

### **TRABAJO PRACTICO N°3: Cristales**

Cristales y Cristalografía son conceptos frecuentemente desconocidos o malinterpretados por el público en general. La mayoría de los ciudadanos no tiene una idea clara de la diferencia entre “cristal” y “vidrio”, y muchos piensan que los cristales son tan solo piedras preciosas. Muy pocos son conscientes de que los cristales juegan un papel muy importante, incluso crucial, en nuestra vida cotidiana. La palabra cristal tiene origen griego, *krystallos* que significa agua superenfriada.

#### ***LOS CRISTALES ESTÁN EN CADA RINCÓN DE NUESTRA VIDA DIARIA***

Te despierta una alarma que es un cristal piezoeléctrico en un reloj que mide el tiempo con un cristalito de cuarzo y ves que son las 7:30 en unos números dibujados por cristales líquidos. Te levantas de la cama sustentada por un esqueleto de cristales. Te cepillas tus blancos dientes cristalinos con una crema basada en nanocristales de un material abrasivo. Bajas a la cocina y al café le pones azúcar cristalizada; te regalas un trocito de chocolate que consiste en uno y precisamente uno de los cinco polimorfos del cacao cristalizado. Te dispones a salir y, antes, te maquillas con una crema cuya base son pequeñísimos cristales de rutilo. Llamas con el móvil, gracias a los semiconductores fabricados con cristales de silicio, los mismos que usan las placas solares fotovoltaicas...

#### ***TAMBIÉN ESTÁN EN NUESTRO CUERPO***

Nuestros huesos –así como los dientes- están hechos de cristales de un tipo de fosfato de calcio llamado hidroxiapatito, que forma el esqueleto y nos permite permanecer en pie. Los cristales de calcita –un carbonato de calcio como el que forma la caliza- que se encuentran en el oído interno son los que controlan nuestro equilibrio. ¡No nos caemos gracias a los cristales! Gracias a la cristalografía se investigan materiales biocompatibles que imitan el tamaño y la textura de estos cristales de hidroxiapatito con los que se consiguen mejores prótesis, y también la creación de nuevos materiales inspirados en las estructuras cristalinas que forman los organismos vivos, como las conchas de las caracolas, el coral o las perlas.

#### ***LOS CRISTALES NOS PROPORCIONAN MEJORES ALIMENTOS***

Estamos familiarizados con los cristales de azúcar y sal que utilizamos en nuestra mesa a diario. La calidad y el sabor del azúcar moreno o del azúcar blanca depende de cómo se cristalizan. Pero te sorprendería aún más saber que la calidad del chocolate depende de cómo cristalicen los ácidos grasos del cacao y que el sabor y la calidad del helado dependen del tamaño y la forma de los cristales de hielo que contiene. Y que el cascarón del huevo es un perfecto contenedor de proteínas fabricado con una exquisita disposición de cristales de carbonato cálcico.

Las dos grandes ideas sobre las que se levanta la cristalografía. La primera es el descubrimiento en el siglo XIX de que los cristales son el resultado de la distribución periódica de unidades de materia – ya sean átomos, moléculas o macromoléculas- y de que, como resultado de ese orden interno, los cristales desarrollan formas poliédricas externas con una simetría precisa.

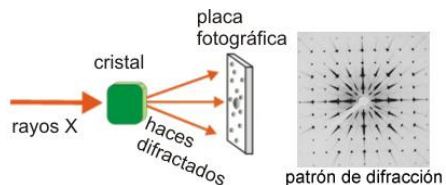
La segunda idea, descubierta a principios del siglo XX, consiste en que la interacción de los cristales con un haz de rayos X produce patrones de difracción, una constelación de puntos exactamente ordenados, que contienen información sobre la estructura íntima de las moléculas que forma los cristales.

Los cristalógrafos han sido capaces de desarrollar herramientas teóricas y experimentales para deconstruir ese conjunto de puntos y convertirlos en imágenes de las moléculas de cualquier tipo de material, desde la sal común de mesa o los medicamentos más eficaces, hasta las complejas moléculas de la vida: ácidos nucleicos, virus y proteínas. Y con esa información imprescindible hemos hecho posible los avances más cruciales de la medicina, la ingeniería de materiales, la química, la geología o la farmacología; con ello hemos contribuido y contribuimos al bienestar social. No es extraño que el comité Nobel haya premiado a esta disciplina en veintisiete ocasiones.

**Dorothy Crowfoot Hodgkin** fue una científica visionaria. Nació el 12 de mayo de 1910 en El Cairo, cuando Egipto era una colonia británica, pero desde pequeña vivió en Londres. Su interés por la ciencia, y especialmente por la química, empezó muy pronto, a los 10 años ya realizaba experimentos sencillos en su casa y a los 16 leyó el libro *The Nature of the Things*, 1926, escrito por William H. Bragg, Premio Nobel de Física en 1915. En esta obra el científico explicaba una novedosa técnica experimental: la cristalografía de rayos X, que permitía «ver» la estructura tridimensional de una molécula y los átomos que la componen. El uso de los rayos X inicialmente revolucionó la física y la química, pero muy pronto hizo lo mismo con la biología. Aquí encontró la joven Dorothy una vocación para toda su vida.

El desarrollo de la cristalografía de rayos X se vio impulsado porque los biólogos empezaban a sospechar que la arquitectura de las moléculas tenía mucho que ver con su comportamiento y sus funciones.

Básicamente, la técnica consiste en que un haz de rayos X pase a través de un compuesto cristalizado y se disperse de tal modo que el resultado pueda registrarse sobre una placa fotográfica, generando así un conjunto de puntos luminosos. Analizando el brillo de estos puntos, su tamaño y disposición es posible, mediante cálculos matemáticos, deducir la posición tridimensional de cada uno de los átomos del cristal analizado. Las dificultades para su uso radican en que las moléculas de mayor importancia biológica y médica son muy complejas, contienen cientos de átomos y el investigador debe averiguar la ubicación precisa de cada uno de ellos. Los resultados, sin embargo, pueden ser extraordinarios.



En 1928 acabó su bachillerato decidió matricularse en la universidad para estudiar ciencias químicas.

Dorothy Crowfoot consiguió cursar sus estudios en la Universidad de Oxford (1928-1932). Allí asistió a una conferencia impartida por el cristalógrafo de la Universidad de Cambridge, John D. Bernal (1901-1971), considerado uno de los científicos británicos más brillantes del siglo XX. Fue pionero en el uso de rayos X para estudiar cristales biológicos, especialmente de las proteínas que son los constituyentes químicos más importantes y diversos de las células.

Tomó la decisión de trasladarse a Cambridge a hacer su tesis doctoral con John Bernal, un científico que creía con firmeza en la igualdad de oportunidades para las mujeres, la acogió gustoso en su laboratorio.

Durante su estancia en Cambridge, la joven doctoranda aprendió que no hay fronteras entre las ciencias, que se puede realizar una investigación entre la química, la bioquímica, la física y la cristalografía. Pero también descubrió las dificultades prácticas que encerraba esta última. A lo largo de la elaboración de su tesis, tomó docenas de fotos de cada cristal que quería analizar. Estimó a ojo la intensidad y distribución de miles de puntos luminosos en placas fotográficas y realizó largos y tediosos cálculos matemáticos que, en un mundo que aún no había inventado los ordenadores, llevaban meses e incluso años.

Tras finalizar su doctorado en 1934, Dorothy Crowfoot volvió a la Universidad de Oxford, donde permaneció durante el resto de su vida. Aquí realizó uno de sus trabajos más extensos: descifrar la estructura de la insulina. La molécula era tan complicada que le llevó 34 años revelar su arquitectura. En 1937, tras su matrimonio con el historiador Thomas Hodgkin, su apellido cambió a Crowfoot Hodgkin..

Logró develar la estructura tridimensional de numerosas e importantes biomoléculas que los químicos orgánicos no habían podido descifrar, como el colesterol en 1937, la penicilina (Antes de la penicilina, incluso una pequeña herida o arañazo podía ser letal) en 1945, la vitamina B12 (factor anti-anemia perniciosa. Las personas que no ingieren cantidades suficientes de esta vitamina, implicada en la producción de glóbulos rojos, sufren graves enfermedades que pueden resultar letales) en 1954, o la insulina en 1969.

En 1947, con sólo 37 años de edad, Dorothy Crowfoot Hodgkin fue admitida en la Real Sociedad de Londres (*Royal Society of London*), la asociación científica nacional de mayor prestigio que, con 287 años de historia elegía sólo por tercera vez a una mujer.

En el otoño de 1964 Dorothy Crowfoot Hodgkin fue galardonada con el Premio Nobel de Química en 1964 «por la determinación de la estructura de muchas sustancias biológicas mediante los rayos X». El premio acarrea también el honor de ser otorgado en solitario, esto es, que no lo compartía con nadie. A los 54 años era la quinta mujer y la primera británica que ganaba el Nobel en ciencia.

Tras el valioso galardón, Dorothy Crowfoot Hodgkin continuó sus investigaciones hasta su retiro en 1977. A partir de estas fechas y pese a desplazarse en silla de ruedas como consecuencia de su artritis, viajó, impartió conferencias y participó en incontables debates sobre ciencia y sobre otro de los temas que despertaban su interés: la paz mundial. Murió en Londres el 29 de julio de 1994 a la edad de 84 años, dejando un valioso legado a la ciencia y un magnífico ejemplo para las mujeres.

## **Recomendaciones.**

*Luego de realizar el trabajo experimental propuesto deberás redactar un informe de laboratorio: En la introducción teórica del informe incluye la definición de cristales y datos biográficos de Dorothy Hodgkin.*

*Para la observación de cristales utiliza una lupa o la cámara de tu celular.*

*Para todas las experiencias describe el procedimiento y observaciones en forma detallada. Presenta tus descripciones con fotos o dibujos y en el caso de cristales por vía húmeda, muestras de cristales.*

*No olvides las conclusiones y la bibliografía.*

## **Trabajo experimental**

Fecha : 4/06/2020

### 1. Obtención de cristales por vía húmeda:

a. En un recipiente coloca agua destilada y sal de tal forma que se forme una solución sobresaturada, vuélcala en un recipiente chato y ancho deja que el agua se evapore y se formen los cristales.

b. Repite la operación, pero utilizando azúcar, en éste caso deja introducido un hilo de algodón o palillo en el recipiente.

*Puedes usar colorantes para obtener cristales de colores de sal o azúcar..*

En todos los casos, realiza las mediciones de masa y volumen utilizados (aproximados teniendo en cuenta que no utilizaran instrumental de laboratorio)

Investiga la solubilidad a diferentes temperaturas, expresa la concentración aproximada en % m/m y/o % m/V.

Cuando tenemos cristales buenos pero muy pequeños, se pueden sembrar para obtener cristales más grandes, para ello se debe seleccionar un cristal (Cloruro de sodio) no los toques con tus manos, usa guante, atar con un hilo de coser o tanza sumergir en soluciones saturadas de sal en un frasco de café o mermelada y por el método de evaporación lenta de disolvente se obtendrán cristales de mayor tamaño.

Cuando retiras el cristal de la solución límpialo rápidamente en agua para enjuagar la capa de solución sobre la superficie del cristal puedes utilizar una pizeta o un gotero o jeringa. Si no lo haces, esta pequeña cantidad de solución saturada puede dejar un precipitado amorfo sobre la superficie del cristal en crecimiento debido a la evaporación del agua.

Esta película de precipitado amorfo disminuirá la transparencia de tu cristal y tú no podrás cosechar un cristal perfectamente transparente.

Cuanto más sobresaturada sea la solución, más rápido será el crecimiento. Los mejores cristales suelen obtenerse lentamente.

Las partículas de polvo pueden precipitar el proceso de crecimiento. Sin embargo, el crecimiento será descontrolado y debe ser evitado (por eso tapamos el recipiente donde se lleva a cabo la cristalización. Cubre el frasco donde el cristal crecerá con film plástico, papel aluminio o un trozo de cartón de forma de evitar que entre polvo y reducir las fluctuaciones de temperatura.

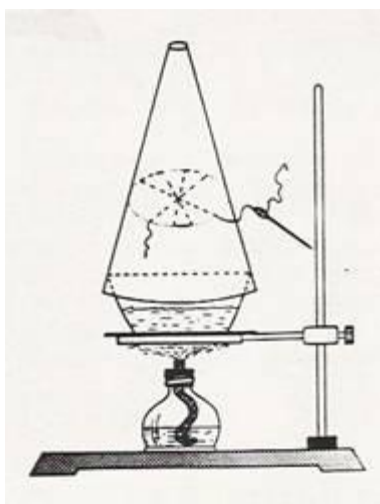
Para obtener policristales con mejor simetría y tamaño puedes rotar lentamente el cristal en crecimiento.

La solubilidad de algunas sales es muy sensible a pequeños variaciones en la temperatura, es por ello que la temperatura debe ser controlada de la mejor manera posible. No cambies de lugar los cristales; si se encuentran cercanos a una fuente de calor mayor se disolverán.

Fecha: 11/06/2020

## 2. Obtención de cristales por vía seca:

a. Machacamos -con ayuda de un mortero u otro material que tengas en casa- piezas de naftalina hasta reducirlas a polvo. Coloca el polvo en una pequeña lata de conservas (arveja, atún, picadillo, lo importante es que no tenga pintura en su interior), cubre el recipiente con un cono de cartulina negra al que previamente haya realizado unas puntadas de hilo negro. (el cono -tal y como aparece en la figura- tendrá un pequeño orificio en la punta y unas puntadas de hilo negro que lo seccionan a media altura).



Calienta con una llama muy baja durante unos minutos (puedes fabricar un mechero de alcohol en casa), trata de mantener una ventana abierta durante la experiencia.

los gases de naftaleno son tóxicos y muy irritantes).

Espera un tiempo para destaparlo y observar la cartulina desplegada.

Al terminar la práctica, podemos tirar los restos de naftalina en una bolsa y que atemos la bolsa de plástico que los contiene, para que no sigan sublimándose.