

## Rosalind Franklin (1920-1958)

Beatriz S. Méndez

Departamento de Química Biológica. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina

Contacto: Beatriz S. Méndez - bea@qb.fcen.uba.ar

fig1

*Tapa de Time Magazine (1953) Rosalind Franklin Visionary Scientist.*

*“La ciencia y la vida diaria no pueden y no deberían separarse. La ciencia, a mi entender, da una explicación parcial de la vida y su base son hechos, experiencia y experimentación...Estoy de acuerdo en que la fe es esencial para triunfar en la vida...Desde mi punto de vista todo lo que demanda la fe es creer que dando lo mejor de nosotros vamos a acercarnos al éxito y que el éxito de nuestros objetivos (mejorar el presente y el futuro de la humanidad) es algo que vale la pena lograr”. Carta a su padre, 1940*

Rosalind Franklin nació en Londres el 26 de julio de 1920. Hija de una familia culta y de muy buena posición económica tuvo una excelente educación familiar y escolar. En su hogar aprendió a pensar por sí misma y a defender sus ideas y convicciones. Tal vez, como se vio más adelante, esta actitud pudo ser perjudicial en esos tiempos.

Se educó en escuelas privadas de alto nivel distinguiéndose en ciencias, latín e idiomas extranjeros. Una anécdota, que ya perfilaba sus intereses científicos, se dio al obtener a los 15 años como premio escolar un libro de su elección. El elegido fue *New Pathways in Science* que trataba entre otros temas la teoría cuántica y energía sub atómica.

A los 18 años Rosalind entró en la Universidad de Cambridge para estudiar Ciencias Naturales. Allí por supuesto se destacó como estudiante y también participó en varias de las sociedades estudiantiles que poblaban Cambridge. Obtuvo su graduación luego de tres años de estudio, los últimos dos durante la segunda guerra mundial y recibió una beca de la Universidad que le permitió encarar su doctorado. El tema desarrollado fue a partir de su observación sobre la capacidad de los poros del carbón para permitir el pasaje de moléculas de determinado tamaño. Obtuvo su doctorado en 1945, a la par que produjo cinco publicaciones en revistas científicas. Estas tareas coincidieron con el fin de la guerra lo que le permitió mayor libertad para elegir temas para su etapa postdoctoral.

Distintos contactos en conferencias científicas la acercaron al equipo presidido por Jaques Mering que mediante difracción de rayos X estudiaba la estructura de sustancias amorfas, entre ellas el rayón. Fue así como en 1947 Rosalind se integró, como investigadora postdoctoral, a dicho equipo en el Laboratorio Central de Servicios Químicos del Estado en París y se convirtió en una consumada experta en el estudio de estructuras mediante difracción de rayos X. Analizó principalmente el proceso de transformación del

carbón amorfo en grafito cristalino. La importancia de los estudios, además de las publicaciones, incluída una en Nature, tenía consecuencia social ya que en la época el carbón se usaba en la industria, en los hogares y en la confección de máscaras de protección para distintas actividades.

Aunque apreciaba el ambiente en Francia comprendió que debía retornar a su país y en enero de 1951 ingresó en el laboratorio de biofísica del King's College en Londres. Dada su experiencia en difracción de rayos X, John Randall que dirigía la Unidad de Biofísica, decidió que aplicara dicha tecnología al estudio de la estructura de DNA y le asignó a Raymond Gosling, estudiante de doctorado, como su ayudante. En realidad ese trabajo ya había sido iniciado por Maurice Wilkins y Gosling pero con equipos poco avanzados. Como Randall no le comunicó a Wilkins su decisión, allí se estableció una tremenda fricción entre ambos científicos que empañó el logro que se alcanzaría con la dilucidación de la estructura. Aunque hubo más implicados en el tema, desde el principio conviene incluir a Randall quien pensaba que la competencia entre científicos hace adelantar la ciencia.

Rosalind, al poco tiempo de estar en el laboratorio descubrió el B DNA o sea la estructura que se obtiene en condiciones de alta humedad. En medios no acuosos se encuentra la forma A DNA. Un logro verdaderamente importante.

La estadía en King's se hacía extremadamente incómoda por la relación entre Wilkins y Rosalind. Aumentada aún más por la presencia de James Watson que trataba de averiguar todos los datos de los estudios sobre DNA que ella y Gosling estaban realizando.

Watson no tenía una ocupación fija en Cambridge luego de su participación como estudiante en el grupo de los Fagos de la costa oeste norteamericana y estaba obsesionado por descubrir la estructura del DNA. Para ello contó con la colaboración de Francis Crick quien buscaba nuevos horizontes para sus investigaciones en la universidad. Tras escuchar la presentación de Rosalind sobre B DNA ambos decidieron poner manos a la obra en el análisis de la estructura. El primer experimento no fue exitoso ya que lograron una triple hélice dados sus escasos conocimientos de Química.

Por la molesta situación que había en King 's<sup>1</sup> Franklin decidió partir hacia otro laboratorio, Birbeck College, pero un año antes de su partida mediante la mejora que había introducido en los métodos de difracción por rayos X obtuvo junto su becario Gosling la famosa foto 51 del B DNA, el 6 de mayo de 1952.

fig1

Foto 51.

Esta es la histórica foto que reveló la estructura del DNA. Perfecta y hermosa fue objeto de culto y objeto del robo que empañó la gloria de su hallazgo (*ver más adelante algunos entre muchos reconocimientos*).

Basada en sus conocimientos de la composición del DNA y de técnicas matemáticas Franklin sacó varias conclusiones de la foto. Concluyó que las cadenas tenían forma helicoidal y que cada vuelta de la hélice involucraba a 10 nucleótidos, además que las bases estaban en el interior de la hélice y los fosfatos hacia el exterior y concluyó que el DNA tenía dos cadenas.

Tras la partida de Franklin, que igual continuaba como directora de tesis de Gosling, este volvió a trabajar con Wilkins y le mostró la foto 51 ocho meses después de haber sido tomada. Wilkins entregó la foto a Watson, el robo que condujo a la estructura del DNA. Watson postuló que las bases en el interior de la hélice estaban unidas por puente de hidrógeno. Pero además se hicieron de otra información, Crick vio en

el Medical Research Council un informe de Rosalind que le ayudó a deducir que las cadenas complementarias estaban orientadas en direcciones opuestas. Esas fueron las informaciones importantes que les permitieron formular la estructura de la doble hélice unida en el interior por puentes de hidrógeno entre las bases.

Los trabajos de los tres laboratorios fueron publicados en Nature en 1953 y el primero, firmado por Watson y Crick llevaba la siguiente aclaración (*También nos estimuló el conocimiento de la naturaleza general de los resultados experimentales e ideas de Dr. MHF Wilkins y Dr RE Franklin y sus colaboradores en el King's College, Londres*). Se debe destacar que la utilización de la famosa foto 51 y del resto de los datos fue sin el consentimiento de Rosalind.

Crick reconoció la labor de Rosalind, aunque tardíamente, en una carta a Monod en 1961: *“Sin embargo, los datos que realmente nos ayudaron a obtener la estructura fueron principalmente obtenidos por Rosalind Franklin, que murió hace unos pocos años”*.

En cuanto a Watson, no solo en su libro La Doble Hélice admitió que: *“Por supuesto Rosy no nos dio sus datos directamente, es más, nadie en el King's sabía que los teníamos”* sino que además se burla de ella de una forma de que resulta imposible de creer: Ejemplo entre otros comentarios *“Nunca hubo lápiz de labios que contrastara con su cabello lacio y negro, mientras que a la edad de treinta años su ropa mostraba toda la imaginación de las intelectuales inglesas adolescentes”*.

fig1

*Tal vez no necesitase maquillaje.*

La foto 51 no fue el único escándalo de Watson, otro, de origen racial, es más reciente<sup>2</sup>.

En Birbeck College Rosalind continuó dirigiendo la tesis de Gosling que redundó en tres publicaciones, una de las cuales mostró la primera evidencia de doble hélice en la llamada en aquel entonces la forma A del DNA.

El tema que siguió en esta institución y en el que obtuvo brillantes conclusiones fue principalmente el estudio del virus del mosaico del tabaco, TMV, por sus siglas en inglés. Formó un grupo para desarrollar dicho tema del cual partieron varias publicaciones. En 1955 Franklin publicó en Nature el trabajo en el cual describía que todas las partículas del virus tenían la misma longitud. Su hallazgo, que se probó que era correcto, contradecía lo aceptado hasta ese entonces y que había sido propuesto por N.Pirie quien aisló dicho virus en 1936. Los estudios prosiguieron con publicaciones de calidad novedosa y excelente. En un trabajo conjunto con Commoner detectaron la inesperada presencia de proteínas anormales en TMV. Con su estudiante de doctorado Kennet Holmes pusieron en evidencia que proteínas en forma de hélice formaban la cubierta del virus. La actividad científica que desplegó en Birbeck fue numerosa y de gran importancia. Lo prueban los excelentes trabajos que publicó y los publicados después de su muerte.

Comenzó a tener problemas de salud en 1956, y una operación detectó tumores en su abdomen. Sin embargo siguió trabajando junto con su grupo generando resultados: siete artículos en 1956 y seis más en 1957. A finales de 1957, Franklin enfermó nuevamente y redactó su testamento.

Murió el 16 de abril de 1958 en Londres.

## Recuadro 1: Algunos entre muchos reconocimientos

fig1 The Royal Mint emitió la segunda moneda de la serie 'Innovación en la ciencia' centrada en Rosalind Franklin con motivo del centenario de su nacimiento (*Photograph 51*)

Una relación importante fue la establecida con Aaron Klug que también trabajaba en Birbeck. Los unió una amistad personal y científica. Klug recibió el Premio Nobel 1982 por sus estudios sobre la estructura de complejos de ácidos nucleicos y proteínas y en su discurso de aceptación expresó:

*“Al tratar de entender cómo interactúan los ácidos nucleicos y las proteínas, uno tiene que empezar con un problema particular, y puedo decir que no merezco ningún crédito por la elección de mi primer tema, el virus del mosaico del tabaco. Fue the late (la ya fallecida) Rosalind Franklin quien me introdujo en el estudio de los virus y a quien yo tuve la suerte de encontrar cuando me uní al departamento de J.D. Bernal en Londres en 1954. Ella ya había dejado el estudio de DNA por el del virus del mosaico del tabaco que había sido comenzado por Bernal en 1936. Fue Rosalind Franklin quien me dio el ejemplo para encarar problemas grandes y difíciles. Si su vida no hubiera sido tan trágicamente corta, ella muy bien podría haber estado en este lugar en una ocasión anterior”*

Editorial de Nature 583, 492 (2020) (fragmentos):

*Es una farsa decir que a Franklin principalmente se la recuerda por no recibir el crédito merecido por sus contribuciones al descubrimiento de la estructura del DNA. Esa parte de la historia de la vida de Franklin nunca debe ser olvidada, pero ella fue mucho más que la heroína “explotada”, y es hora que se la reconozca por la amplitud y la profundidad de su carrera en la investigación científica.*

*Es debido a Franklin, sus colaboradores y sucesores que en la actualidad los científicos son capaces de utilizar herramientas como la secuenciación del DNA y la cristalografía de rayos X para investigar virus como SARS-CoV-2.*

The double helix and the 'wronged heroine.

*En 1962, James Watson, Francis Crick y Maurice Wilkins recibieron el premio Nobel por el descubrimiento de la estructura del DNA. Notoriamente ausente estuvo Rosalind Franklin, cuya fotografía de rayos X-contribuyó directamente al descubrimiento de la doble hélice. La muerte prematura de Franklin combinada con el trato misógino del grupo científico masculino, la convirtió en un ícono. Ese mito ensombreció su fuerza intelectual e independencia, tanto como científica, como persona. Brenda Madox, Nature 421, 407–408 (2003). <https://doi.org/10.1038/nature01399>*

1993. El King's College renombró la Residencia Orchard como Rosalind Franklin Hall en su campus de Hampstead.

1997. La Escuela de Cristalografía de Birkbeck, Universidad de Londres, inauguró el Laboratorio Rosalind Franklin.

2004, La Universidad de Finch de Ciencias de la Salud y la Escuela Médica de Chicago, cambiaron su nombre por el de Universidad de Medicina y Ciencias Rosalind Franklin. También adoptó el nuevo lema “Vida en el Descubrimiento”, y comenzó a utilizar la fotografía 51 como su logo.

2007. La Universidad de Groningen, apoyada por la Unión Europea, lanzó el programa de becas Rosalind Franklin para alentar a investigadoras a convertirse en profesoras universitarias de tiempo completo

2012. Se inaugura en la Universidad de Nottingham Trent el edificio de investigación Rosalind Franklin, que fue un proyecto multimillonario.

## Recuadro 2: Algunas publicaciones de Rosalind Franklin

**Klug A, Franklin RE, Humphreys-Owen SP** (1959) The crystal structure of Tipula iridescent virus as determined by Bragg reflection of visible light. *Biochimica Et Biophysica Acta* 32: 203-19. DOI: 10.1016/0006-3002(59)90570-0

**Holmes KC, Franklin RE** (1958) The radial density distribution in some strains of tobacco mosaic virus. *Virology* 6: 328-36. DOI: 10.1016/0042-6822(58)90086-2

**Franklin RE, Klug A, Finch JT, Holmes KC** (1958) On the structure of some ribonucleoprotein particles. *Discussions of the Faraday Society* 25: 197-198. DOI: 10.1039/DF9582500197

**Klug A, Franklin RE** (1958) Order-disorder transitions in structures containing helical molecules *Discussions of the Faraday Society* 25: 104-110. DOI: 10.1039/DF9582500104

**Klug A, Finch JT, Franklin RE** (1957) The structure of turnip yellow mosaic virus; x-ray diffraction studies. *Biochimica Et Biophysica Acta* 25: 242-52. DOI: 10.1016/0006-3002(57)90465-1

**Klug A, Finch JT, Franklin RE** (1957) Structure of turnip yellow mosaic virus. *Nature* 179: 683-4. DOI: 10.1038/179683b0

**Klug A, Franklin RE** (1957). The reaggregation of the A-protein of tobacco mosaic virus. *Biochimica Et Biophysica Acta* 23: 199-201. DOI: 10.1016/0006-3002(57)90306-2

**Watt JD, Franklin RE** (1957) Changes in the structure of carbon during oxidation. *Nature* 180: 1190-1191. DOI: 10.1038/1801190a0

**Franklin RE, Holmes KC** (1956) The helical arrangement of the protein subunits in tobacco mosaic virus. *Biochimica Et Biophysica Acta* 21: 405-6. DOI: 10.1016/0006-3002(56)90043-9

**Franklin RE, Klug A** (1956) The nature of the helical groove on the tobacco mosaic virus particle; x-ray diffraction studies. *Biochimica Et Biophysica Acta* 19: 403-16. DOI: 10.1016/0006-3002(56)90463-2

**Franklin RE** (1956) X-ray diffraction studies of cucumber virus 4 and three strains of tobacco mosaic virus. *Biochimica Et Biophysica Acta* 19: 203-11. DOI: 10.1016/0006-3002(56)90421-8

**Franklin RE, Gordon RL** (1956) Summarized proceedings of a conference on the structures of semi-crystalline and non-crystalline materials - Londres, Noviembre 1955. *British Journal of Applied Physics*. 7: 385-394. DOI: 10.1088/0508-3443/7/11/401

**Franklin RE** (1956) Structure of tobacco mosaic virus: Location of the ribonucleic acid in the tobacco mosaic virus particle. *Nature* 177: 928-930. DOI: 10.1038/177928b0

**Franklin RE** (1956) Homogeneous and heterogeneous graphitization of carbon . *Nature* 177: 239. DOI: 10.1038/177239a0

**Franklin RE, Commoner B** (1955) Abnormal protein associated with tobacco mosaic virus; x-ray diffraction by an abnormal protein (B8) associated with tobacco mosaic virus. *Nature* 175: 1076-7. DOI: 10.1038/1751076a0

**Franklin RE** (1955) Structure of tobacco mosaic virus. *Nature* 175: 379-81. DOI: 10.1038/175379a0

- Franklin RE** (1955) Structural resemblance between Schramm's repolymerised A-protein and tobacco mosaic virus. *Biochimica Et Biophysica Acta* 18: 313-4. DOI: 10.1016/0006-3002(55)90088-3
- Franklin RE, Klug A** (1955) The splitting of layer lines in X-ray fibre diagrams of helical structures: application to tobacco mosaic virus. *Acta Crystallographica* 8: 777-780. DOI: 10.1107/S0365110X55002399
- Franklin RE, Gosling RG** (1955) The structure of sodium thymonucleate fibres. III. The three-dimensional Patterson function. *Acta Crystallographica* 8: 151-156. DOI: 10.1107/S0365110X55000595
- Franklin RE, Gosling RG** (1953) Evidence for 2-chain helix in crystalline structure of sodium deoxyribonucleate. *Nature* 172: 156-7. DOI: 10.1038/172156a0
- Franklin RE, Gosling RG** (1953) Molecular configuration in sodium thymonucleate. *Nature* 171: 740-1. DOI: 10.1038/171740a0
- Franklin RE** (1951) Les carbones graphitisables et non-graphitisables. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 232: 232-234
- Franklin RE** (1950) Influence of the bonding electrons on the scattering of X-rays by carbon. *Nature* 165: 71. DOI: 10.1038/165071a0
- Franklin RE** (1949) Study of the fine structure of carbonaceous solids by measurements of true and apparent densities: Part I.- Coals. *Transactions of the Faraday Society* 45: 274-286.
- Franklin RE** (1949) A study of the fine structure of carbonaceous solids by measurements of true and apparent densities: Part II.- Carbonized coals. *Transactions of the Faraday Society* 45: 668-682.
- Bangham DH, Franklin RE** (1946) Thermal expansion of coals and carbonised coals. *Transactions of the Faraday Society* 42: B289-B294. DOI: 10.1039/TF946420B289

Los trabajos de los años 1958 y 1959 fueron publicados después de su muerte

## Notas al pie

1. El *King's College* se había formado como una institución exclusivamente masculina desde su fundación a principios del siglo XIX. A la llegada de Franklin, pese a que las mujeres ya podían obtener títulos de licenciatura e incluso trabajar en el centro, todavía existían vestigios importantes de aquella cultura segregacionista. Esta cultura no era, ni mucho menos, exclusiva de dicha institución. El comedor y «club social» del *King's* era todavía de acceso restringido a hombres y las mujeres no podían más que comer junto a los estudiantes pre-doctorales o hacerlo fuera del centro.

2. Watson también tenía prejuicios raciales. En una entrevista en 2007 para The Sunday Times of London Magazine, le dijo a la periodista que se sentía pesimista con respecto a África porque “*todas nuestras políticas sociales consideran que su inteligencia es igual a la nuestra, mientras que todas las pruebas señalan lo contrario*”. Y agregó “*la gente que tiene que lidiar con empleados negros se da cuenta que no todos somos iguales*”. Después de esta entrevista perdió la ayuda de muchos de sus patrocinadores por lo cual en otro gesto mundano puso su Premio Nobel en subasta en Christie's. Los premios consisten en un medalla de oro con la imagen del fundador del premio y en el caso de Crick, ya fallecido, se había vendido en remate el año anterior por dos millones de dólares. [/www.nytimes.com/2014/12/04/nyregion/james-watson-puts-nobel-medal-on-auction-block-at-christies.html](http://www.nytimes.com/2014/12/04/nyregion/james-watson-puts-nobel-medal-on-auction-block-at-christies.html)

Aunque parezca mentira existe una especie de comercio por parte de ganadores del Nobel. Hay casos en que el premiado lo vende y en otros su familia después de muertos. Un caso especial fue el de la familia de William Faulkner. En 2013 la subasta no llegó a los 500.000 dólares y lo retiraron. Otro caso interesante, fue el de nuestro Carlos Saavedra Lamas, premio Nobel de la Paz de 1936. Saavedra Lamas murió en 1959 y el premio pasó desde entonces por varias manos hasta que se vendió en una subasta en Nueva York por 1.16 millones de dólares a un comprador anónimo de origen asiático. Solo dos Nobel de la Paz fueron a remate, la medalla a William Randal Cremer en 1903, se vendió en Sotheby's en 1985 por \$9,168(dólares). Si, pasado un tiempo se trata de un tema de dinero.

## Referencias

1. **Famous Scientists** (2020) Rosalind Franklin [www.famousscientists.org/rosalind-franklin/](http://www.famousscientists.org/rosalind-franklin/).
2. **Lorena Vetancourt** (2019) Homenaje a Rosalind Franklin. *Logia Beauvoir* <https://logiabeauvoir.home.blog/2019/07/26/homenaje-a-rosalind-franklin/>
3. **Maddox, Brenda** (2003). Rosalind Franklin: The Dark Lady of DNA. *London: Harper Collins*. ISBN 0-00-655211-0
4. **Watson JD** (1968) The Double Helix , a personal account of the discovery of the structure of DNA. *London: Weidenfeld and Nicholson*

The Churchill Archives Centre en Cambridge, Inglaterra, es el repositorio de las publicaciones de Rosalind Franklin. La colección contiene fotografías, correspondencia, diarios, artículos publicados, conferencias, cuadernos de laboratorio y apuntes de investigación.

**Química Viva**

ISSN 1666-7948

[www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar](http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar)

Revista Química Viva

Volumen 19, Número 3, Diciembre de 2020

ID artículo: E0193

DOI: no disponible

[Versión online](#)