

Rosalind Franklin: una vocación científica inquebrantable

Roser Gonzàlez-Duarte

Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona

“Rosalind Franklin (1920-1958) desempeñó un papel decisivo en uno de los avances más trascendentales de la ciencia del siglo XX: el descubrimiento de la estructura del DNA, la molécula que transmite la información de la herencia en todos los seres vivos, desde las bacterias al hombre. La estructura es la de la famosa doble hélice, que fue propuesta por primera vez por James Watson y Francis Crick, en Cambridge, en 1953. Una buena parte de los datos en que estaba basado este modelo provenía de los estudios de Rosalind Franklin en el King’s College de Londres. (...) Las contribuciones de Rosalind Franklin a la resolución de la estructura del DNA fueron cruciales. (...) Sentó las bases para el estudio cuantitativo de los diagramas de difracción y, después de la formulación del modelo de Watson y Crick, demostró que la estructura de doble hélice era consistente con los diagramas de difracción de rayos X de las dos formas A y B.”

Sir Aaron Klug, premio Nobel de Química 1982,
en el prólogo del libro *Rosalind Franklin y el DNA*, de Anne Sayre

Rosalind Franklin nació el 25 de julio de 1920 en Londres, siendo la primera hija, después de un varón, de una familia anglo-judía que cumplía con todos los estándares de la clase alta, con una estructura patriarcal sólida y una vida diaria que discurría en un ambiente familiar agradable y consecuente con los valores tradicionales. Sus padres, Ellis y Muriel Franklin, tenían antepasados notables. Jacob Waley, bisabuelo de Rosalind por línea materna, ingresó en la Universidad de Londres a la edad de 13 años para estudiar matemáticas. Era un hombre culto y brillante que más tarde se convirtió en un conocido abogado y ganó una cátedra de política económica. Escribió un libro sobre protocolos y relaciones de compraventa que aún hoy se mantiene vigente. Una hija suya, Cissie, fue la fundadora del Sindicato de Mujeres Judías y de la Oficina para la Ayuda en la Educación, organización que financiaba los estudios a jóvenes sin recursos económicos. En la familia se decía que Rosalind Franklin se parecía mucho a ella, tanto en lo físico como en la personalidad. Además,

varios miembros de la rama materna habían demostrado un talento especial para la literatura, la música y la pintura. En la otra rama de la familia, Caroline Franklin, abuela paterna de Rosalind, fue una autoridad en pedagogía y alcanzó una alta reputación como directora del Comité de Escuelas Londinenses en barrios marginales. Fundó el Club de Jóvenes Judíos del Este de Londres y se hizo cargo de un centro de asistencia para madres solteras y mujeres “desdichadas”. En la familia Franklin se consideraba que las mujeres debían dedicarse a las tareas sociales, y cuando Rosalind manifestó su intención de ir a la Universidad frustró los deseos de su padre, que defendía insistentemente que no era sensato dar una educación profesional a las mujeres y, aun admitiendo que pudiera haber excepciones, no deseaba ver a Rosalind entre ellas.

Desde los 15 años, cuando ya había demostrado en la escuela de St. Paul’s, famosa por su exigencia y rigor en la enseñanza, sus cualidades intelectuales, Rosalind Franklin tuvo muy claro

qué quería hacer. Presentía que su elevada dosis de racionalidad era difícilmente compatible con los temas de asistencia social, a los que sólo podría dar respuestas circunstanciales y subjetivas. No sin esfuerzo logró convencer a su padre de que la dejara ir a la Universidad, y en 1938 se matriculó en el Newnham College de Cambridge, institución exclusivamente femenina. Las alumnas de Newnham, al igual que las matriculadas en otros Colleges femeninos de Oxford y Cambridge, no eran consideradas “miembros de la Universidad”. A pesar del elevado grado de rendimiento y competencia que demostraban las mujeres en las diferentes carreras, el “privilegio” de la educación universitaria sólo podía concretarse en un grado de licenciatura “nominal”, sin poder alcanzar el de *Master of Arts*, reservado a los hombres, que confería el derecho a formar parte del órgano legislativo y por tanto a pertenecer al Senado de la Universidad. Esta discriminación se mantuvo hasta 1947.

La vida del *college* no fue excesivamente gratificante para Rosalind, pero resultó importante para su formación personal. En el segundo año de carrera estalló la guerra y muchos profesores, en algún caso departamentos enteros, fueron movilizados o desplazados a centros de investigación para trabajar en temas directamente relacionados con la guerra. Esta circunstancia empobreció la vida académica y generó un gran desconcierto. Fue así como Rosalind desarrolló la costumbre de trabajar por propia iniciativa, algo que mantuvo a lo largo de toda su vida profesional. Finalmente, en 1940, obtuvo la licenciatura, y aunque no consiguió la calificación de *first*, frustración que hizo mella en su autoestima, recibió comentarios extremadamente elogiosos del profesor de química y física, que le comunicó que su examen había sido excepcionalmente bueno.

Con sólo 22 años, y después de un breve periodo de investigación en el grupo de R.G.W. Norrish de la Universidad de Cambridge, recibió una oferta para investigar en la Asociación Británica para la Investigación sobre la Utilización del Carbón (BCURA), institución que tenía como objetivo aplicar los últimos conocimientos obtenidos en laboratorios pioneros, como el Cavendish de Cambridge, para una mejor utiliza-

ción del carbón como combustible de guerra. Allí se unió a un grupo de físicos jóvenes y realizó trabajos muy valiosos sobre la microestructura del carbón. De las cinco publicaciones científicas que realizó entre 1942 y 1946, figura como única autora en tres de ellas. Durante este periodo escribió además su tesis doctoral, que presentó en Cambridge en 1945. En el mundo de las microestructuras del carbón, Rosalind no sólo puso orden en un campo en el cual hasta entonces sólo había habido caos, sino que hizo contribuciones que aún hoy son referencia obligada y, personalmente, descubrió su pasión por la cristalografía.

Cuando terminó la guerra, Rosalind Franklin tenía la sensación de haber estado enjaulada durante demasiado tiempo en unas circunstancias tristes y agotadoras. En 1946 escribió a su buena amiga Adrienne Weill, intelectual, científica brillante y feminista convencida, con quien había mantenido una excelente relación en Cambridge, y le preguntó si conocía a alguien que necesitase una físico-química, pues ella se sentía libre y con ganas de dejar el trabajo. Adivinando sus deseos, Adrienne aprovechó un congreso en Londres sobre los avances en la investigación del carbón para presentarle a Marcel Mathieu, científico reconocido que además había alcanzado la reputación de héroe durante la resistencia. Mathieu quedó impresionado de la calidad del trabajo de Rosalind Franklin y pocos meses después, a principios de 1947, fue contratada en París como investigadora del Laboratorio Central de Servicios Químicos del Estado. No sólo esta oferta representaba un cierto triunfo personal, muy importante para ella después de los difíciles años en la BCURA, donde había trabajado mucho y en condiciones muy duras, sino que además Francia le brindó la oportunidad de una nueva forma de vivir, muy alejada del peso de las conductas tradicionales y los convencionalismos anglosajones. Allí continuó sus estudios sobre la estructura del carbón hasta 1950. Este periodo de su vida profesional es el que luego recordaría con más intensidad y añoranza, en el que además de su juventud y un ambiente abierto, cordial y amigable, en el laboratorio tuvo todo a su favor.

El mecanismo que explica cómo los seres vivos transmiten de generación en generación

sus características físicas no se intuía hasta que Mendel propuso las famosas leyes de la herencia, basadas en la transmisión de unos factores indivisibles, que hoy llamamos genes. Aunque los estudios genéticos en organismos muy diversos demostraban la universalidad de las leyes de la herencia, la naturaleza química del gen no se descubrió hasta mediados del siglo XX, unos cincuenta años más tarde del redescubrimiento del mendelismo. La idea errónea, ampliamente aceptada, que preconizaba que el material genético debía estar formado por proteínas, retrasó el descubrimiento de la verdadera naturaleza de los factores de la herencia aun después de disponer de evidencias claras a favor del DNA. De hecho, la falta de resultados convincentes con las proteínas estimuló la dedicación y el interés de científicos relevantes para descubrir el “secreto de la vida”.

Uno de los equipos que iba a desempeñar un papel relevante en este descubrimiento era la Unidad de Biofísica del King's College de Londres, creada a instancias de la Royal Society y del Medical Research Council (MRC), y dirigida por un físico reconocido: Sir John T. Randall. De acuerdo con las inquietudes del momento, esta unidad había sido designada para aplicar técnicas físicas, principalmente la cristalografía de rayos X, al estudio de moléculas biológicas relevantes, entre las que se encontraban en primera línea los ácidos nucleicos. Para reforzar esta línea de trabajo, Rosalind Franklin se incorporó al equipo de la Unidad de Biofísica en 1951. El King's era un centro de prestigio, fundado en 1829 por la Iglesia de Inglaterra, enraizado en la más pura tradición anglicana y dominado enteramente por hombres. No es de extrañar, pues, que una de las primeras indicaciones que recibió Rosalind Franklin al llegar fue que había dos comedores, uno exclusivamente masculino, frecuentado por clérigos, directores y miembros del claustro, y otro para el resto del personal. Al ambiente restrictivo del College, subrayando el peso de la tradición, que dificultaba la incorporación de una científica joven, ilusionada y entusiasta, con experiencia y profesionalidad más que suficientes para dirigir su propia línea de investigación, se sumaba el aspecto gris y triste de un Londres aún no recuperado de las graves

heridas de la guerra y, por encima de todo, la falta de aceptación e incluso la hostilidad manifiesta de algunos miembros del equipo receptor. Esta actitud se explicaba, en parte, porque el trabajo que Randall había asignado de forma clara y concreta a Rosalind, por carta y personalmente en las entrevistas previas a su incorporación, colisionaba frontalmente con los intereses y objetivos de Maurice Wilkins, el subdirector del grupo, que tenía experiencia previa sobre el estudio del DNA y asumió desde el primer momento que Rosalind Franklin no realizaría una investigación independiente sino que trabajaría bajo su dirección.

Sin embargo, era obvio que Rosalind Franklin no era una becaria predoctoral: esta científica se había ganado a pulso un reconocimiento como cristalógrafa y había publicado trabajos muy sólidos sobre la estructura del carbón. No sólo sus colegas le habían otorgado un reconocimiento explícito, sino que Randall había apreciado la calidad de sus trabajos al valorar su currículum, razón por la cual le había concedido la plaza. De haberle explicitado una relación de subordinación con Wilkins, probablemente ella no hubiera aceptado. Su primer trabajo al incorporarse al King's consistió en instalar un nuevo equipo de rayos X e introducir un conjunto de mejoras técnicas para optimizar el sistema de detección para el estudio de las fibras de DNA. Después de infinitos cálculos numéricos que le ocuparon largas horas de trabajo, y con la colaboración de Raymond Gosling, un joven investigador que trabajaba siempre con ella aunque Wilkins era quien figuraba como su director de tesis, obtuvo unos patrones de difracción excelentes. Eran sin duda las imágenes más claras del DNA obtenidas hasta entonces, y su estudio disipaba cualquier duda estructural anterior.

Entre los grupos de biofísicos del momento destacaba el Laboratorio Cavendish de Cambridge, dirigido por Sir Lawrence Bragg, cristalógrafo que había obtenido el premio Nobel junto con su padre, en 1915, por sus estudios sobre el efecto de los rayos X sobre las proteínas. Dada su especialidad, este equipo se proponía dilucidar la estructura tridimensional de proteínas que ya habían sido caracterizadas bioquímicamente y que tenían relevancia biológica. Al acabar la

guerra, Francis Crick se incorporó a este equipo para hacer la tesis doctoral y más tarde lo haría un americano joven y ambicioso, Jim Watson, genuinamente interesado en el estudio de la estructura del DNA. Entre ellos se estableció una relación empática, alimentada por largas discusiones científicas en el laboratorio y en el *pub*, comentarios y valoraciones sobre los últimos experimentos con ácidos nucleicos, y por sus disquisiciones y discrepancias respecto a los métodos que Pauling utilizaba para abordar la estructura del DNA. Finalmente, las últimas palabras eran críticas a sus amigos del King's, que según ellos, a pesar del generoso apoyo oficial recibido y unos cuantos años de dedicación, no habían sido capaces de proponer una estructura coherente.

La relación entre Crick y Wilkins, inicialmente cordial pero distante, se fue aproximando gracias a las visitas constantes de este último a Cambridge. En estos encuentros comentaba los últimos resultados del trabajo de Rosalind Franklin, trataba de ponerse al día periódicamente a través de Gosling, y al mismo tiempo aprovechaba cualquier ocasión para lamentarse de la pésima relación entre él y Rosalind Franklin. Por mucho que él lo intentaba, decía que era imposible trabajar con ella. El joven Watson pronto se unió al dúo y participaba muy activamente en las discusiones científicas. A su vez, él recibía información de cómo avanzaba el trabajo de Pauling, su rival más peligroso, y les sorprendía continuamente con las últimas novedades del modelo que estaba construyendo. Watson, a su vez, no desperdiciaba la ocasión para ridiculizar y criticar a Rosalind Franklin, la dama negra del DNA, como escribió en el libro *The double helix*, en el cual relata su visión del descubrimiento. Ella era el único miembro excluido de este "círculo selecto", a pesar de haber obtenido hasta el momento las mejores imágenes de difracción de rayos X sobre cristales de DNA, a partir de las que Watson y Crick obtendrían datos cruciales para el modelo estructural que ya habían empezado a construir.

Ni la carrera frenética que se estableció a finales de 1952 entre Watson-Crick y Pauling para dilucidar la estructura del DNA, ni la intuición y clarividencia de Crick y Watson para visualizar

una estructura dimérica (cada hebra podría servir de modelo durante la replicación) y helicoidal (ideal para mantener los enlaces entre los átomos que la forman y generar una estructura estable), pueden servir de excusa ni atenuante de ningún tipo para justificar las formas que se utilizaron para "apropiarse" de los datos experimentales de Rosalind Franklin. Como escribió el mismo Watson: "*Rosy, of course, did not directly gave us her data. For that matter, no one at King's realised they were in our hands*". Watson olvidaría después que para proponer el modelo del DNA necesitaban una base experimental sólida, y que las imágenes que garantizaban esta solidez se habían obtenido a espaldas de su autora con la complicidad de Wilkins, quien había facilitado a Watson la entrada al laboratorio de Rosalind Franklin y le había indicado el lugar donde se encontraban. Bragg también ofreció una ayuda inestimable a los suyos, facilitándoles datos confidenciales. Como responsable científico y evaluador del área de cristalografía del MRC, tenía un informe con todos los datos del último año del trabajo de Franklin; datos que, cuando se los pidieron, puso al alcance de Watson y Crick.

Sin despreciar la gran capacidad intelectual y la visión analítica de Crick, sobradamente demostrada en sus contribuciones científicas posteriores sobre la lectura del código genético y la hipótesis del adaptador, entre otras, ni la inquietud científica genuina, la capacidad de relación y la pasión irrefrenable por el tema del joven Watson, y sin olvidar finalmente los trabajos iniciales de Wilkins, es evidente que la aportación de Rosalind Franklin fue minimizada primero y utilizada indebidamente después.

La estructura del DNA representa el descubrimiento más importante en biología del siglo XX. El modelo, basado en dos cadenas antiparalelas que giran hacia la derecha formando una doble hélice, resolvía dos temas cruciales: la replicación del material hereditario y la capacidad de incorporar cambios graduales en la información genética, que es la base de la evolución. También explicaba las famosas reglas de Chargaff, estableciendo A-T y C-G como los únicos apareamientos nucleotídicos posibles.

Bragg y Randall nunca salieron en su defensa, y aun conociendo los hechos mantuvieron una

notable indefinición. La ausencia de Rosalind Franklin entre los autores del conocidísimo trabajo sobre la estructura del DNA, publicado en la revista *Nature* en 1953, es difícil de justificar. El editor le solicitó un trabajo que acompañaría al de la doble hélice, en el mismo número de la revista pero en tercer lugar. El orden no era trivial, y tampoco el contenido ni la trascendencia eran comparables. El primero era el de Watson y Crick, después uno de Wilkins con A.R. Stokes y H.R. Wilson, y finalmente el de Rosalind Franklin con Gosling. Sin sospechar de la fuente de información sobre la que se apoyaba la estructura de Watson y Crick, Rosalind Franklin puntualizó en su trabajo que los datos que ella había obtenido “estaban de acuerdo” con el modelo propuesto. La concesión del premio Nobel a Watson, Crick y Wilkins (1962) también ha sido discutida y cuestionada. Para los dos primeros nadie duda de que sea un galardón merecido. En el caso de Wilkins es muy probable que el peso institucional del King's, la institución británica oficialmente

encargada del estudio del DNA, contribuyera y reforzara su nominación. En cuanto a Rosalind Franklin, teniendo en cuenta que el máximo número de galardonados es tres, es muy probable que no hubiera sido nominada. Sin embargo, esta alternativa no se pudo ni tan siquiera considerar. Rosalind Franklin murió de cáncer en 1957.

Bibliografía

- Klug A. Rosalind Franklin and the discovery of the structure of DNA. *Nature*. 1968;219:808-10.
- Maddox B. Rosalind Franklin. *The dark lady of DNA*. London: Harper Collins Publishers, 2003.
- Sayre A. Rosalind Franklin and DNA. New York: Norton, 1975.
- Watson JD. *The double helix: a personal account of the discovery of the structure of DNA*. New York: Atheneum, 1968; London: Weidenfeld and Nicolson, 1981.
- Wilson HR. The double helix and all that. *Trends in Biochemical Sciences*. 1988;13:275-8.