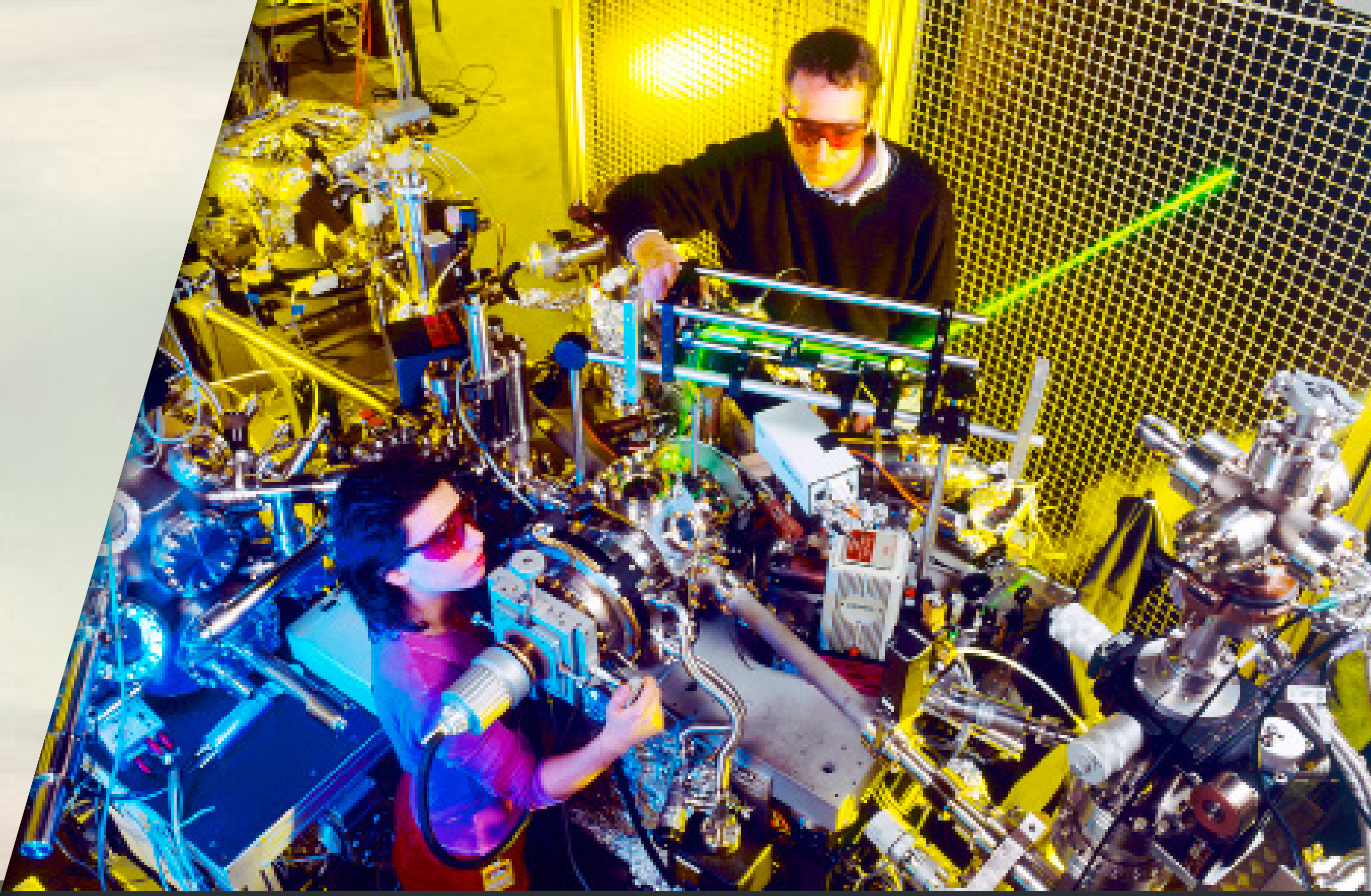




CRISTALES Y RAYOS X: LA AVENTURA CONTINÚA

Tan solo un siglo después de los primeros estudios de cristalografía estructural, se ha multiplicado por varios millones el nivel de complejidad abordable usando métodos cristalográficos de difracción. Pero esto es solo el principio. Las nuevas instalaciones de radiación sincrotrón y de láseres de electrones libres, junto con los avances en métodos cristalográficos y en potencia de cálculo de los ordenadores auguran un conocimiento más profundo de la estructura y propiedades de la materia.

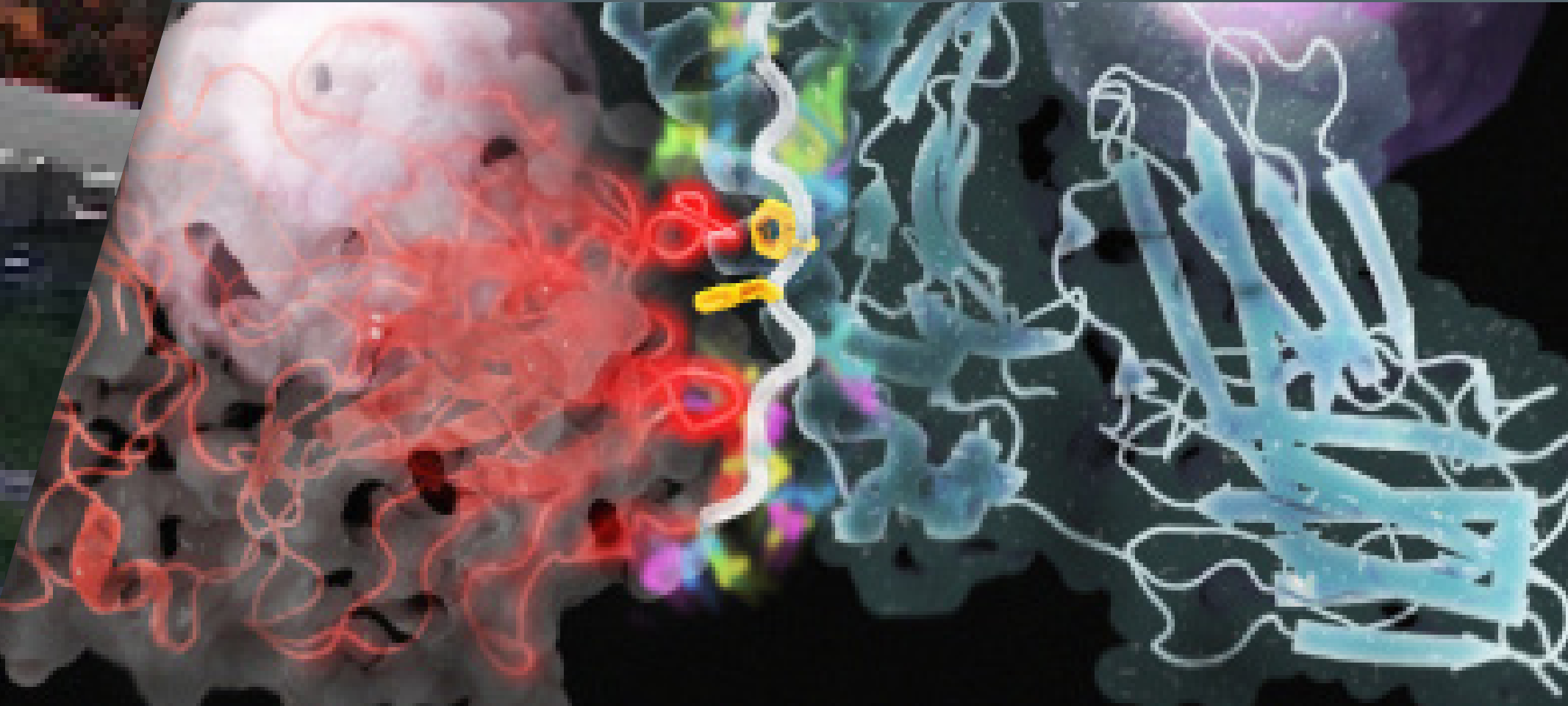


LOS SINCROTRONES: LAS CATEDRALES DE LA CRISTALOGRAFÍA

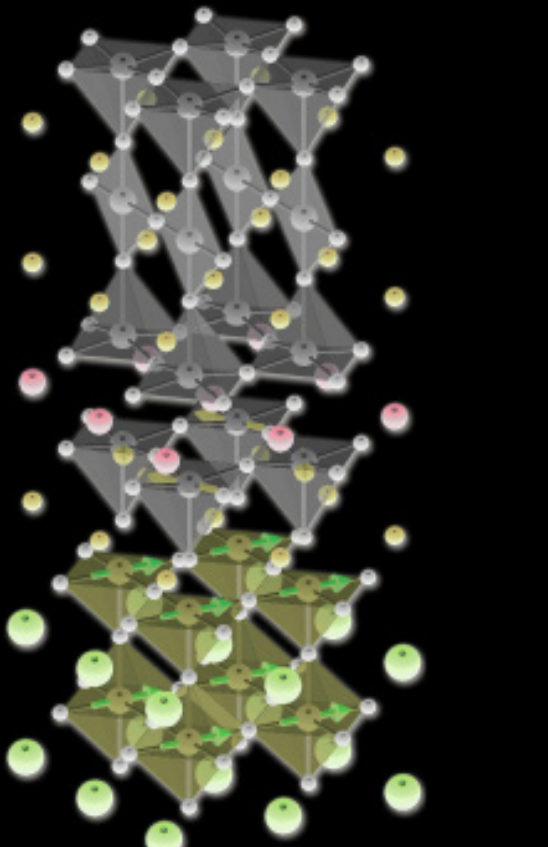
Con el auge de la Biología Estructural y las nuevas aplicaciones de los estudios de cristalografía de rayos X en la industria y las nuevas tecnologías, se hizo necesario incrementar el número y las prestaciones de los equipos de difracción de rayos X. No era sólo un problema de tiempo de haz disponible sino fundamentalmente de intensidad de la radiación, de poder tener "fotografías" más nítidas, de mayor resolución, de las enormes estructuras biológicas que la biomedicina y la biología molecular demandaban. Y de reducir el tamaño requerido de los cristales de macromoléculas tan difícil de conseguir. Se empezaron a construir sincrotrones, aceleradores de partículas capaces de producir un haz de rayos X varios ór-

denes de magnitud más intenso que un equipo convencional de laboratorio. En 1972 comenzó a funcionar el primer sincrotrón en Stanford, USA (primera generación), y a partir de ahí han ido evolucionando hasta llegar a los sincrotrones más modernos de tercera generación como el European Synchrotron Radiation Facility (Grenoble, Francia) o el sincrotrón español ALBA, en Barcelona.

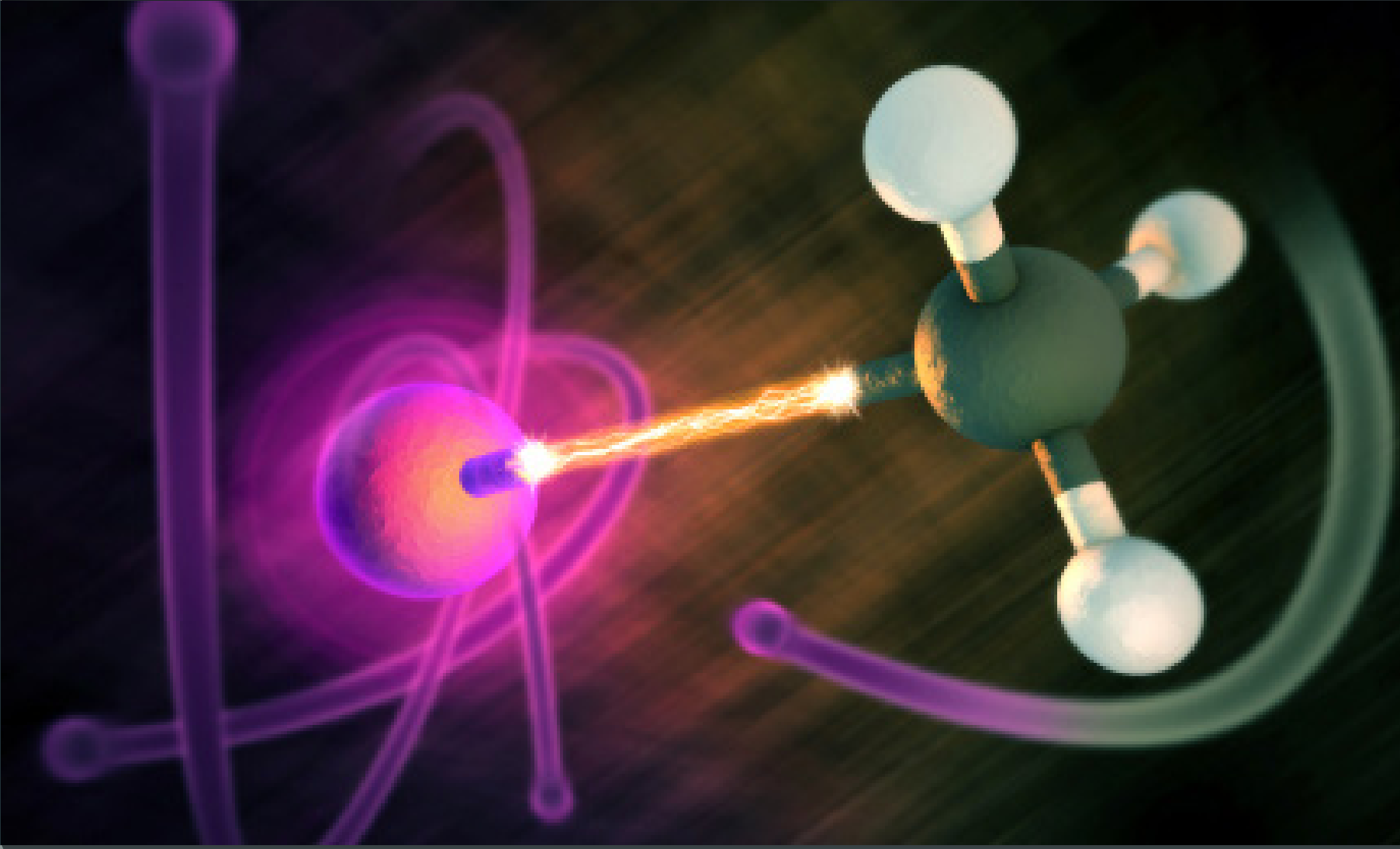
Las instalaciones de luz sincrotrón son las catedrales de la cristalografía, los grandes laboratorios a los que peregrinan los cristalógrafos para desvelar la estructura íntima y el comportamiento de la materia y descubrir cómo funciona la vida.



Para estudiar cómo funcionan las máquinas moleculares de la vida es necesario estudiar moléculas cada vez más complejas con cada vez más detalle. Actualmente somos capaces de entender por ejemplo de qué forma los receptores de las células T (en rojo) reconocen y bloquean a los invasores del cuerpo (por ejemplo, un péptido, en azul).



Algunos problemas de gran importancia en ciencia de materiales o en nanotecnología son muy difíciles de estudiar porque la señal de difracción que producen es de muy baja intensidad. Las fuentes de radiación sincrotrón permiten abordar estos problemas. Un ejemplo típico de este problema es el estudio de materiales magnéticos y de interfaces. En la figura se muestran las estructuras cristalina y magnética de la interfase entre un material superconductor y un ferromagnético.



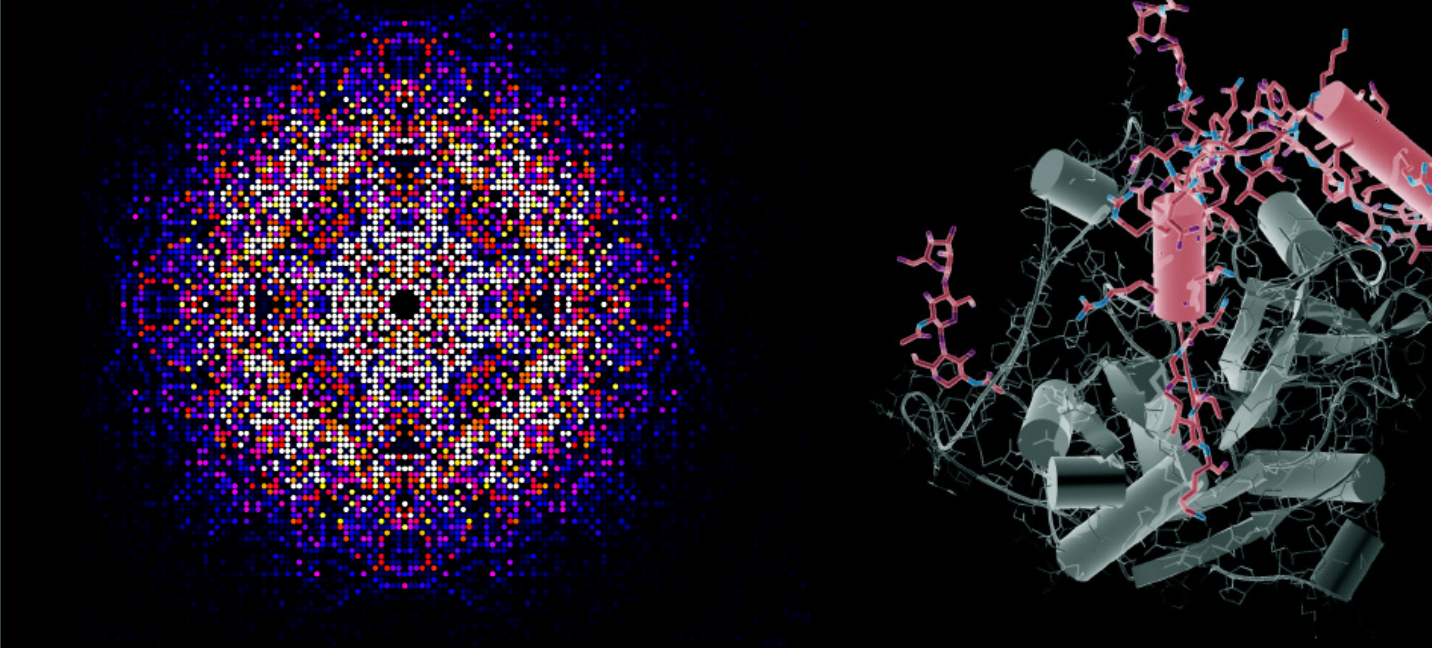
LÁSER DE ELECTRONES LIBRES

El futuro de la difracción de rayos X se orienta con las nuevas fuentes de radiación de rayos X de los láseres de electrones libres (XFEL, del inglés X-Ray Free Electron Laser). Esta nueva fuente de rayos X es varios órdenes de magnitud más intensa que los sincrotrones de última generación, lo que permite el uso de cristales nanométricos y tiempos de exposición de tan solo unos femtosegundos (la cuatrillonésima parte de un segundo) logrando información estructural en tiempos muy cortos a partir de cristales muy pequeños. De hecho, esta nueva fuente de radiación esquiva en cierta manera el gran problema de la cristalización.

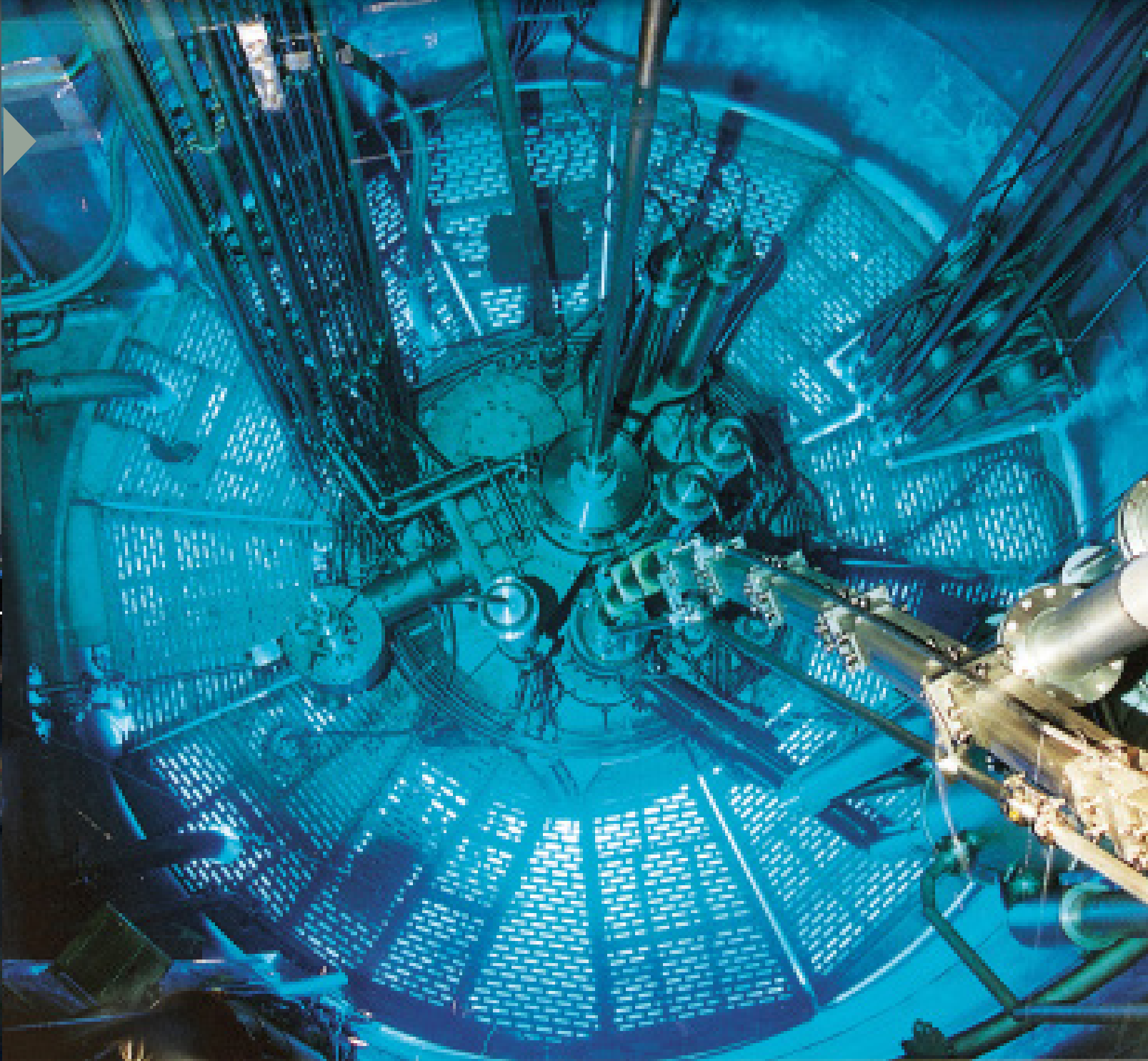
Los láseres de electrones libres producen pulsos ultracortos de radiación de altísima intensidad, lo que abre la puerta al estudio de procesos químicos y biológicos extremadamente rápidos. Ya es posible estudiar, por ejemplo, cómo los electrones saltan entre los fragmentos de una molécula en explosión.

Un mapa de las intensidades realizado a partir de doscientos mil patrones de difracción de nanocristales de la enzima catepsina B de Trypanosoma Bruce obtenidos con láser de electrones libres. A su derecha la información estructural derivada de ese mapa.

Pero lo realmente revolucionario de esta nueva técnica es que esos tiempos de exposición tan extraordinariamente cortos permiten obtener información dinámica de lo que pasa en el interior de una molécula o una macromolécula biológica. El futuro no puede ser más fascinante. No sólo vamos a conocer la estructura de la materia sino que vamos a ver en tiempo real, cómo se mueven los átomos, cómo se producen las reacciones, cómo funciona la vida.



En los centros como el Instituto Laue-Langevin (ILL) de Grenoble (Francia) se producen haces de neutrones que se utilizan para el estudio de los cristales de la misma forma que los rayos X pero con ciertas ventajas. Vista del núcleo del reactor del ILL a través de la piscina de confinamiento. El color azulado se debe a las partículas cargadas que van a una velocidad más alta que la de la luz en el medio de propagación.



Los neutrones penetran muy fácilmente en la materia, permiten el estudio simultáneo de la estructura cristalográfica y magnética de los materiales, y son capaces de "ver" las moléculas de agua tan importantes en las macromoléculas biológicas. Por ejemplo, el difractómetro SALSA en la figura está especializado en el estudio de las tensiones internas en los materiales industriales, como trozos de vías de ferrocarriles, álabes de turbinas, tuberías, piezas de aviones, etc...

UN MUNDO POR DESCUBRIR



CSIC | FUNDACIÓN DESCUBRE