



### Selección de trabajos de Dorothy Crowfoot-Hodgkin

Powell, H.M.; Crowfoot, D.M. (1932). Layer-chain Structures of Thallium Di-Alkyl Halides. *Nature* vol. 130, pp. 131-132.

Powell, H.M.; Crowfoot, D.M. (1934). The crystal structures of dimethylthallium halides. *Z. Kristallogr. Kristallgeom.*, vol.87, 370-378.

Bernal, J.D.; Crowford, D. (1934). X-ray photographs of crystalline pepsin. *Nature* vol. 133, 794-795.

Bernal, J.D.; Crowford, D. (1935). Use of the centrifuge in determining the density of small crystals. *Nature*, vol. 135, p. 305

## Dorothy Mary Crowfoot Hodgkin (1910-1994)

José L. Fresquet Febrer  
Universitat de València, España

Versión en pdf de:  
<http://www.historiadelamedicina.org/hodgkin.html>

Diciembre, 2021

**D**orothy Crowfoot-Hodgkin fue una mujer que se dedicó toda su vida a la investigación científica con la singularidad de que le gustaban los temas difíciles que sus colegas creían inaccesibles. Consiguió determinar la estructura tridimensional de las siguientes biomoléculas: la penicilina en 1945, la vitamina B12 en 1954, y la insulina en 1969, entre otras. Combinó la investigación con ser madre, con una enfermedad incapacitante y con una actividad social fuera de lo común. Fue, además, discreta, característica de la que carecen muchos que dedican gran parte del tiempo a autopromocionarse y trepar valiéndose de actuaciones deshonestas. La ciencia no escapa a estas situaciones [1].

Fue una mujer que creyó en la justicia social. La primera guerra mundial, su visita a Sudán de niña y a Palestina antes de asentarse en Oxford, la guerra civil española y la gravedad de la amenaza fascista de Hitler y Mussolini le llevaron a ser profundamente antimilitarista. Después de la segunda guerra mundial creyó en la necesidad de seguir en contacto con la Unión Soviética y otros países socialistas. Sin embargo, estas posturas no impedían que se relacionara con naturalidad con personas de ideas contrarias a las suyas. Estaba a favor del diálogo entre oriente y occidente y entre norte y sur. Estuvo excluida de visitar los Estados Unidos entre 1953 y 1957. Con su colega y maestro Bernal, en cambio, pudo conocer la Unión Soviética, su sociedad y su ciencia. No obstante, ya tenía noticia de los abusos de Stalin y la desaparición de científicos rusos y visitantes de otros países. Se le dio una larga lista de desaparecidos para ver si podía averiguar algo [2]

Crowford, D. (1938). The crystal structure of insulin I. The investigation of air-dried insulin crystals. The investigation of air-dried insulin crystals. *Proc. R. Soc. Lond. A.*, vol. 64, pp. 580–602

Crowfoot, D.M.; Riley, D. (1939). X-ray measurements on wet insulin crystals. *Nature*, vol. 144, pp. 1011–1012.

Crowfoot, D.M.; Schmidt, G.M. (1945). X-ray crystallographic measurements on a single crystal of a tobacco necrosis virus derivative. *Nature*, vol. 155, pp. 504–505.

Crowfoot, D.; Bunn, C.W.; Rogers-Low, B.W.; Turner-Jones, A. (1949). The X-Ray Crystallographic Investigation of the Structure of Penicillin. En: *Chemistry of Penicillin*. Princeton University Press, pp. 310-367.

Hodgkin, D.C. (1950). X-ray analysis and protein structure. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol.*, vol. 14, pp. 65-78

Crowfoot Hodgkin, D.; Pic-kworth, J.; Robertson, J.H.; Prosem, R.J.; Sparks, R.A.; Trueblood, K.N. (1959). The structure of vitamin B12. II. The crystal structure of a hexacarboxylic acid obtained by the degradation of vitamin B12. *Proc. R. Soc. Lond. A*, vol. 251, pp. 306–352.

Lenhart, P.G.; Hodgkin, D. (1961). Structure of the 5,6-dimethyl-benzimidazolylcobamide coenzyme. *Nature*, vol. 192, pp. 937–938.

La concesión del premio Nobel facilitó que firmara peticiones para liberar de la prisión y malos tratos a determinados científicos, cosa que, en algunos casos logró. Sin embargo, se limitó a temas concretos y específicos porque ella no era política, era científica. Reconocía la importancia de las ideas socialistas pero rechazaba los abusos que se cometían algunos países de esa órbita. Le facilitó a Margaret Thatcher –que fue su alumna– la visita a algún país del este y a que se entrevistara con Gorvachev [3].

Dorothy nació en El Cairo, cuando era colonia del Imperio británico, el 12 de mayo de 1910. Sin embargo, vivió casi siempre en Londres. Su padre, John Winter Crowfoot, trabajaba en el Servicio de Educación de Egipto. Después se trasladó a Sudán. Su madre, Grace Mary Crowfoot, trabajó con su esposo, fue buena botánica y realizó las ilustraciones para la Flora oficial del Sudán. También se convirtió en una experta internacional en tejidos antiguos [4]. Tenía tres hermanas, Joan (1912), Elizabeth (1914) y Diana (1918). Ella era la mayor. Durante mucho tiempo estaban lejos de sus padres y al cargo de una cuidadora. Su abuela alternaba estancias en Inglaterra y San Remo (Italia) [5].

Dorothy desde pequeña ya demostró su interés por la química. Realizó estudios primarios en la Escuela Sir John Lemman en Beccles, en Suffolk (East Anglia), entre 1921 y 1928. En 1923 entró en contacto con Henry Wellcome, magnate que había establecido un laboratorio de investigación de enfermedades tropicales en el Gordon College de Jartum. Allí trabajaba un químico gubernamental, A.F. Joseph, a quien la madre había ido a visitar con sus dos hijas. Les regaló un equipo de análisis de minerales [6] De esta forma descubrió el titanio, un elemento que no figurara en sus libros [7].

Su madre le regaló dos conferencias de William H. Bragg, premio Nobel de física en 1915, adaptadas para niños: Acerca de la naturaleza de las cosas (“Concerning the Nature of Things”) [8] y Viejos oficios y nuevo conocimiento (“Old trades and new knowledge: Six lectures delivered before juvenile auditors at the Royal Institution”) [9]. En el primero se describía la entonces novedosa técnica experimental de la cristalografía de rayos X que permitía ver la estructura tridimensional de una molécula y los átomos que la componían. De estos hallazgos se beneficiaban rápidamente las disciplinas afines como la física y la biología. Fue en este campo donde Dorothy desarrollaría su actividad científica [10]. Un primo suyo le regaló *Fundamental of Biochemistry* de Parsons. En la última edición de 1924 había un capítulo dedicado a la insulina [11].

Comenzó los estudios de química en el Somerville College de Oxford en 1928. Eran tiempos difíciles para las mujeres. Había muy pocas en la universidad y tenían muy res-

Abrahamsson, S.; Hodgkin, D.; Maslen, E.N. (1963). The crystal structure of phenoxymethylpenicillin. *Biochem J.*, vol. 86, nº 3, pp.514-35.

Hodgkin, D.C. (1964). Vitamin B12 and the porphyrins. *Fed Proc. Vol.* 23, pp. 592-8.

Hodgkin, D.C. (1965). The x-ray analysis of complicated molecules. *Science.*, vol. 150, nº 3699, pp. 979-88.

Adams, M.J.; Blundell, T.L.; Dodson, E.J.; Dodson, G.G.; Vijayan, M.; Baker, E.N.; Harding, M.M.; Hodgkin, D.; Rimmer, B.; Sheat, S. (1969). Structure of rhombohedral 2-zinc insulin crystals. *Nature*, vol. 224, pp. 491-495.

Anderson B.; Hodgkin D.C.; Viswamitra, M.A. (1970). The structure of thioestrepton. *Nature*, vol. 225, pp. 233-5.

Blundell TL, Dodson GG, Dodson E, Hodgkin DC, Vijayan M. (1971). X-ray analysis and the structure of insulin. *Recent Prog Horm Res.*, vol. 27, pp. 1-40

Hodgkin DC. (1974). Insulin, its chemistry and biochemistry. *Proc R Soc Lond B Biol Sci.*, vol. 186, nº1084, pp. 191-215

Bentley, G.; Dodson, E.; Dodson, G.; Hodgkin, D.; Mercola, D. (1976). Structure of insulin in 4-zinc insulin. *Nature*, vol. 261, pp. 166-168.

Hodgkin DC (1979) Crystallo

tringida su participación en las actividades o en cosas tan simples como entrar al comedor si no eran acompañadas por algún compañero. Durante el primer año combinó química y arqueología. Entre marzo y octubre acompañó a su padre en una expedición arqueológica a Jerash en Transjordania para excavar iglesias bizantinas. Analizaba teselas de vidrio de Jerash con E.G.J. Hartley (pequeñas piezas de piedra, vidrio coloreado o terracota, que se utilizaban para confeccionar mosaicos) [12]. En su primer año asistió a algunas conferencias sobre cristalografía que impartió Barker, anciano lector de mineralogía. Su tutor F.M. Brewer (1902-1963) [13] le recomendó que investigara en este campo [14].

Durante sus estudios tuvo a Frederick Soddy (1877-1956), que había ganado el Nobel en 1921, como profesor de química; a Robert Robinson (1886-1975), premio Nobel de Química en 1947 por sus estudios sobre los alcaloides, como profesor de química orgánica; a Cyril N. Hishewood (1897-1967), premio Nobel en 1958, como profesor de química-física. Pudo asistir a una conferencia de John D. Bernal (1901-1971), pionero en el uso de los rayos X para analizar cristales biológicos, especialmente de proteínas. Si se conocieran bien estas sustancias, –pensaban– sería posible comprender bien sus propiedades, las reacciones con otros compuestos y cómo podían sintetizarse a partir de moléculas más simples [15]. También tuvo la suerte de estar en conferencias desarrolladas por Niels Bohr (1885-1962), premio Nobel de Física en 1922 y de Peter Debye (1884-1966), premio Nobel de Química en 1936. Como se puede apreciar, una formación que podría calificarse de impecable [16].

Por entonces William Lawrence Bragg (1890-1971) [17] formuló la ley que lleva su nombre. Se trataba de una relación matemática simple. Relacionaba la intensidad de las manchas obtenidas en una placa fotográfica cuando un haz de rayos X se hace pasar a través de un cristal, la longitud de onda de dicha radiación y las posiciones de los átomos. Conociendo la posición, la intensidad de las manchas en la placa fotográfica, el ángulo según el que los rayos inciden sobre el cristal, y la longitud de onda de dichos rayos, es posible predecir las posiciones de los planos de átomos. Estos trabajos se realizaban en el Laboratorio Davi Faraday en Londres bajo la dirección de Bragg.

El grado de química incluía un curso de investigación original. Algunos de sus profesores ofrecieron a Dorothy dirigirle ese trabajo. Pidió consejo a su amigo Joseph de El Cairo y éste le contestó que los mejores cristalógrafos eran Bragg en Londres y Bernal en Cambridge. Para prepararse pensó pasar el verano en el laboratorio del profesor Victor Goldschmidt (1888-1947) en Heidelberg [18] Esta estancia se vio interrumpida por sus padres que la invitaron a conocer el museo arqueológico de Berlín.

graphic measurements and the structure of protein molecules as they are. *Ann NY Acad Sci.*, vol. 31, n<sup>o</sup>, 325, pp.120-48.

Hodgkin DC, Dodson E, Dodson G, Reynolds C. (1983). Insulin. *Biochem Soc Trans.*, vol.11, n<sup>o</sup>4, pp. 411-7

Baker, E.N.; Blundell, T.L.; Cutfield, J.F.; Dodson, E.J.; Dodson, G.G.; Hodgkin, D.; Hubbard, R.E.; Isaacs, N.W.; Reynolds, C.D. et al. (1988). The structure of 2Zn pig insulin crystals at 1.5 Å resolution. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, vol. 319, pp. 369–456.

*\*Imagen: Portrait by Jessica Augarde Photography. Dorothy Hodgkin (1910 - 1994), CC BY-SA 2.0*

A su vuelta realizó el trabajo de investigación sobre la cristalografía de los haluros de dialquilalio (cloro, bromo y yodo), entre orgánica e inorgánica. Trabajó con Herbert Marcus Powell (1906-1991). Sintetizó los compuestos, los cristalizó y después determinó los espectros de difracción de rayos X. Observó que la estructura de las tres sales eran similares a la de la sal común. Publicó los resultados en *Nature* en 1932, con H.M. Powell [19] y en el *Zeitschrift für Kristallographie* en 1934 [20].

Fascinada por este campo y finalizado el grado en 1932, Dorothy decidió realizar su tesis de doctorado en Cambridge en el laboratorio de Bernal que la acogió como si de un varón se tratara. Él pensaba que las mujeres debían disfrutar de las mismas oportunidades que los hombres. Éste desarrolló una fuerte influencia en su pensamiento político. Con Bernal también aprendió que las fronteras entre las ciencias son difusas. En aquella época el Laboratorio atrajo a muchos refugiados judíos como Hans Krebs (1900-1981) y Ernst Boris Chain (1906-1979) que llegarían a ser premios Nobel. Durante este tiempo Dorothy estuvo financiada por su tía Dorothy Hood, que había pagado todas sus facturas universitarias, y por una beca de 75 libras esterlinas de Somerville. Se sentía libre y lejos del ambiente formalista de Oxford. Pronto se convirtió en la mano derecha de Bernal con quien había trabado una fuerte amistad. En el laboratorio de Bernal no solo se dedicó a estudiar los esteroides sino que trabajó además con minerales, metales, moléculas orgánicas e inorgánicas, proteínas y virus [21].

Cuando tenía 24 años comenzó a sentir dolor en sus manos. Fue diagnosticada de artritis reumatoide. El pronóstico era malo y se sabía que iba a empeorar de forma progresiva y que sus manos y pies se deformarían hasta quedar incapacitada [22]. En sus últimos años, Dorothy pasaba la mayor parte del tiempo en una silla de ruedas, pero su vida científica permaneció activa con grandes esfuerzos.

El día que estuvo en Londres para recibir el primer diagnóstico sobre sus dolores reumáticos, un bioquímico que regresaba de Suecia, Glen Allan Millikan (1906-1947), trajo cristales de la enzima pepsina cultivados por John Philpot en Estocolmo. Bernal los observó con el microscopio polarizador. Cuando se secaron perdieron birrefringencia y al exponerlos a los rayos X sólo dieron una especie de borrón en vez de una serie de manchas. Los volvió a humedecer y los mantuvo en un capilar cerrado, con lo que permanecieron claros y bien difractados a la vez que cubrían la película con una serie de reflejos. Cuando Dorothy vio el fenómeno se puso a trabajar en el tema y llegó a la conclusión de que, a pesar del tamaño y la complejidad de la molécula, la extensión del patrón de difracción mostraba que “la disposición de los átomos dentro de la molécula de proteína también es de un tipo perfectamente definido”. Comenzaba así la etapa de

la cristalografía de las proteínas. No obstante, ella dejó claro que las primeras fotografías las había hecho Bernal [23].

En 1933 Somerville le otorgó una beca de investigación que utilizó un año en Cambridge y otro en Oxford, regresando a Somerville en 1934. Allí fue tutora de ciencias naturales y responsable de la enseñanza de química en los “colleges” para mujeres [24]. Llegó a ser University lecturer y demonstrator en 1946, University Reader en cristalografía de rayos-X en 1956, y Wolfson Research Professor de la Royal Society in 1960.

A su regreso a Oxford comenzó a reunir dinero para adquirir aparatos de rayos X. Después recibió subvenciones de la Fundación Rockefeller durante la segunda guerra mundial. Continuó su trabajo con los esteroides y se estuvo en la insulina, que le llamó la atención. Asumió docencia y la supervisión del pregrado como se ha dicho. Durante la segunda guerra fue de los pocos laboratorios del Reino Unido que continuó funcionando en el Reino Unido [25].

Robinson le dio a Dorothy unos cristales de insulina para que trabajara en su estructura. La cristalografía de rayos X en 1934 no estaba lo suficientemente desarrollada para moléculas tan complejas. La hormona fue aislada por Banting y Best en 1921 de las células beta de los islotes de Langerhans del páncreas. Dada su importancia, los químicos quisieron conocer su estructura. Su estudio, sin embargo, quedaría algo aparcado.

Se le ofreció a Dorothy un contrato como tutora ya que la beca se estaba acabando. Esperaban una prórroga de cinco años. En el verano de 1936 presentó su tesis sobre unos 50 esteroides: *X-ray crystallography and the chemistry of the sterols* [26]. Fueron necesarias miles de fotografías y multitud de cálculos que entonces, que no había ordenadores, suponían meses de trabajo. Un año más tarde Bragg la invitó a Londres para que utilizara el potente tubo de rayos X de la Royal Institution. Durante la semana que pasó en Londres conoció al sobrino-biznieto de Thomas Hodgkin (1798-1866), el que describió la enfermedad que lleva su nombre. Sus ideales eran parecidos a los del padre de Dorothy, pero aquel no era su mejor momento y se encontraba bajo los efectos de una depresión. Sus relaciones con la administración no eran buenas. Había estado en Palestina y reivindicó los derechos de los árabes [27].

En 1937 se casó con Thomas Hodgkin, hijo de un historiador cuyos objetivos eran la historia y política de Africa y del mundo árabe. Fue Director del Instituto de Estudios Africanos de la Universidad de Ghana. También perteneció al Partido Comunista y fue profesor del Balliol College

en Oxford. Tuvieron tres hijos, Luke (nacido en 1938), Elizabeth (nacida en 1941) y Toby (nacido en 1946), así como tres nietos [28]. A título de curiosidad Dorothy quizás fue la primera mujer en cobrar durante su ausencia por maternidad. Fue a partir de 1944 cuando se decidió que todo el personal tendría derecho a 3 meses de baja pagadas por nacimiento. Esta decisión la plasmó la ley británica mucho más tarde, en 1975 [29].

Dorothy siguió trabajando en la insulina con la ayuda de una investigadora que le fue adjudicada (Dennis Riley), que hacía su tesis sobre la lactoglobulina de la leche [30]. En 1938 comenzaron a estudiar también la lisozima y la pepsina [31]. En 1939 sufrió el primer ataque agudo de artritis reumatoide. Pudo alquilar una casa y pagar a una niñera, una cocinera y una limpiadora con su sueldo. Sus manos se deformaron y no podía trabajar con los rayos X por lo que se hizo con un técnico, Frank Welch, para que le ayudara [32].

Su trabajo publicado en *Nature* en 1939 con Dennis Riley “X-ray measurements on wet insulin crystals” [33], fue decisivo. Poco a poco fue más conocida y respetada por su trabajo. Comenzó a impartir conferencias en la Universidad de Bristol, en Manchester, etc. Sin embargo, no por esto olvidó sus aficiones culturales como la pintura, la música, la literatura, el arte.

La segunda guerra mundial y la posguerra dispararon las necesidades de penicilina. Robert Robinson en el Dyson Perrins Laboratory dirigió la investigación sobre la estructura y síntesis de esta sustancia. Dorothy se incorporó un poco tarde pero pronto proporcionó los pesos moleculares de los diferentes compuestos que iban aislando. En 1943 mientras se encontraba en Buxton para tratar su artritis se enteró de que la penicilina y los productos de degradación contenían azufre. Por tanto 1 de S, 2 de N, 4 de O, 9 de C y 11 de H. Faltaba saber cómo se unían. Después se enteraron de que los cristales de penicilina que habían obtenido en los Estados Unidos y los de Oxford eran distintos. Los primeros eran de bencilpenicilina, penicilina II o penicilina G, mientras que los de Oxford eran de 2-pentenilpenicilina o penicilina I, o penicilina F [34].

Tras mucho trabajo y varios intentos lograron descubrir la estructura de la penicilina, demostrando que contiene un anillo de  $\beta$ -lactama, lo que iba en contra de lo que se pensaba en esta época. Pudieron hacerlo gracias a que ya dispusieron de los primeros ordenadores que facilitaron la elaboración del modelo tridimensional de la molécula. Sin embargo, el trabajo sobre el tema no se publicó hasta 1949 por temas estratégicos. Hallazgos científicos traen como consecuencia beneficios para otras áreas científicas. Así se aceleró el desarrollo de penicilinas semisintéticas que permitieron tratar a miles de personas sobre todo durante la segunda guerra mundial donde las ne-

cesidades aumentaron de forma extraordinaria [35]. En 1947 Dorothy fue admitida en la Royal Society de Londres. Era la tercera persona en ingresar en la prestigiosa institución [36].

Un detalle curioso que descubre parte de su personalidad es que Dorothy publicó con el nombre de “Dorothy Crowfoot” hasta 1949. Llevaba casada 12 años, había dado a luz a tres hijos y era miembro de la Royal Society. Un día llegó a casa y dijo que había perdido su nombre de soltera: “Hoy perdí mi apellido de soltera”. A partir de entonces publicaría como “Dorothy Crowfoot Hodgkin”, y este fue el nombre que utilizó la Fundación Nobel en su premio y una biografía en la que aparecía entre otros ganadores del Premio Nobel [37].

Terminada la guerra Dorothy atrajo a numerosos estudiantes y entre ellos muchas mujeres. También a colaboradores de todo el mundo y de distintas disciplinas. Una de sus alumnas fue Margaret Thatcher, futura primera ministra del reino Unido. A pesar de sus diferencias políticas Thatcher sintió por ella un profundo respeto.

El estudio de la molécula de la penicilina puso en contacto a Dorothy con empresas farmacéuticas y pudo acceder a cristales de vitamina B12, vitamina que había sido descubierta George Minot y los científicos de Merck a principios de 1948. Un poco más tarde Glaxo, en Europa, había logrado cristalizar la vitamina y se la dio a conocer a Dorothy. Esta vitamina, también conocida como Cobalamina, es una vitamina del complejo B que juega un papel fundamental en la formación de glóbulos rojos y en el mantenimiento del sistema nervioso central. Se obtiene del consumo de alimentos como carne de res, carne de aves, mariscos, huevos y productos lácteos. Cuando Dorothy descubrió que contenía cobalto, se dio cuenta de que su estructura podría determinarse mediante análisis de cristalografía con rayos X. El tamaño tan grande de la molécula, y el hecho de que apenas se tuviera información sobre los átomos, plantearon un desafío en su análisis estructural. Dorothy Crowfoot pensó que si conocía la estructura completa sería factible poder sintetizarla en cantidades suficientes. Dorothy solicitó ayuda económica a Nuffield para computación y ayuda a la investigación [38].

Más conocidos son los logros que se consiguieron con la cristalografía de rayos X en 1953 con el descubrimiento de la estructura tridimensional de la molécula del ADN por parte de Francis Crick y James Watson con la ayuda de Rosalind Franklin y Maurice Wilkins. Dorothy, junto con un grupo de colegas, fueron a Cambridge a conocer de primera mano el hallazgo [39].

Tras seis años de trabajo con la molécula de la vitamina B12, ella, John White, científico británico que trabajaba

en Princeton, y su grupo de investigación, mostraron su forma tridimensional que era nueva para la química orgánica en 1955. Desde entonces se pensó que algún día podrían resolver todas las proteínas. Ese mismo año Fred Sanger desde Cambridge dio a conocer la secuencia de aminoácidos de la insulina. Resuelto el tema de la vitamina Dorothy volvió a uno de sus temas de inicio, la insulina [40].

Dorothy Crowfoot-Hodgkin recibió una beca de la Royal Society en 1947. En 1956 le otorgó la Royal Medal en noviembre. Fue la primera mujer en recibir esta distinción. La Institución creó una cátedra para cualquier ciencia con el fin de quien la disfrutara pudiera dedicarse exclusivamente a la investigación. El nombre de Dorothy se situó en el primer puesto. La Universidad de Oxford no estaba demasiado satisfecha porque suponía un problema más que una ventaja. A la vez el Imperial College le ofreció un laboratorio de 7.000 metros cuadrados en una nueva ala del edificio de Física, pero ella prefirió Oxford [41].

En 1960 fue nombrada Profesora de Investigación de la Royal Society en Wolfson, cargo que ocupó hasta 1970. Esto le proporcionó un salario, gastos de investigación y asistencia de investigación para continuar su trabajo en la Universidad de Oxford. Fue investigadora del Wolfson College de Oxford de 1977 a 1983. También fue nombrada miembro extranjero de la Real Academia de Ciencias de los Países Bajos en 1956 y de la Academia Estadounidense de Artes y Ciencias (Boston) en 1958 [42].

En 1964 Dorothy Crowfoot Hodgkin fue galardonada con el premio Nobel de Química «por la determinación de la estructura de muchas sustancias biológicas mediante los rayos X» [43], aunque lo hubiera podido recibir mucho antes. No fue un premio compartido y fue la quinta mujer galardonada. Ella creía que Bernal lo merecía también. Los tabloides británicos titulaban “Una ama de casa de Oxford gana el premio Nobel”, “Premio Nobel para una esposa británica”. En las entrevistas le preguntaban “cómo combinaba su trabajo con una vida doméstica plena”. Era el estereotipo de entonces. No comprendían que una mujer podía haber sido educada para un desarrollo personal e intelectual pleno [44]. El dinero del premio lo depositó en un banco y cuando había alguna causa que merecía recibir ayuda económica según su criterio, lo utilizaba. Como es normal, la concesión del Nobel le cambió la vida [45].

Después del Nobel empezó a organizar un Laboratorio en Oxford parecido al que se acababa de crear en Cambridge bajo la dirección de Bragg. También pensó en David Chilton Phillips (1924-1999) que conoció en Canadá en 1952 y que en 1956 regresó a Gran Bretaña



para trabajar con Bragg en la Royal Institution para que llevara la sección de Biofísica molecular.

Por fin Oxford contaba con una base sólida para la cristalografía. Phillips y Dorothy se entendían perfectamente. Era el momento de seguir trabajando con la insulina. Pero necesitaban un equipamiento más moderno que llegó en 1968. Se incorporaron al proyecto otros científicos y finalmente lo lograron, presentándolo en el VIII Congreso Internacional de Cristalografía que se celebró en la Universidad del Estado de Nueva York en Stony Brook, Long Island. Se publicó en Nature en 1969 [46]. A partir de 1970 se publicaron casi cuatro decenas de artículos en los que se describía la estructura, bioquímica y el comportamiento biológico de la hormona [47].

En 1970 Dorothy se convirtió en rectora honoraria de la Universidad de Bristol. Lo normal es que no hubiera intervenido en nada, pero para ella era normal discutir y dialogar con los estudiantes sobre los problemas de la universidad. También recibió el encargo de revisar la constitución de la Universidad de Birmingham. Eran tiempos en los que había que aumentar la participación del personal y de los estudiantes en la toma de decisiones, aumentar la proporción de mujeres universitarias, luchar contra las presiones financieras, etc. Bristol abrió una casa que llamó "Casa Hodgkin" para estudiantes extranjeros, especialmente africanos. Participó en los actos que organizaban y aceptaba las invitaciones para visitar centros educativos en diferentes lugares. Hodgkin criticó la poca inversión en ciencia e investigación en el reino Unido y Europa, mientras crecía constantemente en los Estados Unidos. Tuvo que luchar contra los recortes a los que se sometió la Universidad de Bristol [48].

Debido a las actividades políticas de Dorothy, y la asociación de su marido Thomas con el Partido Comunista, se le prohibió viajar a los Estados Unidos en 1953.

En 1961, Thomas se convirtió en asesor de Kwame Nkrumah, presidente de Ghana. Él visitó el país durante largos períodos antes de su derrocamiento en 1966. Dorothy estaba allí con él cuando le llegó la noticia de su premio Nobel. Nunca fue comunista, pero heredó de su madre Molly una preocupación por las desigualdades sociales y la determinación de hacer todo lo posible para prevenir el conflicto armado y, en particular, la amenaza de una guerra nuclear.

Preocupada por la paz y la amenaza de una guerra llegó a ser un miembro muy activo de la organización científica por el desarme que surgió del manifiesto de Bertrand Russell y Albert Einstein, la Conferencia Pugwash [49]. Después de la segunda guerra mundial

lamentó la pérdida de tantas vidas, de los bombardeos en Japón, de la muerte de muchos amigos, familiares y conocidos. En la Conferencia participaron científicos de casi todos los países, incluida la Unión Soviética y China, y especialmente aquellos con experiencia directa de la guerra y la construcción de la bomba atómica. A lo largo de los años, la agenda de la Conferencia de Pugwash se amplió y abordó cuestiones internacionales que generalmente implicaban conflictos. Dorothy asistió a todas las reuniones desde la de Londres de 1962. Después se unió a la Fundación de ayuda médica para el Vietnam y llegó a ser su presidenta y en 1970 lo hizo además a la Comisión de Investigación de los Crímenes de Guerra de los EEUU en Vietnam que tenía su sede en Suecia. Llegó a presidir Pugwash (1976-1988) [50].

Recibió la Orden Lenin, el equivalente soviético al premio Nobel de la Paz en 1987 concedida por Mijail Gorbachov [51]. También trató de establecer lazos científicos y sociales con Extremos Oriente, especialmente con China. Su primera visita a este país tuvo lugar en 1959. Después viajó allí siete veces más.

En 1946 se creó la Unión Internacional de Cristalografía. Ayudó a restablecer las conexiones científicas que había antes de la guerra. Tenían reuniones cada tres años. La ausencia de China le preocupaba. Dorothy mantuvo contacto con cristalógrafos chinos durante muchos años, visitando y en ocasiones aprovechándose de los contactos hechos en Ghana, políticamente neutral, donde pasó mucho tiempo con Thomas. Fue miembro de la Fundación de la Internacional Union of Crystallography y su presidenta entre 1972 y 1975, pero no pudo persuadir a China de que se uniera. Lo hizo después de la destitución de la “Banda de los cuatro” en el Congreso que se celebró en Varsovia [52]. Dorothy decidió no asistir al Congreso de la Unión Internacional de Cristalografía de 1987 en Australia por motivos de la distancia. Estuvo en el Congreso de Burdeos en 1990 y en el de Beijing en 1993 sorprendiendo a amigos y familiares, ya que se encontraba muy debilitada [53].

Dorothy murió el 29 de julio de 1994 a los 84 años de edad de una hemorragia cerebral en la casa de su esposo en la aldea de Ilmington, cerca de Shipston-on-Stour, Warwickshire.

Tuvo muchas distinciones en vida. Aparte de las ya mencionadas, Order of Merit (1965); Honorary Fellow of the Royal Society of Edinburgh (1970); Baly Medal of the Royal College of Physicians (1971); The Sir Henry Dale Lecture y Honorary Fellow of the Royal College of Physicians (1974); Copley Medal (1976); President of the British Association for the

Advancement of Science (1977); Longstaff Medal of the Chemical Society (1978); Honorary Fellow of the Royal Society of Chemistry (1989); Lomonosov Gold Medal of the USSR Academy of Sciences (1983); Dimitrov Peace Prize, Bulgaria (1984) [54].

Fue miembro de estas instituciones extranjeras: Foreign Honorary Member of the American Academy of Arts and Sciences; The Akademi Leopoldina; Foreign Member of the USSR Academy of Sciences; Corresponding Member of the Bavarian Academy of Sciences; Honorary Fellow of the Royal Australian Chemical Institute The Netherlands Academy of Science; Foreign Associate of the National Academy of Sciences, Washington; Honorary Fellow of the Ghana Academy of Sciences; Honorary Fellow of the Bangladesh Physical Society; Member of the Yugoslav Academy of Sciences and Arts; Corresponding Member of the Puerto Rico; Academy of Arts and Sciences Honorary Fellow of the Indian Academy of Sciences; Honorary Member of the Royal Irish Academy; y Member of the Norwegian Academy of Science and Letters.

### **Bibliografía**

–Bragg, W. (1925). *Concerning the Nature of Things: Six Lectures delivered at the Royal Institution*. Londres, G. Bell and Sons.

–Bragg, W. (1925-26). *Old trades and new knowledge: Six lectures delivered before juvenile auditors at the Royal Institution*. Londres, G Bell & Sons

–Claramunt Vallespí, R.M. (2002). Las mujeres Premio Nobel en Química: Dorothy Crowfoot-Hodgkin o el triunfo de la cristalografía. *Revista 10cias@uned*, vol. 5, pp. 116-130.

–Dorothy Crowfoot Hodgkin – Biographical. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2021. Thu. 2 Dec 2021. <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1964/hodgkin/biographical/>

–Dorothy Hodgkin. Alchetron (2018). En: Free Social Encyclopedia for the World  
Disponble en: <https://alchetron.com/Dorothy-Hodgkin>  
<https://alchetron.com/Dorothy-Hodgkin> Consultado el 30 de noviembre de 2021.

–Dodson, G. (2002). Dorothy Mary Crowfoot Hodgkin, O.M. 12 May 1910 – 29 July 1994”. *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* (London: Royal Society), vol.48, pp. 179-219.

–Doménech, F. (2019). Dorothy Hodgkin, la mujer que vio la penicilina. Open Mind BBVA, disponible en: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/grandes-personajes/dorothy-hodgkin-la-mujer-que-vio-la-penicilina/> Consultado el 30 de noviembre de 2021.

–Ferry, G. (2019). *Dorothy Crowfoot Hodgkin: Patterns, Proteins and Peace: A Life in Science*. London-Oxford, Bloomsbury Reader.

–Hodgkin, D. M. C. (1937). *X-ray crystallography and the chemistry of the sterols*. (Tesis de PhD) (University of Cambridge)

–Linnett, J.W. (1963). Dr. F.M. Brewer, C.B.E. Obituaries. *Nature*, vol. 196, pp. 244-245

–Martínez Pulido, C. “Capturada por la Química: Dorothy Crowfoot Hodgkin”. *Mujeres con ciencia* (11 mayo 2016). Disponible en <https://mujeresconciencia.com/2016/05/11/capturada-la-quimica-dorothy-crowfoot-hodgkin/> Consultado el 30 de noviembre de 2021.

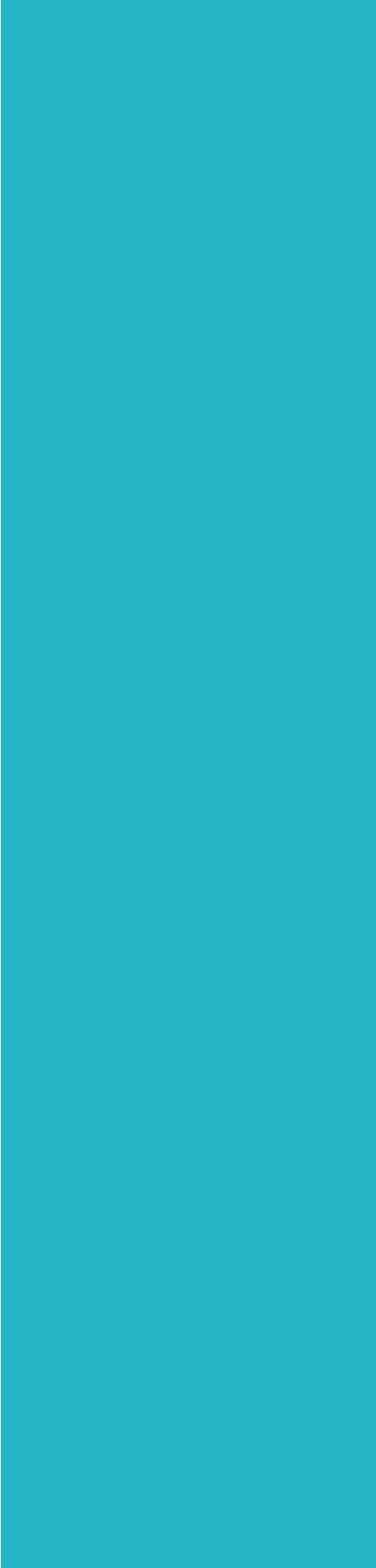
–The Nobel Prize in Chemistry 1964. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2021. Thu. 2 Dec 2021. <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1964/summary/>

–Thiel, K. (2017). Dorothy Hodgkin. Biochemist and Developer of Protein Crystallography. New York, Cavendish Square.

## Notas

- [1] Dorothy Hodgkin. Alchetron (2018).
- [2] Dodson, G. (2002), pp. 213-215; Ferry, G. (2019)
- [3] Dodson, G. (2002), p. 215
- [4] Dodson, G. (2002), p. 181-182
- [5] Ferry, G. (2019), pp. 10-34; Thiel, K. (2017), pp. 9-10
- [6] Doménech, F. (2019)
- [7] Ferry, G. (2019), pp. 7-10; Thiel, K. (2017), pp.11-12; Dodson, G. (2002), pp-182-183
- [8] Seis coinferencias sobre cómo ve la Física moderna la Naturaleza. Publicado por vez primera en 1925.
- [9] El libro Old trades... se publicó por vez primera en 1925-26.
- [10] Martínez Pulido, C. “Capturada por la Química: Dorothy Crowfoot Hodgkin”. *Mujeres con ciencia* (11 mayo 2016); Dorothy Crowfoot Hodgkin – Biographical.
- [11] Claramunt, Vallespí, R. (2002), p. 117
- [12] Dodson, G. (2002), p. 183
- [13] Linnett, J.W. (1963).
- [14] Ferry, G. (2019), 37-74; Dodson, G. (2002), pp. 183-185
- [15] Martínez Pulido, C. “Capturada por la Química: Dorothy Crowfoot Hodgkin”. *Mujeres con ciencia* (11 mayo 2016).

- [16] Ferry, G. (2019), pp. 37-74; Thiel, K. (2017), pp. 15-16
- [17] Ferry, G. (2019), p. 37-74
- [18] Dorothy Crowfoot Hodgkin – Biographical.
- [19] Powell, H.M.; Croowfoot, D.M. (1932) y Powell, H.M.; Croowfoot, D.M. (1934)
- [20] Claramunt Vallespí, R. (2002), pp. 118-119
- [21] Dodson, G. (2002), pp. 185-186; Tyel, K. (2017), pp. 16-17
- [22] Dodson, G. (2002), pp. 187-188
- [23] Dodson, G. (2002), p. 186
- [24] Dodson, G. (2002), p. 186
- [25] Claramunt Vallespí, R. (2002), pp. 122-123
- [26] Hodgkin, D. M. C. (1937).
- [27] Dodson, G. (2002), p. 187
- [28] Dorothy Crowfoot Hodgkin – Biographical.
- [29] Claramunt Vallespí, R. (2002), p. 123
- [30] Ferry, G. (2019), pp. 129-130
- [31] Claramunt Vallespí, R. (2002), p. 123; Dodson, G. (2002), p. 208, p. 186, p. 200, y p. 2004
- [32] Ferry, G. (2019), p. 168
- [33] Nature, vol. 144, pp. 1011-1012.
- [34] Claramunt Vallespí, R. (2002), p. 124-125
- [35] Dodson, G. (2002), pp. 187-196
- [36] Ferry, G. (2019), pp. 169-212; Claramunt Vallespí, R. (2002), p. 124-125
- [37] Dorothy Hodgkin. Alchetron (2018).
- [38] Ferry, G. (2019), pp. 213-263; Claramunt Vallespí, R. (2002), pp. 125-126; Dodson, G. (2002), pp. 194-195; Dorothy Hodgkin. Alchetron (2018).
- [39]. Claramunt Vallespí, R. (2002), p. 126; Dorothy Hodgkin. Alchetron (2018).
- [40] Ferry, G. (2019), pp. 213-263; Claramunt Vallespí, pp. 125-126
- [41] Claramunt Vallespí, R. (2002), p. 126; Ferry, G. (2019), p. 256
- [42] Dorothy Hodgkin. Alchetron (2018).
- [43] The Nobel Prize in Chemistry 1964
- [44] Doménech, F. (2019)
- [45] Ferry, G. (2019), pp. 264-305; Claramunt Vallespí, R. (2002), pp. 127-128
- [46] Nature 1969, vol. 224, pp. 49-495 firmaban 10 autores. Y agradecimiento a 23 personas
- [47] Sobre los detalles del estudio de la insulina puede verse Dodson, G. (2002), pp. 207-211; Dorothy Hodgkin. Alchetron (2018).
- [48] Dodson, G. (2002), pp. 211-212
- [49] Fundadas en 1957 en Pugwash, Nueva Escocia, Canadá, después de la publicación del Manifiesto Russell-Einstein en 1955. Los primeros quince años coincidieron con la crisis de Berlín, la de los misiles cubanos, la invasión de Checoslovaquia y la guerra de Vietnam. Pugwash jugó un papel útil en la apertura de canales de comunicación. Durante la Guerra Fría, la Conferencia de Pugwash se convirtió en una conferencia de fachada para la Unión Soviética, cuyos agentes a menudo lograron debilitar la crítica de Pugwash a la URSS y, en cambio, se concentraron en culpar a Estados Unidos y Occidente. Tras el final de la Guerra Fría, Pugwash se está centrando en disminuir la prominencia de las armas nucleares y promover un mundo libre de armas nucleares y de otras armas de destrucción masiva. Desde 1988 también se ha preocu-



pado por cuestiones ambientales. De la Conferencia Pugwash en 1965 surgió la Fundación Internacional para la Ciencia que otorga subvenciones a científicos jóvenes en países de bajos ingresos para que trabajen en los recursos hídricos locales y la biología. Dorothy Hodgkin fue presidenta de Pugwash entre 1976 y 1988. Le sucedió el físico Joseph Rotblat.

[50] Dodson, F.R.S. (2002), p. 215-216; Ferry, G. (2019), pp. 306-347

[51] Doménech, F. (2019)

[52] Dodson, F.R.S. (2002), p.216

[53] Dodson, G. (2002), pp. 216-217

[54] Dodson, G. (2002), ofrece un listado de los méritos y de su pertenencia a instituciones nacionales y extranjeras, p. 217.