental para el conocimiento de la estructura de la materia, en el control y tratamiento de enfermedades, resolviendo problemas de contaminación medioambiental o de estrés celular; por su impacto en nuestra vida diaria a través del diseño de fármacos, por su papel en el desarrollo de nuevos materiales o en los avances en

nanotecnología y biotecnología, entre otros, y en definitiva por su impacto en el desarrollo social.

La relevancia y amplitud con las que la cristalografía ha incidido en la ciencia y en la sociedad desarrollada sobrepasaría el alcance de este trabajo. Este libro intenta dar a conocer aspectos sobre los orígenes, fundamentos y desarrollo de esta ciencia, y también una espléndida y significativa muestra de problemas científico-técnicos totalmente actuales, en donde la cristalografía ha sido, y sigue siendo, la clave para su comprensión y resolución.

Tras la introducción histórica nos encontramos con el mundo de las interacciones intermoleculares denominadas débiles, clave para comprender el lenguaje de comunicación química. Le sigue un capítulo sobre novedosas formas estructurales del carbono, capaces de enjaular otras especies químicas, así como el dedicado a sorprendentes edificios cristalinos, que pueden construirse a semejanza de los andamios o estructuras de los inmuebles, con interesantes aplicaciones y propiedades.

El salto al mundo de lo vivo lo encabeza el capítulo dedicado a las asombrosas máquinas capaces

de procesar el entramado de proteínas que sustentan la vida y fascinantes muestras de moléculas implicadas en enfermedades infecciosas y congénitas.

La frontera entre lo vivo y lo inerte la escenifica el capítulo dedicado a los virus, entidades biológicas, capaces de multiplicarse en el interior de las células y de propagarse entre células y organismos.

El apartado dedicado a la biotecnología nos ilustra sobre los procesos enzimáticos responsables de la producción de materias de alto valor añadido, llegando hasta la propia fábrica de proteínas que sustenta la vida celular. Antes de finalizar con algunas perspectivas de nuestra ciencia, estudios sobre las bases moleculares de resistencia de las plantas en situaciones de estrés nos ilustran sobre el sutil lenguaje de comunicación entre células.

La cristalografía ha abierto una ventana al mundo molecular y nos desvela la extraordinaria complejidad y belleza en las que se asientan tanto lo vivo como lo inanimado. Esperamos que este libro sea capaz de suscitar la curiosidad del lector para que, por su cuenta, profundice en cualquiera de sus aspectos.

¡Que lo disfrute!



Cristal de compuesto inorgánico (arriba) y de proteína (abajo) sujeto por un lazo que lo mantiene sumergido en un crioprotector, montado para el experimento de difracción.

A través de los cristales, y usando técnicas sofisticadas, vemos los átomos y moléculas que componen la materia.

