

Mujeres y química. Parte IV. Siglos XX y XXI

Adela Muñoz Páez¹ y Andoni Garritz²

ABSTRACT (Women and Chemistry. Part IV. Twentieth and Twenty-first centuries)

This is the fourth part of a set of papers devoted to the relevant participation of women in chemistry. The first part was written as the Editorial of the January-2013 issue of this Journal (Muñoz-Páez y Garritz, 2013a), which keep on with a second part creating the section "WOMEN AND CHEMISTRY" (Muñoz-Páez y Garritz, 2013b). Subsequently, Muñoz-Páez (2013) went on with a third work about Marie Curie. We close this series with some remarkable women of the Twentieth and Twenty-first centuries.

KEYWORDS: women and chemistry, Twentieth century, Twenty-first century

Cristalógrafas, bioquímicas y físicas nucleares

En el siglo XX surgió una deslumbrante pléyade de químicas que dieron lugar a una excelente producción científica, cuyos frutos aún se siguen recogiendo. Aunque podemos encontrarlas en todas las ramas de esta ciencia, los grupos más llamativos aparecieron en las nuevas ramas de conocimiento surgidas a raíz de los descubrimientos de finales del siglo XIX. Al ser en estos campos el éxito científico incierto, las mujeres tuvieron más posibilidades de abrirse camino en ellos. Tras el descubrimiento de la radiactividad por Marie Curie en 1898, se abrió un nuevo campo de investigación, el del núcleo atómico, donde aparecieron varias científicas relevantes. Una de las más brillantes fue su hija, Irène Joliot-Curie, ganadora del Premio Nobel de Química en 1935 por el descubrimiento de la radiactividad artificial; aunque no consiguió trabajar en el laboratorio Curie, como habría sido su deseo, la austríaca Lise Meitner desarrolló una larga y fructífera carrera en este ámbito, llegando a descubrir del proceso de fisión nuclear. Lise fue injustamente olvidada en la concesión del premio Nobel de Física a Otto Hahn en 1944. Otra científica que descolló en este ámbito fue la alemana Maria Goeppert-Meyer, que desarrolló su carrera en Estados Unidos y mereció el premio Nobel de Física de 1962 por su modelo de capas del núcleo atómico.

Otro campo de investigación que fue copado desde el principio por mujeres fue el de la cristalografía de rayos X. Tras el descubrimiento del fenómeno de la difracción en 1912 por los Bragg, se tuvo acceso a la más poderosa herra-

mienta para conocer la estructura de la materia. Dando muestras de una amplitud de miras inusual en las universidades británicas de la época, ambos científicos, y posteriormente sus alumnos, admitieron desde el principio a mujeres en sus laboratorios. Entre ellas descollaron Kathleen Lonsdale, que descifró la estructura del diamante y llegó a ser Dama del Imperio Británico por sus trabajos de investigación, Dorothy Crowfoot-Hodgkin, que obtuvo el premio Nobel de Química en 1964 por desentrañar la estructura de la penicilina y de la vitamina B-12, y Rosalind Franklin, injustamente olvidada en la concesión del premio Nobel de Fisiología y Medicina a Watson y Crick por la resolución de la estructura del ADN.

Las dos últimas realizaron sus trabajos de investigación en un área que surgió a comienzos del siglo XX en la frontera entre la química y la biología, la bioquímica, dedicada al estudio de moléculas con funciones vitales en los seres vivos. También bioquímicas fueron la italiana Rita Levi-Montalcini y la francesa Françoise Barré-Sinoussi merecedoras del premio Nobel de Fisiología y Medicina. La primera lo recibió en 1986 por el descubrimiento del factor de crecimiento nervioso, y la segunda en 2008 por el descubrimiento del virus del SIDA. Por último, la israelí Ada Yonah, bioquímica y cristalógrafa, ganó el premio Nobel de Química en 2009 por sus trabajos para esclarecer el comportamiento y la estructura de los ribosomas. No sabemos hasta donde habría llegado la carrera de la norteamericana Karen Wetterhahn si un desgraciado envenenamiento, consecuencia de un accidente en el laboratorio, no hubiera segado su vida antes de cumplir los cincuenta años.

Irène Joliot-Curie (1897-1956)

A los pocos meses del nacimiento de Irène, en París en septiembre 1897, su madre comenzó a realizar los trabajos de investigación que la llevarían a descubrir la radioactividad. Este fenómeno fue crucial a lo largo de toda la vida de Irène: La radiactividad fue el tema de investigación al que se dedicaron sus padres durante su infancia, fue el objetivo de su tesis doctoral y de gran parte de su carrera científica, estu-

¹ Departamento de Química Inorgánica- Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, Universidad de Sevilla-CSIC, C/Profesor García González s/n 41012 Sevilla, España.

Correo electrónico: adela@us.es

² Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria. Av. Universidad 3000, 04510 México, D.F. México.

Correo electrónico: andoni@unam.mx

Fecha de recepción: 2 de febrero 2013.

Fecha de aceptación: 30 de mayo 2013.

diándola conoció al que habría de convertirse en su marido, y por el descubrimiento de la radiactividad artificial les concedieron a ambos el premio Nobel de Química. Por último, la radioactividad no fue ajena a su muerte antes de cumplir los sesenta años.

La vida de Irène se vio dramáticamente alterada cuando tenía nueve años a causa del accidente de tráfico que segó la vida de Pierre Curie. Esta trágica muerte no sólo le arrancó a su padre, sino que sumió a su madre en una profunda depresión que la volvió incapaz de mostrar cualquier rastro de sentimiento, incluidas las demostraciones de cariño a sus hijas. Irène, muy parecida a su padre, debió sufrir mucho con este desapego de Marie, porque idolatraba a su madre. Al año siguiente de la muerte de Pierre, Marie puso en marcha una institución pedagógica cuyos objetivos eran desarrollar las capacidades singulares de personas como su hija. La llamaron la “cooperativa” y en ella los profesores eran la propia Marie Curie y sus colegas científicos; los alumnos eran los hijos de todos ellos. A pesar de que una gran parte de los profesores eran científicos de alto nivel, las artes tenían una gran importancia y lo que era más inusual en la época, los jóvenes alumnos dedicaban una gran parte de su tiempo al ejercicio físico, del cual Marie Curie era una fanática defensora.

Conforme fue creciendo, Irène se fue convirtiendo en el principal apoyo de su madre y así, cuando durante la Primera Guerra Mundial Marie decidió recorrer los frentes haciendo radiografías para ayudar a localizar las balas de los soldados franceses heridos, Irène, que apenas tenía 17 años, fue su asistente. Con los aparatos de rayos X portátiles instalados en las camionetas denominadas “pequeñas curies”, así como en los de los hospitales de campaña, Marie, Irène y las personas a las que ellas enseñaron, realizaron más de un millón de radiografías a los soldados heridos.

Esta peligrosa ocupación durante la Gran Guerra no le impidió a Irène obtener un grado en física en la universidad de la Sorbona. Al finalizar la guerra, Irène comenzó su carrera investigadora en el Instituto del Radio que dirigía su madre. Poco después de presentar su tesis doctoral, dedicada a

estudiar la radioactividad del polonio, para sorpresa de todos, se casó con un joven atildado y extrovertido, Frédéric Joliot, que había comenzado a trabajar como asistente de Marie por recomendación de Paul Langevin. Frédéric realizó su tesis doctoral bajo la supervisión de Irène y por expreso deseo de él, ambos adoptaron el apellido Joliot-Curie. La tesis de Frédéric fue el comienzo de una colaboración científica tan fructífera como la de Pierre y Marie en uno de los laboratorios pioneros en el estudio del núcleo atómico. Juntos realizaron los experimentos que ponían de manifiesto el proceso de rotura de un núcleo pesado que Lise Meitner bautizaría poco después como fisión nuclear, pero ellos no supieron interpretarlos correctamente. También fueron los primeros en producir las partículas que serían bautizadas como “neutrones”, pero creyeron erróneamente que se trataba de protones lentos. No obstante, Chadwick, que por entonces trabajaba en el laboratorio de Rutherford, en cuanto tuvo conocimiento de estos experimentos, vio que se explicaban mucho mejor por la existencia de la partícula sin carga predicha por su maestro años antes. Se apresuró a repetirlos y confirmó la existencia del neutrón. Fue su tercer gran descubrimiento el que les dio la fama a Irène y Frédéric: el de la radioactividad artificial, por el cual les concedieron el premio Nobel de Química en 1935, el mismo año que a Chadwick le concedían el de Física por el descubrimiento del neutrón. Marie no pudo saber de la concesión de este premio a su hija, pues murió poco antes de que se lo comunicaran. Pero supo de la relevancia del descubrimiento en cuanto tuvo conocimiento del mismo y comprobó que una muestra de aluminio, elemento no radiactivo de forma natural, se había vuelto radiactivo tras haber sido sometido a bombardeo con partículas alfa (Muñoz Páez, 2010a).

Quando le concedieron el premio Nobel, hacía varios años que Irène se ocupaba de la dirección del Instituto del Radio, pero la ciencia no era lo único que le interesaba. En su infancia había recibido de su abuelo Eugène Curie una educación agnóstica y socialista, por lo que junto con Frédéric se afilió en 1934 al Partido Socialista Francés y ambos apoyaron el gobierno de la República española tras el levantamiento del general Franco en 1936. Ese mismo año Irène formó parte del gobierno del Frente Popular de Léon Blum como Subsecretaria de Investigación. Fue además una firme defensora de los derechos de las mujeres, a favor de los cuales hizo una vibrante proclama en su discurso de recepción del Premio Nobel en 1935.

Durante la Segunda Guerra Mundial Frédéric tuvo una participación muy activa en la Resistencia, mientras que seguía dirigiendo el laboratorio en el Instituto del Radio. Al final de la misma llegó a un acuerdo con el General De Gaulle para la creación de la Comisión de Energía Atómica, que habría de hacer de Francia una potencia nuclear. Irène no pudo participar en esas actividades a causa del rápido declive de su salud, más rápido que el de su madre, a causa de una leucemia que le causó la muerte cuando contaba sólo 59 años. Científica brillante y precoz, apasionada defensora



Figura 1. Frédéric e Irène Joliot-Curie en el laboratorio de Física del Instituto del Radio (1935).

de los derechos de las mujeres, creadora de organismos de investigación, las contribuciones de Irène fueron ensombrecidas por la abrumadora personalidad de sus padres primero y de su marido después.

Dorothy Crowfoot-Hodgkin (1910-1994)

La vida de Dorothy Crowfoot estuvo condicionada por la fascinación que ejercieron sobre ella unos preciosos cristales azules de sulfato de cobre que sintetizó en la clase de química de su colegio en la campaña inglesa. Esa afición tan extraña en una niña de clase alta, aunque con pocos medios económicos, fue alentada por su madre cuando le regaló un libro donde se explicaba el porqué de las cosas, que incluía un capítulo sobre la difracción de rayos X escrito por W. H. Bragg, uno de sus descubridores.

Dorothy había nacido en El Cairo en 1910 como consecuencia de la vida nómada de su familia, cuando su padre se encargaba de organizar la educación pública en Egipto como funcionario del Imperio Británico. Su madre dedicó gran parte de su vida a catalogar las plantas de los países africanos en los que vivió, aunque no tuvo ningún puesto oficial ni recibió remuneración por ello. A los pocos años del nacimiento de Dorothy, la familia se trasladó a Sudán, donde terminó de afianzarse el amor de Dorothy por África, así como sus inquietudes sociales por ayudar a los más desfavorecidos. Cuando llegó el momento de comenzar la educación secundaria, sus padres eligieron una escuela pública rural donde sus hijas pudieran aprender en contacto con la naturaleza. No obstante, aunque el espíritu curioso de Dorothy disfrutó mucho con las clases de ciencias naturales al aire libre, lo que más atrajo su atención fueron los experimentos que realizó en el laboratorio de química. Tan fascinada estaba Dorothy con esa nueva ciencia tan emparentada con la cocina que se llamaba química, que al finalizar la educación secundaria, quiso seguir estudiándola.

Ninguna mujer de su familia había ido antes a la universidad, y a ninguno de los varones se les había ocurrido estudiar algo que no fuera historia o literatura. Pero el viento sopló a favor de Dorothy: en su familia no había ningún hijo varón que continuara la tradición familiar de estudiar en la universidad, y la falta de recursos económicos vino a ser solucionada por una tía soltera que se ofreció a financiar los gastos de los estudios de Dorothy. En esas circunstancias, la familia apoyó finalmente su ingreso en la universidad. Ésta no podía ser más que Oxford, en la que habían estudiado su padre, tíos y abuelos, pero al ser esta universidad de las más rancias de Gran Bretaña, era también de las más cerradas a las mujeres. Dorothy se matriculó en el College Somerville, llamado así en memoria de Mary Somerville, científica escocesa de finales del XIX. El Somerville, el primer College laico abierto exclusivamente a mujeres desde su fundación a finales del XIX, tuvo una importancia capital en la vida y en la carrera científica de Dorothy. En él, además de química, cursó estudios de mineralogía y de la recién creada cristalografía, la ciencia que acababan de descubrir los Bragg, y en



Figura 2.
Dorothy Crowfoot-Hodgkin.

la cual aún se estaban desarrollando los fundamentos matemáticos.

Tras graduarse, Dorothy obtuvo una oferta para realizar su tesis doctoral en Cambridge, en el Instituto Birkbeck, dirigido por el inclasificable John Desmond Bernal. Notable cristalógrafo, científico brillante, comunista apasionado, sociólogo de la ciencia, fue el maestro de tres científicos que obtuvieron el Premio Nobel (Aaron Klug y Max Perutz además de Dorothy). De forma sorprendente, Bernal, tanto o más brillante que sus alumnos, nunca obtuvo el renombrado galardón, probablemente debido a sus muchas heterodoxias. A diferencia de la mayor parte de los laboratorios británicos de prestigio de la época, Bernal admitía a las personas brillantes y dispuestas a trabajar, sin discriminación de sexo. Dorothy solo pasó dos años en el Birkbeck, pero toda su vida estuvo condicionada por ellos, pues allí descubrió la fascinación por lo desconocido tanto en ciencia como en historia o literatura, la amplitud de miras al aproximarse a un problema y la valentía para abordar los que los demás habían dejado por imposibles. En una época en la que los Bragg se habían repartido el mundo cristalino a estudiar —el padre se dedicaría a los compuestos inorgánicos y el hijo a los orgánicos—, Bernal estaba empleando la difracción de rayos X para desentrañar la estructura de la sustancia más alejada de un cristal, el agua líquida. Dorothy fue la primera en determinar la estructura tridimensional de una molécula orgánica compleja, el cloruro de colesterilo, en el límite de lo que se consideraba entonces analizable mediante difracción de rayos X. Como estaba fascinada por los procesos químicos que tenían lugar en los seres vivos, Bernal le propuso que desentrañara la estructura de una proteína, moléculas que entonces eran consideradas inabordables debido a su complejidad. Así, en 1934, Dorothy fotografió por primera vez los cristales de la proteína pepsina y comenzó los complejos análisis matemáticos encaminados a resolver su estructura. Ése fue el comienzo de una vida dedicada al estudio de moléculas biológicas cada vez más complejas.

A poco de graduarse en Oxford, Dorothy conoció a Peter Hodgkin y se casó con él a los pocos meses. Desde el princi-

pio, y durante la mayor parte de su vida, ella fue la encargada de aportar el sueldo principal a la familia. Ello no se debió a falta de interés o preparación por parte de Peter sino al hecho de que se había convertido en persona non-grata para el gobierno británico mientras trabajaba en Palestina. El motivo fue que se puso a favor de los palestinos en un levantamiento que hubo en la región, en la que él trabajaba como funcionario británico. Dada la precariedad económica de la familia, cuando a los dos años de estancia en el Birkbeck a Dorothy le ofrecieron un puesto de profesora adjunta en el College Somerville de Oxford, no tuvo más remedio que aceptarlo. Así es como salió del paraíso para entrar en el purgatorio. Sin los medios técnicos necesarios para registrar los difractogramas, sin fondos para comprarlos, alejada de sus amigos, en una ambiente extraordinariamente hostil a las mujeres..., Parecería que la carrera científica de Dorothy había llegado a su fin o al menos a un descanso forzoso; pero ese no fue el caso ni mucho menos y ello a pesar de que lo peor estaba por venir. Tras el nacimiento de su primer hijo, Dorothy tuvo el primer ataque agudo de artritis reumatoide, enfermedad degenerativa que la torturaría durante toda su vida.

Dorothy nunca se quejó de haber sufrido discriminación por ser mujer, y eso que llegaron a sacarla en volandas de un prestigioso club científico de la Universidad de Oxford por el hecho de ser mujer, o del trabajo extra por haber criado a sus tres hijos, muchas veces sin el apoyo de su marido, que a menudo estaba trabajando en otra ciudad o en otro continente. No obstante reconoció que la principal traba en su carrera fue padecer una enfermedad discapacitante, que no sólo le causaba grandes dolores, sino que fue deformando su principal herramienta de trabajo, sus manos, con las que tenía que manipular los diminutos cristales de las biomoléculas para registrar sus difractogramas. Pero también supo sortear ese enorme escollo sin perder la sonrisa, e incluso se ufana de no haber perdido ni un cristal en el trayecto entre la zona de preparación y el difractómetro, en el cual tenía que subir por una escalera de manos. La mayor parte de sus experimentos los realizó en unas condiciones cuando menos insalubres, en un cuchitril en el sótano del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Oxford, institución que no le dio el puesto que se merecía ni siquiera tras haber obtenido el premio Nobel.

A pesar de su enfermedad, de la crianza de sus hijos, de la falta de reconocimiento y medios, Dorothy prosiguió su trabajo abordando el estudio de moléculas cada vez más complejas. En 1944, determinó la estructura de la penicilina y en 1956 la de la vitamina B-12, de estructura aún más compleja. El conocimiento de la estructura de la penicilina fue crucial para poder sintetizarla en el laboratorio, lo cual permitió su uso masivo. Antes del descubrimiento de Dorothy, la única forma de obtenerla era criando el moho en el que la había descubierto Fleming, lo que tenía grandes limitaciones. Por la gran trascendencia de estos dos descubrimientos Doro-

thy recibió el premio Nobel de Química en 1964.

No obstante, el gran reto de su vida fue otra biomolécula, la insulina, de la cual registró el primer difractograma en 1939, pero cuya estructura no consiguió resolver hasta treinta años después. Ni el nacimiento de sus tres hijos, ni el avance de su enfermedad, ni la Segunda Guerra Mundial y posterior comienzo de la Guerra Fría..., nada consiguió desviarla de su objetivo de desentrañar los misterios de la enigmática molécula cuya carencia daba lugar a la terrible diabetes. La concesión del premio Nobel fue de gran ayuda porque tras ganarlo, obtuvo una cátedra Wolfson, y con ella un sueldo decente por primera vez en su carrera científica, así como fondos para contratar personal y comprar instrumentación. No obstante lo que resultó crucial fueron los grandes ordenadores que se desarrollaron durante esos años y que habrían de revolucionar el trabajo de los cristalógrafos y ampliar su campo de acción. Como los mejores centros de cálculo estaban en Estados Unidos, Dorothy no dudó en acudir al otro lado del Atlántico en busca de la ayuda necesaria para resolver la estructura de la insulina, ayuda que no se limitaba al uso de los nuevos y potentes ordenadores, sino a la colaboración con las personas que sabían programarlos.

Conforme fueron mermando sus responsabilidades como profesora de la Universidad de Oxford y como investigadora, fue dedicando más tiempo y energías a tareas política, siendo muy activa como miembro del Pugwash, una organización pacifista liderada por científicos eminentes fundada tras la segunda Guerra Mundial. Uno de sus objetivos era luchar activamente para tender puentes que mantuvieran la comunicación entre ambos lados del Telón de Acero. También realizó varias tareas humanitarias en países del África subsahariana, en los cuales su marido había desarrollado gran parte de su carrera profesional. Por otro lado no se arredró ante misiones "delicadas" que podían enemistarla con naciones poderosas. Así, fue una de las primeras personas que visitó Vietnam tras la guerra de los setenta, haciendo un informe muy duro de la actuación de los norteamericanos en este país. A causa de ello fue considerada persona non-grata en Estados Unidos, por lo cual le resultó muy difícil entrar en él hasta después de cumplir ochenta años.

Vi a Dorothy por primera vez en un libro de química que incluía una foto suya en uno de los últimos congresos a los que asistió. Con más de ochenta años era una anciana algo desaliñada, cargada con la documentación del congreso. Había que fijarse mucho para ver lo que la hacía singular: sus manos estaban tan deformadas que parecían muñones, pero su cara mostraba una sonrisa deslumbrante. Una sonrisa que nunca la abandonó y ante la que no pudieron dejar de inclinarse ni sus peores enemigos.

Rosalind Elsie Franklin (1920-1958)

Rosalind Elsie Franklin fue una cristalógrafa británica que tuvo un papel destacado en el mayor hito del desarrollo de

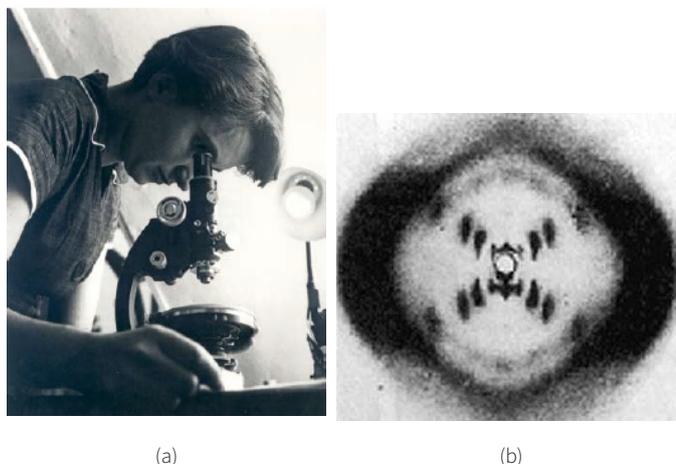


Figura 3. (a) Rosalind Franklin, (b) Fotografía 51 del ADN.

la biología molecular, el descubrimiento de la estructura del ADN.

A Franklin se la conoció durante muchos años como “Rosy”, la poco agraciada y siempre malhumorada científica, enemiga acérrima del brillante protagonista del libro que llegó a ser un best-seller: *La doble hélice*, de James Watson. Ese personaje que la caricaturizaba no fue más que el colofón de una infamia. A Rosalind, una espigada y atlética mujer que desarrolló un exquisito gusto por la ropa durante su estancia post-doctoral en un laboratorio de París, se la debería conocer por haber hecho una de las más deslumbrantes aportaciones al avance de la ciencia, la Fotografía 51, la imagen del ADN obtenida mediante difracción de rayos X, que sirvió como fundamento para la hipótesis de la estructura doble helicoidal del ADN. Maurice Wilkins, quien laboraba con ella en el King’s College, mostró sin permiso esta foto con imágenes del ADN a James Watson y Francis Crick, y esta información fue fundamental para la publicación, en 1953, de la estructura de esta molécula, por la cual años después los tres recibirían el premio Nobel, cuando ya Rosalind había muerto.

Este hallazgo no fue casual, ya que Franklin había demostrado su habilidad como química para sintetizar los mejores cristales, su pericia como cristalógrafa para obtener de ellos las fotos más nítidas, así como los conocimientos matemáticos para interpretarlas correctamente.

El primer aspecto relevante que descubrió Rosalind fue la existencia de dos formas cristalinas de ADN que eran muy parecidas, ya que sólo se diferenciaban en las moléculas de agua de hidratación. Como hasta entonces se había pensado que solo había una, no se había podido determinar su estructura. Rosalind no sólo identificó ambas formas cristalinas, sino que las cristalizó de forma independiente y obtuvo excelentes fotos de ambas. Con esta información, determinó que el esqueleto fundamental de azúcares-fosfatos del ADN estaba formado por dos cadenas, en lugar de tres como se había especulado hasta entonces, y que tenía una estructura helicoidal. Cuando a pesar de tener en su poder toda

esta relevante información todavía no se atrevía a proponer una estructura para la molécula, Wilkins obtuvo de forma fraudulenta la fotografía 51 y la mostró a Watson y Crick (Muñoz Páez, 2010c). Ello les permitió terminar de perfilar la estructura sobre la que habían especulado, pero sobre la que no tenían ninguna evidencia experimental en la que apoyarse.

El único asociado de Franklin cuando trabajaba en la identificación de la estructura del ADN, fue Raimond Gosling, quien preparó su tesis doctoral bajo su dirección. “Rosalind tenía esa coraza profesional bajo la cual podría ser encantadora y tranquila –dijo Gosling en 1975–. Hay que recordar que entonces era difícil para las mujeres desarrollar una carrera en ciencia, mucho más de lo que es ahora. Ella era una persona muy intensa, se podría decir, casi excéntrica y muy interesada en su trabajo” (Garritz, 2002).

Al resultarle imposible continuar trabajando en el King’s College, Rosalind se refugió en el Birkbeck College, dirigido por John D. Bernal. Como había sido obligada a renunciar al proyecto del ADN, abordó nuevos problemas que implicaban la determinación de moléculas aún más complejas, llegando a resolver mediante la primera estructura de un virus, el del mosaico del tabaco.

Falleció cuando aún no había cumplido los 38 años a causa de bronconeumonía, carcinomatosis secundaria y cáncer de ovario, minutos antes de que su último informe fuera leído en la Faraday Society. Probablemente las largas horas que pasó registrando difractogramas junto a las fuentes de rayos X, que en esa época no estaban suficientemente protegidas, no fueron ajenas al desarrollo de su enfermedad.

El olvido del papel de Rosalind en el descubrimiento de la estructura del ADN no es un problema entre uno o varios hombres y una mujer, es un problema de la ciencia oficial, otorgando el mérito del trabajo de un científico a otros. En campos que atraen la atención de muchos grupos de trabajo, la competencia puede ser cruel. Pero en pocos casos la academia ha sido tan manifiestamente injusta como en el de Rosalind Franklin y su trabajo. Una injusticia que aún no ha sido oficialmente reparada.

Karen Wetterhahn (1948-1997)

Karen Wetterhahn era una brillante profesora del Dartmouth College en el estado de New Hampshire que realizó una fulgurante carrera que la llevó a ser la primera catedrática del College.

Dedicó su carrera científica a estudiar la interacción de los metales pesados con los tejidos humanos, para entender los mecanismos de intoxicación y encontrar formas de contrarrestarlos. En concreto, la mayor parte de su trabajo se centró en el estudio de la toxicidad del cromo, siendo una de las primeras personas en poner de manifiesto la importancia del estado de oxidación de un elemento en su toxicidad. Asimismo, preocupada por la escasa presencia de las mujeres en la carrera científica, participó activamente en el proyecto

Figura 4. Karen Wetterhahn.



Mujeres de Dartmouth en la Ciencia, que tuvo notable éxito en el reclutamiento de científicas.

El 8 de agosto de 1996, mientras trasvasaba una pequeña cantidad de dimetilmercurio, $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$, unas gotas del compuesto cayeron en su mano. A pesar de su gran peligrosidad, este compuesto se empleaba en unos 100 laboratorios de todo el mundo, debido a su carácter de compuesto patrón en las medidas de Resonancia Magnética Nuclear. Cuando Karen lo usó solo se habían reportado tres muertes causadas por el mismo, en todos los casos por no haberlo manipulado con las debidas precauciones. Los dos químicos ingleses que lo sintetizaron por primera vez en 1865 murieron como consecuencia de su exposición prolongada a los vapores del compuesto, mientras que en 1970 un químico checo murió mientras preparaba una gran cantidad del mismo.

A finales de enero de 1997 a Karen le diagnosticaron una intoxicación por mercurio al encontrar en su sangre niveles 50 veces superiores a los considerados como tóxicos. Se supo que el envenenamiento había tenido lugar cuando manipuló el dimetilmercurio al ver que justo a partir de esa fecha la concentración de mercurio en su pelo había crecido extraordinariamente. A finales de febrero entró en coma y el 8 de junio de 1997 murió. Entonces se comprobó que este compuesto no solo se absorbía a través de la piel, sino que los guantes de látex eran completamente permeables al mismo, por lo cual no la protegieron en absoluto. Y lo que es más grave, este compuesto tenía una gran facilidad para atravesar la barrera hematoencefálica. Una vez en el cerebro el dimetilmercurio entorpece las funciones celulares e impide la división celular causando daños irreversibles. Consciente de la gravedad de su estado, antes de morir Karen pidió que se difundiera su historia, para que los químicos extremaran las precauciones en el manejo de sustancias tóxicas, y en especial para que el dimetilmercurio, responsable directo de su muerte, fuera sustituido por otro compuesto como patrón en espectroscopía de Resonancia Magnética Nuclear.

A pesar de los exhaustivos estudios muchas preguntas quedaron sin respuesta: ¿Por qué tardaron tantos meses en aparecer los síntomas? ¿Cómo una cantidad tan pequeña pudo llegar a ser letal? En cualquier caso resulta paradójico

que una persona que había dedicado su vida al estudio de los mecanismos de interferencia de los metales pesados en el metabolismo humano, muriera intoxicada por uno de estos metales. Karen no ha sido la primera ni será la última científica que ha perdido la vida como consecuencia de sus trabajos en el laboratorio.

Rita Levi-Montalcini (1909-2012)

Rita nació en Turín en el seno de una familia de clase alta, en la cual las mujeres sólo podían dedicarse a cuidar de su marido y de sus hijos. Ella se reveló desde el principio ante ese destino y cuando murió la mujer que la había criado, decidió que estudiaría medicina para curar a personas que tuvieran el mismo mal. Pasaron varios años antes de su padre le diera permiso para que se pudiera matricular en la universidad. Cuando por fin pudo hacerlo, decidió que nada ni nadie se iba a volver a interponer en su camino. No lo hizo ni siquiera la feroz Segunda Guerra Mundial que condenó a las personas de ascendencia judía, como ella, al ostracismo primero y al exterminio después. Y así, aunque Rita vio cómo su incipiente carrera investigadora en la universidad quedaba trunca al ser expulsada de la misma, cómo sus amigos eran asesinados por ser judíos, y finalmente cómo ella y su familia tenían que esconderse en una casa en la montaña para escapar a los campos de concentración, nunca dejó de pensar en su trabajo de investigación. Por ello, aun en esas circunstancias increíblemente peligrosas y llenas de penurias, Rita se las arregló para seguir haciendo experimentos, usando como objeto de investigación los embriones de pollo obtenidos tras incubar los huevos que, con mucho trabajo, sus hermanos conseguían en las granjas cercanas para que sirvieran de alimento a la familia. A poco de finalizar la guerra, en septiembre de 1946, Rita aceptó una invitación de la Universidad de Washington en San Luis, para trabajar en el laboratorio del profesor Viktor Hamburger, cuyos artículos había leído mientras estaba escondida de los nazis. Aunque en un principio la estancia solo había de prolongarse durante un semestre, se quedó 30 años. Fue



Figura 5. Rita Levi cerca de la época en que le concedieron el premio Nobel.

allí donde hizo su trabajo de mayor importancia acerca del factor de crecimiento nervioso (en inglés *nerve growth factor*; *NGF*). Para este descubrimiento fue crucial una estancia en Río de Janeiro, durante la cual la doctora Levi estudió muestras de dos ratones con trasplantes de sarcomas, que había llevado escondidos en su bolso. En ellos se manifestó por primera vez el NGF, por lo que nos dice “se reveló en Río, y lo hizo en una forma grande y teatral, como si fuera estimulado por la atmósfera brillante de esa explosiva y exuberante manifestación de vida que es el Carnaval en Río”. Rita acabó recibiendo, junto a Stanley Cohen (del mismo grupo de investigación), el premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1986 por el descubrimiento del NGF. En su “Nobel lecture”, Levi-Montalcini (1986) nos habla de la identificación del NGF en un gen del brazo corto proximal del cromosoma uno en los humanos.

Aunque finalmente fue coronada por el éxito, nada fue fácil en la carrera científica de Rita. Su revolucionaria hipótesis de que el tejido nervioso podía regenerarse fue publicada por primera vez en los cincuenta, pero tardó varias décadas en ser aceptada. Todavía hoy sigue revolucionando el conocimiento que se tiene de muchas enfermedades, especialmente de las neurodegenerativas.

A pesar de que su vista, su oído y otros órganos los tenía algo deteriorados, su cerebro estaba intacto, por lo que Rita cumplió los cien años trabajando con el mismo entusiasmo que en su época de máximo esplendor. También mantenía intacta su coquetería y el espíritu indómito de una agnóstica de ascendencia judía que vivía en la ciudad de los papas. Su puesto de senadora vitalicia le dio la oportunidad de contestar algunas de las iniciativas más desafortunadas para la investigación científica de Silvio Berlusconi, cuando era presidente del gobierno italiano. Por otro lado, a pesar de su extraordinaria longevidad, no dejó de admirar el ímpetu de la juventud y pregonó en todos sitios su convicción de que sólo la educación de las niñas de los países pobres podría salvarlos del abismo. De forma coherente con esa creencia fundó y mantuvo una organización para dar educación a niñas de países islámicos de África, según ella las que más adversidades tenían que soportar.

Aunque parecía inmortal, esta maravillosa mujer (Muñoz Páez, 2010a), murió en diciembre de 2012, a punto de cumplir los 104 años.

Ada E. Yonath (1939–...)

Ada es una científica experta en bioquímica y cristalografía reconocida por sus trabajos pioneros en la estructura de los ribosomas, y por lucir una cabellera blanca que es la mejor representación de estas biomoléculas a las que ha dedicado su vida.

De ascendencia judía como Rita, sus padres se trasladaron a Jerusalén procedentes de Polonia antes de que ella naciera. Las enfermedades y temprana muerte de su padre hicieron que su infancia estuviera llena de penurias, pero también de curiosidad por entenderlo todo.

Figura 6. Ada E. Yonath



En su “Nobel lecture”, Yonath (2009) nos habla del sinergismo entre dos antibióticos (figura 7):

“Las estructuras de alta resolución de los complejos de los ribosomas con los antibióticos enlazados a ellos conduce a aspectos clave asociados con las bases estructurales de la resistencia a los antibióticos, el sinergismo y la selectividad, como herramientas estructurales únicas para mejorar los efectos de los antibióticos”.

Françoise Barré-Sinoussi (1947–...)

Françoise Barré-Sinoussi fue ganadora, junto con el profesor Luc Montaigner, del premio Nobel de Fisiología y Medicina en el año 2008 (NobelPrize.org, 2008) por la identificación y aislamiento del virus VIH, causante del SIDA.

Aunque Françoise nació en París en el año 1947, su interés por la naturaleza se puso de manifiesto durante sus vacaciones infantiles en Auvernia. Pensó estudiar medicina, pero finalmente estudió ciencias para no ser una carga para

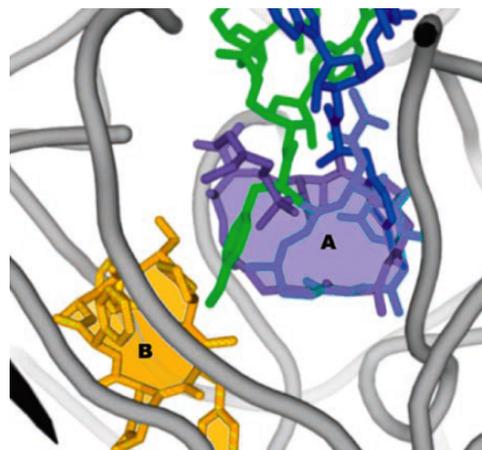


Figura 7. Un ejemplo de sinergismo de antibióticos, en el cual dos especies (A y B) que actúan débilmente por separado, potencian su actividad cuando entran en sitios contiguos del ribosoma.



Figura 8. Françoise Barré-Sinoussi en una visita realizada en 2008 a un centro de tratamiento del SIDA en Yaoundé, Camerún.

su familia, cuya posición económica no era muy boyante y en la cual el padre no era partidario de que las mujeres fueran a la universidad. Durante su licenciatura comenzó a trabajar en el laboratorio del profesor Jean-Calude Chermann, en el Instituto Pasteur, en un proyecto que investigaba la relación entre retrovirus y cáncer. Realizó la tesis en este mismo laboratorio y la presentó en 1974, tras lo cual realizó una estancia post-doctoral en el Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos de Bethesda donde permaneció un año; luego volvió al Instituto Pasteur de París, donde sigue trabajando hoy.

Cuando a finales del año 1982 se diagnosticaron en un hospital de París los primeros pacientes de una misteriosa enfermedad contagiosa que no respondía a ningún tratamiento conocido, Françoise tenía un profundo conocimiento de los virus y de su desarrollo en el cuerpo humano. Por ello le encargaron la coordinación del equipo que había de investigar si el agente infeccioso era un virus. Para poder apreciar la envergadura de la tarea encomendada a Françoise Barré-Sinoussi, hay que recordar la conmoción que causó en el mundo occidental la aparición de una enfermedad que anulaba el sistema inmunológico –llamada por ello *Síndrome de Inmuno Deficiencia Adquirida*, SIDA– y hacía que el organismo sucumbiera a infecciones oportunistas por hongos, bacterias u otros agentes patógenos, que eran inocuos en condiciones normales. La llamada “peste rosa” porque afectaba fundamentalmente a los homosexuales más promiscuos, hizo cundir el pánico desatando la homofobia y una ola de puritanismo. La muerte del actor Rock Hudson tras haber confesado que padecía SIDA, puso cara a la enfermedad y movilizó a muchos colectivos, entre ellos actores de Hollywood encabezados por Liz Taylor. Estos movimientos consiguieron fondos para investigación y para proporcionar ayuda a los enfermos, pero sobre todo lucha-

ron para quitar el estigma de los enfermos de SIDA. Las múltiples campañas aliviaron la situación de los afectados, pero no consiguieron paliar la gravedad de la situación, porque la enfermedad seguía siendo mortal.

El trabajo de los científicos dio pronto sus frutos: unos meses después de comenzar a estudiar a las personas infectadas, en mayo de 1983, Françoise y sus colaboradores publicaron el primer trabajo, Barré-Sinoussi y col. (1983), que identificaba el virus VIH como responsable del SIDA, en una de las respuestas más rápidas que la ciencia ha dado a un problema médico. Tras este descubrimiento los estudios realizados en laboratorios de todo el mundo no sólo han permitido convertir una enfermedad que era mortal en una enfermedad crónica, sino que han devuelto al hombre la confianza en la ciencia.

A pesar del éxito obtenido, la doctora Barré-Sinoussi no ha dejado de luchar contra el SIDA. Por un lado, como directora de la unidad de Retrovirus del Instituto Pasteur de París (Institut Pasteur, 2013), sigue investigando para descifrar los misterios que aún entraña el virus VIH, intentando encontrar una curación definitiva para los enfermos y una vacuna para prevenirla. Por otro lado, como persona comprometida con la recuperación de los enfermos de SIDA, visita regularmente el África subsahariana, donde se encuentra la mayor parte de los 33 millones de afectados, para establecer estrategias eficaces de lucha contra la enfermedad. Su compromiso es tan serio que no pudo permanecer impasible cuando, al iniciar su visita a África en el año 2009, el Papa Benedicto XVI negó la eficacia del uso del preservativo para prevenir el SIDA, recomendando en su lugar la abstinencia. La respuesta de la doctora Barré-Sinoussi fue una contundente carta abierta publicada en *Le Monde* (2009), donde no dudaba de tachar de criminales las irresponsables declaraciones del Pontífice.

Comprometida con los derechos de los más desfavorecidos y sin miedo a contradecir a las autoridades, esta mujer tiene además un chispeante sentido del humor (YouTube, 2013) que la hace irresistible. Pero lo más impresionante siguen siendo sus logros científicos: se enfrentó a una enfermedad nueva que ha afectado a 60 millones de personas, de los cuales más de 22 han muerto, llevando a un continente –África– al borde del colapso; gracias a su trabajo y al de sus colegas en laboratorios de todo el mundo las siglas “SIDA” yo no son sinónimo de muerte (Muñoz Páez, 2011a).

Agradecimientos

Adela Muñoz Páez quisiera agradecer a la Biblioteca Bodleian, de la Universidad de Oxford, por una larga estancia con ellos y a la Junta de Andalucía, con su ayuda para estancias de excelencia, con código 3/2011.

Referencias

Barré-Sinoussi F, y col., *Isolation of a T-lymphotropic retrovirus from a patient at risk for acquired immune*

- deficiency syndrome (AIDS), *Science*, **4599**, 220, 868-871, 20 de mayo de 1983.
- Gilbert, J. K., Women Chemists Informing Public Education About Chemistry During The 20th Century. In: Chiu, M. H., Gilmer, P. J. & Treagust, D. F. (eds.), *Celebrating the 100th Anniversary of Madam Marie Skłodowska Curie's Nobel Prize in Chemistry*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 2011, pp. 141-166.
- Institut Pasteur. Unité de Régulation des Infections Rétrovirales. Head of the Unit: Françoise Barré-Sinoussi. En la URL <http://www.pasteur.fr/ip/easysite/pasteur/en/research/scientific-departments/virology/regulation-of-retroviral-infections/regulation-of-retroviral-infections>, 2013. Última consulta el 17 de mayo 2013.
- LeMonde.fr. *Lettre ouverte à Benoit XVI*. 3 de marzo 2009. Consultada por última vez el 17 de mayo 2013 en la URL http://www.lemonde.fr/idees/article/2009/03/24/lettre-ouverte-a-benoit-xvi_1171956_3232.html
- Levi-Montalcini, R., The Nerve Growth Factor: Thirty five years Later. *Nobel Lectures*, 1986. Bajada de la Internet en la URL http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1986/levi-montalcini-lecture.pdf el 1 de abril de 2013.
- Levi-Montalcin, R. *Elogio de la imperfección*. Tusquets. Barcelona, 2011.
- Mamlok-Naaman, R., Blonder, R. and Dori, Y. J., One Hundred Years of Women in Chemistry in the 20th Century. Sociocultural Developments of Women's Status. In: Chiu, M. H., Gilmer, P. J. & Treagust, D. F. (eds.), *Celebrating the 100th Anniversary of Madam Marie Skłodowska Curie's Nobel Prize in Chemistry*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 2011, pp. 119-139.
- Muñoz-Páez, A. y Garritz, A. Mujeres y química. Parte I. de la antigüedad al siglo XVII, *Educación Química*, **24**(1),2-7, 2013a.
- Muñoz-Páez, A. y Garritz, A. Mujeres y química. Parte II. Siglos XVIII y XIX, *Educación Química*, **24**(Extraord. 1), 156-162, 2013b.
- Muñoz-Páez, A. Marie Skłodowska-Curie y la radioactividad, *Educación Química*, **24**(2), 224-228, 2013.
- Muñoz Páez, A., Las Curie: una pareja radiante, *Redes*, **4**, 28-29, 2010.
- Muñoz Páez, A., Sin aceite y contra el viento, *Redes*, **5**, 66-67, 2010.
- Muñoz Páez, A., La doble hélice y la foto robada, *Redes*, **7**, 66-67, 2010.
- Muñoz Páez, A., Françoise Barré-Sinoussi y su lucha contra el SIDA, *Redes*, **22**, 66-67, 2011.
- Muñoz Páez, A., Dorothy Hodgkin y la cristalografía de proteínas, *Redes*, **18**, 66-67, 2011.
- NobelPrize.org The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2008. Harald zur Hausen, Françoise Barré-Sinoussi, Luc Montagnier, Autobiografía de Françoise Barré-Sinoussi en la URL http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2008/barre-sinoussi.html, 2008. Última consulta el 17 de mayo 2013.
- Yonath, A. E. Hibernating Bears, Antibiotics and the Evolving Ribosome. *Nobel Lectures*, 1986. Bajada de la Internet en la URL http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2009/yonath-lecture.html el 1 de abril de 2013.
- YouTube.com. Sex and stigma – with Françoise Barré-Sinoussi, en la URL http://www.youtube.com/watch?v=Kz-_daSS14, 2013. Última consulta el 17 de mayo 2013.