

Inventoras, pioneras y activistas por el medio ambiente.

Mujeres extraordinarias que cambiaron el mundo.



Generalitat
de Catalunya



Inventoras, pioneras y activistas por el medio ambiente.

Mujeres extraordinarias que cambiaron el mundo

© Generalitat de Catalunya

Redactora y asesora: Sònia Marta Garcia Giménez

Ilustradora y diseñadora: Marta Bellvehí Suñer

Edición y revisión: Secretaria d'Acció Climàtica, Equip de Gènere, Generalitat de Catalunya.

Impresión: Gràfiques Alzamora S.A.

Edición : 1a edición, mayo 2024

Depósito legal: B 10568-2024



Esta obra está sujeta a la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObra-Derivada 4.0 España (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>). Está permitido reproducirla, distribuirla y hacer comunicación pública, siempre que se haga sin ánimo de lucro y se reconozcan explícitamente sus autoras, y el Equipo de Género de la Secretaría de Acción Climática de la Generalidad de Cataluña como editora de la publicación.



Inventoras, pioneras y activistas por el medio ambiente.

Mujeres extraordinarias que cambiaron el mundo



“Elijamos nuestro camino en la vida por nosotras mismas y tratemos de sembrar de flores ese camino.”

Emilie du Châtelet, matemática y física



Prólogo

El pequeño libro que tenéis en las manos es una iniciativa del Equipo de Género de la Secretaría de Acción Climática, perteneciente al Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya. El Equipo de Género busca asegurar la plena participación de las mujeres e integrar la perspectiva de género en las políticas ambientales. Para ello, se propone generar conocimiento, compartir iniciativas y sensibilizar sobre cuestiones de género y medio ambiente.

En el marco de las actividades que promueve el Equipo de Género, el objetivo de este pequeño libro es dar a conocer las biografías de diferentes mujeres que, a lo largo de la historia, han hecho aportaciones relevantes en los ámbitos de trabajo de esta Secretaría. Entre otras, encontraréis investigadoras destacadas en el estudio de las energías solar, eléctrica y nuclear, meteorólogas, ingenieras, activistas medioambientales y precursoras del desarrollo sostenible. A pesar de que el talento o la inteligencia no distinguen entre géneros, la narrativa oficial ha ignorado, de forma general, las contribuciones de mujeres extraordinarias como las que mostramos aquí. Esta iniciativa quiere aportar referentes femeninos en temáticas que se han considerado tradicionalmente más *masculinas*.

Con la elección de mujeres que se presenta aquí, se ha intentado abarcar un marco temporal, geográfico y social lo más amplio posible: desde el s. III d. de C. hasta nuestros días, pasando por mujeres asiáticas, africanas, americanas y europeas, de familias acomodadas o más modestas. Debido a las limitaciones de espacio, se ha tenido que ajustar la selección a solo 12 mujeres, pero otras muchas habrían sido igualmente merecedoras de formar parte de este libro. Aunque la mayoría han sido admiradas y celebradas en su ámbito, casi todas ellas son completamente desconocidas para el gran público.

Las vidas de las mujeres que se explican en esta recopilación tienen algunos rasgos comunes interesantes. Por lo general, la vocación les solía aparecer cuando eran niñas y, en la mayoría de los casos, sus padres las animaban a perseguir sus sueños. Que hubiera un buen nivel educativo familiar y una mínima tranquilidad económica solía ser fundamental. En este punto, surge una pregunta: ¿cuántas mentes brillantes se habrán perdido por el camino por no haber disfrutado del entorno y el soporte adecuados? Por otra parte, prácticamente todas tuvieron que luchar contra los estereotipos de género en algún mo-

mento de su trayectoria. Por ser mujeres, no se las dejaba entrar en sociedades científicas —la mayoría íntegramente masculinas hasta bien entrado el s. xx—, como en el caso de Hertha Ayrton o de Irène Joliot-Curie. Se les exigía mucha más preparación y no las tomaban en serio, como ocurrió con Rachel Carson. Asimismo, se les negaban premios merecidísimos: el caso de Chien-Shiung Wu fue paradigmático, porque fue excluida injustamente del Premio Nobel. Pese a que algunas renunciaron a tener una familia propia para dedicarse a su trabajo o porque simplemente no les interesó, la mayoría sí tuvo hijos. En épocas no tan lejanas, cuando se esperaba que la prioridad de la mujer fuera el ámbito doméstico y familiar, muchas de ellas tuvieron que hacer equilibrios para conciliar la vida personal y la profesional; francamente, puede decirse que, en este aspecto, todavía no se ha avanzado demasiado. Lynn Margulis llegó a reconocer que no se podía ser esposa, madre y científica de primera al mismo tiempo: “algo tenía que caer”. Raramente se ha oído una afirmación similar por parte de un hombre. Como consecuencia de haber experimentado en su propia piel actitudes o convenciones machistas, muchas de ellas —como Hertha Ayrton, Irène Joliot-Curie o Wangari Muta Maathai— desarrollaron una conciencia a favor de los derechos de las mujeres y, en la medida de sus posibilidades, lucharon por visibilizar a las mujeres y crear una sociedad más igualitaria. Por último, la mayoría fueron “las primeras” en algo: desde María la Judía, la primera alquimista de la historia, hasta Creu Casas, la primera catedrática de Botánica del Estado español.

Marta Bellvehí, con su estilo personal y perspectiva feminista, ha capturado la esencia de estas pioneras a través de sus ilustraciones. Os invitamos a disfrutar de los preciosos dibujos que ha hecho de estas mujeres en diferentes etapas de su vida y acompañadas de algunos de sus detalles más distintivos.

La historiadora y activista feminista Gerda Lerner, la primera en introducir el estudio de la historia de las mujeres en la universidad, dijo que “la ignorancia sobre su propia historia de luchas y logros ha sido una de las principales formas de mantener a las mujeres subordinadas”, y, por tanto, “la historia de las mujeres es la principal herramienta para su emancipación”. Esperamos que esta recopilación de biografías de mujeres extraordinarias contribuya a la divulgación de referentes en los campos mencionados, que, aún hoy en día, creemos tan necesaria.

Sonia García

SÒNIA GARCIA - Redacción y asesoramiento

Sonia Garcia es licenciada y doctora en Farmacia (especializada en Botánica) por la Universidad de Barcelona. Es científica titular en el Instituto Botánico de Barcelona, centro mixto entre el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el Consorcio del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona (CMCNB). Actualmente, su investigación se centra en el estudio de los elementos repetitivos de los genomas de las plantas y aplica este conocimiento a comprender por qué una planta se vuelve invasora, una problemática muy vinculada a la globalización y al cambio climático. Como parte de su labor divulgadora, y después de haberse dado cuenta de la falta de referentes femeninos en investigación, ya hace un tiempo que se interesa por dar a conocer las vidas y logros de mujeres en campos relacionados con su ámbito de investigación. Al respecto, ha escrito artículos de divulgación, ha impartido charlas y ha organizado coloquios, tanto en Cataluña como en otros países europeos. También participa en programas para fomentar las denominadas STEAM (en inglés, acrónimo de *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), especialmente entre chicas de secundaria, en escuelas de Barcelona.

MARTA BELLVEHÍ - Ilustración y diseño gráfico

Marta Bellvehí estudió el grado de Diseño en Eina (Universidad Autónoma de Barcelona) y el posgrado de Ilustración en Bau (Universidad de Vic). Trabaja como ilustradora *freelance* desde 2014 y apuesta por proyectos vinculados a la cultura, la educación y el feminismo. Ha ilustrado y diseñado cubiertas de libros, carteles, campañas institucionales y exposiciones, entre otros. En los últimos años, se ha especializado en el ámbito de los murales y ha pintado sus ilustraciones en más de una veintena de municipios catalanes. La mayoría de estos murales, de carácter reivindicativo contra las violencias machistas, los ha acompañado con cursos de creatividad y charlas.

En 2019, dio el salto como autora y publicó la obra *Casa soc jo* (Edicions Tremendes), seguida de la novela *Bruna Brown* (Fanbooks, 2022) y la novela ilustrada *A partir d'ara* (Fanbooks, 2024). Desde el verano de 2022, también coordina y presenta el pódcast en catalán *Braves il·lustrades*, donde entrevista a mujeres de diferentes sectores creativos. Podéis consultar su portafolio en la web martabellvehi.com.



Índex

11	María la Judía	Aleandría, Egipto	Alquimista e inventora	s. I-III (incierto)
13	Hipatia de Alejandría	Aleandría, Egipto	Filósofa, astrónoma e inventora	355/370-415
15	Hertha Marks Ayrton	Bexhill, Reino Unido	Física, ingeniera e inventora	1854-1923
17	Irène Joliot-Curie	París, Francia	Física y química	1897-1956
19	Janaki Ammal	Thalassery, India	Botánica y activista medioambiental	1897-1984
21	Felisa Martín Bravo	San Sebastián, España	Meteoróloga	1898-1979
23	Mária Telkes	Budapest, Hungría	Física, química e inventora	1900-1995
25	Rachel Carson	Springdale, Estados Unidos	Bióloga marina, ecóloga y escritora	1907-1964
27	Chien-Shiung Wu	Liu Ho, China	Física y matemática	1912-1997
29	Creu Casas y Sicart	Barcelona, Cataluña	Botánica	1913-2007
31	Lynn Margulis	Chicago, Estados Unidos	Bióloga evolutiva	1938-2011
33	Wangari Muta Maathai	Ihithe, Kenia	Activista ambiental	1940-2011



MARÍA LA JUDÍA • La primera alquimista de la historia

Seguro que alguna vez has utilizado, o has oído hablar del baño maría. Pero ¿te has preguntado quién es esta tal María y qué tiene que ver con este procedimiento? Pues bien, María la Judía es la responsable de este invento.

María la Judía fue una de las primeras científicas de la historia. Aunque se desconoce su lugar de nacimiento, se sabe que vivió entre el siglo I y el III d. de C. en Alejandría (Egipto). También fue conocida como María la Hebrea o Miriam la Profetisa, y los árabes la llamaban *Hija de Platón*. Es la primera mujer alquimista de la que se tiene constancia e incluso se la considera una de las fundadoras de la alquimia. **La alquimia es una antigua doctrina que estudia los fenómenos químicos** y se desarrolló con objetivos más o menos estrafalarios, pero de bastante interés en la época: transformar metales —especialmente convertir metales comunes en oro—, descubrir el elixir de la inmortalidad, encontrar la piedra filosofal y explorar todo tipo de secretos de la naturaleza. A pesar de tratarse de una protociencia, con metas a menudo simbólicas, **muchas de las ideas, prácticas e instrumentos de la alquimia fueron adoptados posteriormente por la ciencia moderna.** Aunque se sabe que María escribió varios textos sobre alquimia, desgraciadamente no se conserva ninguno, y se cree que desaparecieron en el famoso incendio de la biblioteca de Alejandría. Conocemos su obra a través del testimonio de otros eruditos posteriores, entre ellos, el también alquimista Zósimo de Panópolis (s. III-IV d. de C.), que la consideraba miembro de los “antiguos sabios”.

María sobresalió en el desarrollo de instrumental de laboratorio vinculado a la práctica alquímica. Gracias a su fructífera imaginación, inventó instrumentos y concibió procedimientos o experimentos que estaban fuertemente vinculados a procesos alquímicos, tales como la destilación, la evaporación o la sublimación. Se le atribuye la invención del *tribikos*, una especie de alambique de destilación, y también del *kerotakis* —conocido como “horno de María”—, un aparato de reflujo para calentar sustancias como el azufre, el mercurio o el arsénico, cuyos vapores, aplicados a una placa metálica y con calor prolongado, daban un material similar al oro. Posteriormente, el *kerotakis* también se utilizaría para extraer aceites esenciales de plantas como la rosa. Se cree que este aparato fue la base para que el químico alemán Franz von Soxhlet creara, a finales del s. XIX, el famoso extractor que lleva su nombre y todavía se encuentra en los laboratorios actuales de química analítica.

Sin embargo, si María la Judía ha pasado a la historia por algo es por su famoso baño —como apuntábamos al principio—, que, casi 2.000 años después de ser concebido, todavía se utiliza. **El baño maría es una técnica que se usa para calentar sustancias de forma suave y unifor-**

me, y consiste en introducir un recipiente en otro mayor que contiene agua muy caliente o hirviendo. En el primer recipiente debe estar la sustancia que se quiera calentar y, mediante la transmisión de calor a través del líquido, esta lo hará de forma suave y uniforme. Así, por ejemplo, se puede fundir chocolate para preparar la cobertura de una tarta, o calentar suavemente un biberón. Hoy es un procedimiento común en gastronomía, pero también se ha utilizado para destilar sustancias volátiles o aromáticas, o para evaporar extractos. Sin embargo, el baño maría original era algo más complejo: se trataba de un baño de arena y cenizas que calentaba un recipiente, el cual, a su vez, calentaba otro recipiente. Aparte de inventar el baño maría, se cree que ella misma lo bautizó con su nombre.

Más allá de su protagonismo como alquimista y de sus inventos, no se conoce mucho más de la vida de María. Lo que sí se sabe es que, a diferencia de la mayoría de las mujeres científicas conocidas, incluso de muchas mucho más recientes, **María la Judía gozó de un gran reconocimiento y reputación en su entorno de alquimistas, tanto en vida como mucho después de su muerte.**

¡La próxima vez que hagas un pastel, acuérdate de María la Judía y de su baño para conseguir que el chocolate tenga una textura perfecta!

“Con la alquimia transformamos lo ordinario en extraordinario, la oscuridad en luz”



HIPATIA DE ALEJANDRÍA · Descubrir el poder del pensamiento

Entre los cientos de pergaminos que hay en la biblioteca se encuentra una niña que, muy concentrada, lee uno con atención. Se trata de un trabajo de astronomía sobre la posición de los astros. Mentalmente, empieza a hacer unos cálculos para comprender lo que está leyendo y sonrío: “las matemáticas nunca mienten”, como le había explicado su padre.

Hipatia nació en Alejandría, una ciudad de Egipto, entre los años 355 y 370, y murió en el mismo lugar en el año 415. Alejandría era un centro intelectual y comercial situado en el delta del Nilo, aunque, administrativamente, pertenecía al Imperio romano. Sin embargo, se podía considerar una metrópoli helénica que, en cierto modo, había sustituido a la Atenas clásica, ya en decadencia. **Hipatia era hija de Teón, un célebre matemático y astrónomo, director de la importante biblioteca del Serapeum.** Teón fue su primer maestro, y su carácter liberal —excepcional para la época— fue fundamental en el desarrollo de las extraordinarias aptitudes de su hija. Hipatia recibió formación intelectual, pero también física, y aprendió hípica y remo. En sus palabras, Teón quería que Hipatia fuera “un ser humano perfecto”. **Cabe recordar que, por aquel entonces, la mujer estaba siempre sometida a la autoridad paterna o marital y no solía tener educación ni independencia económica.**

Hipatia hizo importantes contribuciones en matemáticas, astronomía y, en especial, filosofía. **Una faceta menos conocida fue la de inventora,** ya que sus estudios también incluían la mecánica. Se cree que inventó una **versión mejorada del astrolabio** y también concibió el **densímetro, instrumento que sirve para determinar la densidad relativa de los líquidos** (es decir, la relación entre la densidad del líquido respecto a la del agua); algunos escritos apuntan a que también habría inventado el **primer destilador de agua con el fin de purificarla.**

Colaboró con su padre en comentarios sobre textos aritméticos, como los *Elementos* de Euclides, y revisó las tablas astronómicas de Ptolomeo. Avanzada a su tiempo, fue una de las pioneras del heliocentrismo, contrario al geocentrismo imperante en su época. **Además, tenía excepcionales dotes de oratoria y una gran capacidad para explicar conceptos.** Fundó su propia escuela, que recibía a multitud de alumnos. Se trataba, principalmente, de hombres pertenecientes a las élites más poderosas, procedentes de todo el Mediterráneo. Hipatia enseñaba las obras de Platón y Aristóteles, y sus alumnos accedían a posiciones de poder dentro del Imperio después de pasar por sus aulas. Considerada una mujer sabia y modélica, a menudo era consultada por las autoridades de la ciudad por varios asuntos.

“Resérvate el derecho a pensar, porque incluso pensar equivocadamente es mejor que no pensar en absoluto”

(Teón a Hipatia)

Desgraciadamente para ella, Hipatia vivió en un momento de transición entre la caída del paganismo y el empuje del cristianismo. Aunque pagana, siempre había profesado una actitud de tolerancia y respeto a las creencias ajenas, y entre sus alumnos había muchos cristianos. Sin embargo, su relación con las élites políticas de Alejandría y su prestigio la colocaron en el punto de mira de grupos defensores de la ortodoxia cristiana más radical, grupos que pugnaban por el poder y que conocían la capacidad de influencia de Hipatia. **En este contexto, fue acusada de practicar la brujería y las artes mágicas.** Cabe apuntar que, antiguamente, la astronomía —una de las disciplinas estudiadas por Hipatia— no estaba tan lejos de la astrología y de las artes adivinatorias, y era fácil establecer paralelismos con la brujería. **Así, un día de marzo del año 415, y bajo la acusación de ser una bruja, una multitud de cristianos fuera de control asesinó cruelmente a nuestra protagonista.**

El recuerdo de Hipatia ha perdurado en el tiempo y en la tradición literaria. Se cree que Santa Catalina de Alejandría —una mártir cristiana del s. IV— nunca existió y fue, en realidad, una adaptación de la figura de Hipatia por parte de la religión católica. Este hecho no deja de ser irónico porque, precisamente, el más exaltado cristianismo fue el responsable de su trágica muerte. Durante la Ilustración (s. XVIII), su figura se reivindicó, considerándola “mártir de la filosofía” y símbolo de la oposición al catolicismo. **En nuestros días, Hipatia se ha convertido en un icono de los derechos de las mujeres y es considerada precursora del movimiento feminista.** Su figura ha protagonizado series de televisión, películas y obras de teatro. En homenaje a ella, Hipatia es el nombre, entre otros, de un cráter lunar, de un satélite, de un asteroide y de una prestigiosa misión de 2023 en la Estación de Investigación Desértica Marciana (un entorno de simulación del planeta Marte) formada exclusivamente por mujeres.



HERTHA AYRTON · La chispa de la creatividad

Estamos a finales de la era victoriana, en el s. XIX, en una calle de Londres. Hace frío y la noche es muy oscura. Las farolas son de arco eléctrico y, aunque arrojan mucha luz, dan una iluminación inestable y generan un zumbido constante. Bajo estas farolas, camina una mujer corpulenta, de pelo negro y rizado, que, mirando hacia arriba, piensa: “Estas farolas son muy molestas, seguro que deben poder mejorarse... ¿Cómo podría hacerlo?”.

Hertha Ayrton (1854-1923), nacida Phoebe Sarah Marks, nació en Portsea (Reino Unido) y fue ingeniera, matemática, física e inventora. Pertenece a una modesta familia judía y era la tercera de ocho hermanos. Su padre murió cuando ella tenía siete años, así que pronto tuvo que asumir responsabilidades para ayudar a los suyos. Era una niña inquieta, con iniciativa y poseedora de una innegable inteligencia; ante esto, sus tías, que tenían una escuela en Londres, propusieron a su madre encargarse de su tutela y educación. Aun así, siguió ayudando a la economía familiar, para lo que impartía clases particulares y hacía bordados. Durante su adolescencia y después de haber leído un poema dedicado a Hertha, la diosa teutónica de la tierra, decidió cambiarse el nombre, salir de la religión judía y declararse agnóstica. **Gracias al apoyo económico de la feminista Barbara Bodichon, Hertha estudió matemáticas en la Universidad de Cambridge**, sin embargo, dado que en aquella época Cambridge no graduaba a mujeres, tuvo que validar sus estudios en la Universidad de Londres donde logró el título de bachillerato en Ciencias.

Hertha se abrió paso en la ciencia mediante su fabulosa capacidad inventiva y, a lo largo de su vida, publicaría hasta 26 patentes, entre ellas, un esfigmomanómetro, calibradores, divisores matemáticos, luces de arco, electrodos y propulsores de aire. La ingeniería eléctrica le interesaba especialmente y, en 1884, empezó a formarse en el *Finsbury Technical College*. Es aquí donde recibió clases del profesor William Edward Ayrton, con el que se casaría un año más tarde. El profesor Ayrton había investigado, sin mucho éxito, los problemas técnicos del arco eléctrico que mencionábamos en la introducción. Incluso había escrito un trabajo (inconcluso) sobre el tema, que fortuitamente fue utilizado por un sirviente para encender una chimenea, y del no quedó ninguna constancia. Este accidente motivó que Hertha retomara la investigación iniciada por su marido. **Demostró que los problemas de la lámpara de arco eléctrico se producían en contacto con el oxígeno, y propuso ciertos cambios que mejoraron mucho su funcionamiento**. En 1899, fue la primera mujer en presentar una ponencia en el *Institute of Electrical Engineers*, y, en 1900, se convirtió en la primera mujer admitida como miembro

de esta institución. También amplió su investigación en el campo de la hidrodinámica, mejorando la comprensión del vórtice en el agua y en el aire. En 1902, fue propuesta como socia de la *Royal Society*, pero su solicitud se denegó inicialmente porque “no se podía admitir a una mujer casada como socia”. Sin embargo, cuatro años más tarde, la propia institución la galardonaría con la medalla *Hugues*, su reconocimiento más prestigioso.

Aparte de ser una investigadora e inventora brillante, Hertha tenía un marcado perfil feminista y comprometido con las causas sociales. Participó en los movimientos sufragistas y asistió a muchas de las manifestaciones convocadas en 1910 para conseguir el derecho a voto de las mujeres. Hertha también fue un **ejemplo de sororidad**: acogió a su amiga Marie Curie en su casa para recuperarse de la enfermedad y el estrés. La propia Hertha dio clases de matemáticas a una de sus hijas, la también investigadora Irène Joliot-Curie (véase el capítulo siguiente). Cuando el descubrimiento del radio se atribuyó en solitario al marido de Marie Curie, Hertha abogó por que su amiga tuviera el reconocimiento que merecía. Participó en la fundación de la *International Federation of University Women* en 1919 y del sindicato *National Union of Scientific Workers* en 1920. Murió en 1923 a los 69 años en Bexhill-on-Sea, Reino Unido, a causa de un choque anafiláctico por la picadura de un insecto.

“Los errores son notoriamente difíciles de matar, pero el error de atribuir a un hombre lo que en realidad pertenece al trabajo de una mujer, ¡tiene más vidas que un gato!”



IRÈNE JOLIOT-CURIE • Una nueva radiactividad

Estamos en un hospital de campaña en Bélgica, durante la Primera Guerra Mundial. Entre multitud de heridos, un cirujano trata de encontrar el fragmento de metralla que está causando un sufrimiento insufrible en la pierna de un pobre soldado. Le ayuda una joven de 18 años recién cumplidos, mediante un aparato de rayos X portátil, que manipula con calma y experiencia. Gracias a ello, se localiza rápidamente el metal y se puede proceder a su extracción y a la curación de la herida (basado en Merle-Béral, 2018).

Esta chica es Irène Joliot-Curie (París 1897-Ibidem 1956), y el episodio nos muestra ya su personalidad excepcional. **Irène, hija de Marie y de Pierre Curie, fue una física, química, política y activista.** Nació en un ambiente especialmente propicio a la ciencia, dada la profesión y celebridad de sus padres, galardonados con Premios Nobel por el descubrimiento de la radiactividad y algunos elementos radiactivos.

La irrupción de la Primera Guerra Mundial en plena adolescencia de Irène la obligó a interrumpir sus estudios de física. Durante la guerra, y junto con su madre, desarrolló las **“Pequeñas Curies”, unas ambulancias con equipamiento radiológico portátil que salvaron miles de vidas.** Al terminar la guerra, reanudó sus estudios y se graduó en Física en la Universidad de la Sorbona (París). Inició su investigación en rayos alfa y en la radiactividad del polonio, continuando la investigación de sus padres. Poco después de presentar su tesis doctoral, Irène se casó con Frédéric Joliot, un asistente de investigación de Marie Curie. Por deseo de él, ambos adoptaron el apellido Joliot-Curie. La pareja tuvo dos hijos, Hélène y Pierre, que también se convertirían en científicos.

Frédéric e Irène reprodujeron la pasión por la investigación vivida por Marie y Pierre, y formaron un verdadero equipo. Su hito más importante fue el **descubrimiento de la radiactividad artificial.** Mediante unos experimentos en los que sometían el aluminio a la radiación de partículas alfa, este se convirtió en un nuevo elemento, en este caso, fósforo radiactivo. Posteriormente, producirían nitrógeno radiactivo a partir de boro, haciendo realidad el viejo sueño de los alquimistas de transformar los metales (véase el capítulo de María la Judía), y lo conseguirían con otros muchos elementos. La radiactividad artificial acabaría teniendo aplicaciones en áreas tan diversas como las terapias contra el cáncer, en procedimientos diagnósticos, en la datación isotópica en geología o en la producción de energía nuclear. **Por este descubrimiento, Irène y Frédéric recibieron el Premio Nobel de Química en 1935.** La familia Curie se convirtió en la más galardonada de la historia con cinco Premios Nobel en total.

La época que vivió nuestra protagonista fue testigo de las guerras europeas más importantes, del ascenso y la caída del fascismo, del empuje del comunismo y de la Guerra Fría, y de multitud de movimientos de índole social. A pesar de su dedicación a la ciencia, Irène no era indiferente a estas convulsiones. Desde muy pequeña, le habían marcado los valores de izquierdas de su abuelo, Eugène Curie, y del círculo de intelectuales cercano a sus padres. En 1934, Irène y Frédéric se afiliaron al Partido Socialista Francés y ambos apoyaron al Gobierno de la República española tras el golpe de Estado de Franco. En 1936, Irène aceptó el puesto de secretaria de Estado de Investigación Científica y logró aumentar los pocos recursos destinados a la investigación; también contribuyó a la creación del *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) en 1939. Además, **aprovechó la notoriedad adquirida con el Premio Nobel para reivindicar los derechos de las mujeres:** abogó por una mayor independencia jurídica y puso de manifiesto las altas tasas de paro o la necesidad de obtener el derecho a voto. Se avanzó a su tiempo al declararse favorable al concepto de control de la natalidad. Pese al reconocimiento que Irène obtuvo en el ámbito internacional durante toda su trayectoria, fue rechazada hasta cuatro veces como miembro de la *Académie des Sciences* por ser mujer. De hecho, decidió presentarse a cada oportunidad para denunciar la exclusión de la mujer en esa institución.

Irène y Frédéric colaboraron con la resistencia francesa durante la Segunda Guerra Mundial, comprometidos con la lucha antifascista. Sin embargo, con los bombardeos de Hiroshima y Nagasaki en 1945, un intenso sentimiento de culpa se puso de manifiesto en la pareja y en otros investigadores involucrados en el desarrollo de la tecnología nuclear. **En 1949, participarían en la creación del Consejo Mundial por la Paz** que, un año más tarde, inspiraría el **llamamiento de Estocolmo contra el uso militar de la energía atómica** que firmaron más de 150 millones de personas. En 1956, a la edad de 58 años, Irène murió a causa de una leucemia provocada por años de exposición continuada a radiaciones.

“Siempre ha sabido lo que quería y lo ha llevado a cabo, sin prisa, sin alardes, con un valor paciente”

(Ève Curie, sobre su hermana Irène Joliot-Curie)



JANAKI AMMAL • La reina del azúcar

En Kerala, un estado de la costa tropical de la India, existen largas playas y grandes extensiones de manglares. En las montañas, se encuentran plantaciones de té, café y especias, y la vida silvestre es exuberante. En ese lugar vivía una mujer a la que le apasionaba el conocimiento de las plantas. De presencia imponente, alta y de pelo negro y brillante, Janaki emanaba un aura majestuosa, acentuada por los saris de seda amarillos que solía vestir. Detrás de los saris, se escondía una investigadora infatigable y una gran defensora del medio ambiente.

Janaki Ammal (1897-1984), nacida en Thalassery (Kerala, India), era hija de un juez y de un ama de casa. Tenía dieciocho hermanos, seis de ellos hermanastros provenientes de un matrimonio anterior de su padre. Su familia podría considerarse de clase media y con un nivel educativo elevado. **Entre 1858 y 1947, la India estuvo bajo dominio británico —la denominada India británica— y, en aquella época, la mayoría de las niñas indias no iban a la escuela —más del 99 % eran analfabetas.** Sin embargo, pudo asistir al colegio del *Sacred Heart Convent*. Prosiguió sus estudios en el *Queen Mary's College* de Madrás, mientras iba viendo como sus hermanas aceptaban matrimonios concertados.

Su padre era ornitólogo aficionado y tenía un gran interés por la naturaleza, que transmitió a Janaki. En 1921, obtuvo el grado en botánica en el *Presidency College* de Madrás y, en 1924, gracias a una beca, se trasladó a los Estados Unidos. **En la Universidad de Michigan, alcanzaría el grado de Maestría en Ciencias en 1926 y el doctorado en 1931, convirtiéndose en una de las primeras —si no la primera— doctoras en Botánica de los Estados Unidos.** Regresó a la India como profesora en el *Maharaja's College of Science* (1932-1934), pero pronto se trasladó al *Sugarcane Breeding Institute*, un centro dedicado a la investigación y la mejora del cultivo de la caña de azúcar. Con la observación en el microscopio de los cromosomas de varias poblaciones de caña de azúcar silvestre y de especies cercanas, pudo establecer el origen híbrido de muchas de sus variedades. Su trabajo contribuyó a crear variedades cultivadas de alto rendimiento y mejor adaptadas a las condiciones climáticas de la India. De ahí le viene el apodo de Reina del azúcar, que la acompañará durante el resto de su vida.

En 1939, asistió a un congreso de genética en Edimburgo, coincidiendo con el principio de la Segunda Guerra Mundial. Esta circunstancia la obligó a quedarse en Reino Unido, donde **ingresó en la *John Innes Horticultural Institution* como investigadora asistente de Cyril Dean Darlington**, botánico y genetista de renombre. Allí estudió los cromosomas de otras muchas especies como la berenjena y la citronela, a menudo poliploides. **La poliploidía es un fenómeno por el que se ori-**

ginan células con tres o más juegos completos de cromosomas y, en ocasiones, este mayor número de cromosomas se corresponde con un mayor rendimiento —por ejemplo, un mayor tamaño de los frutos o una mayor concentración de azúcares.

Con los años, Janaki contribuiría a identificar el número de cromosomas de muchas especies por primera vez, conectando los aspectos genéticos con la diversificación y evolución de las plantas. **Su trabajo más destacado sería el libro *Atlas cromosómico de plantas cultivadas***, escrito en colaboración con Darlington en 1945, ¡con información sobre más de 100.000 especies!

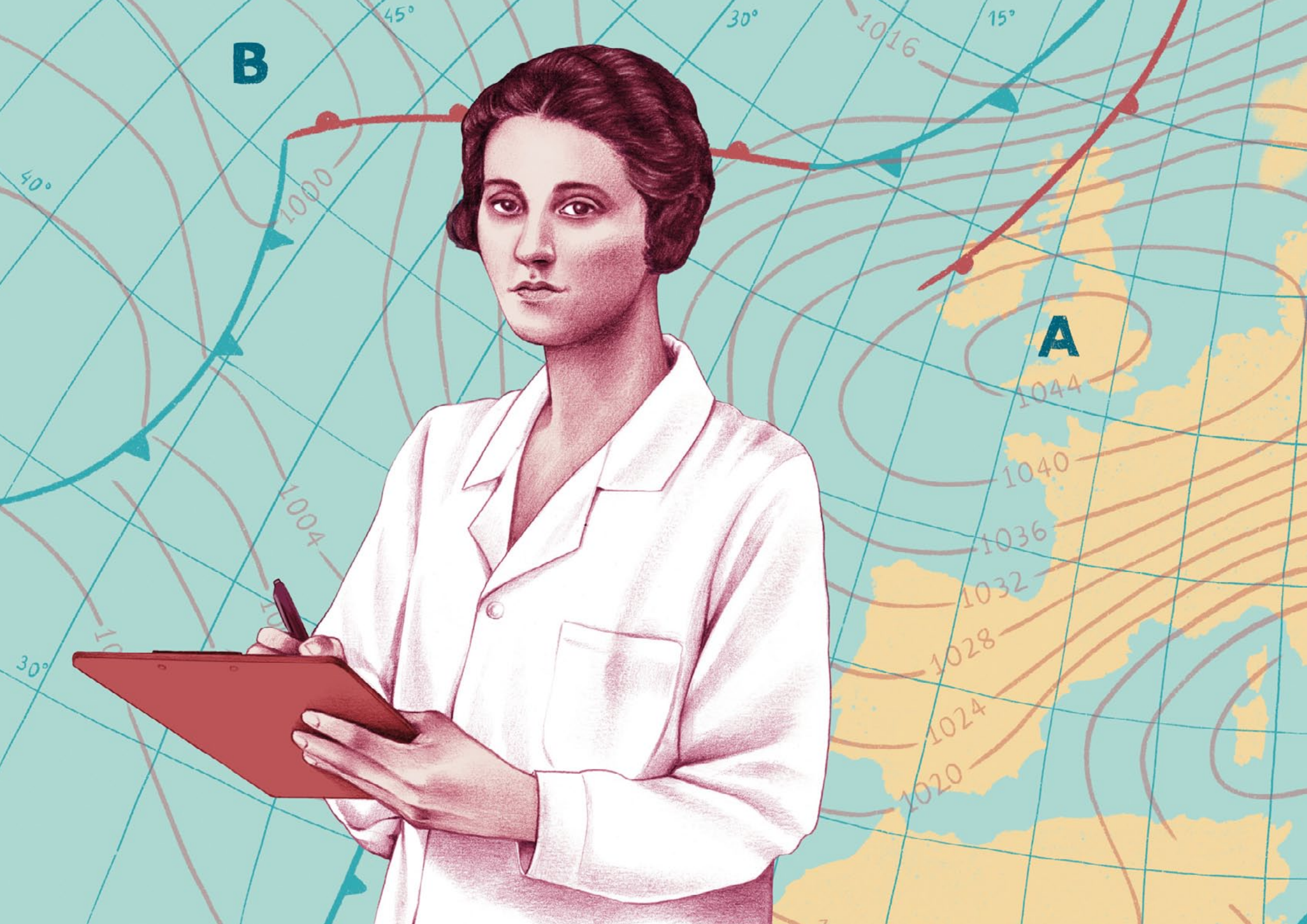
Janaki también era una mujer comprometida con su tierra y con el medio ambiente. En respuesta a las últimas epidemias de hambruna que habían azotado al país, el gobierno indio promovió la deforestación de enormes superficies de tierra para plantar cereales, con la consiguiente pérdida de biodiversidad. En ese punto fue cuando Janaki tomó conciencia de la importancia de preservar las plantas autóctonas. En 1955, fue la única mujer asistente al simposio *Man's Role in Changing the Face of Earth* y, en una sala llena de hombres blancos, expuso los problemas de la economía de subsistencia de la India. Habló de la **importancia de la tradición matrilineal en este país**, donde las mujeres eran, normalmente, las que gestionaban las tierras y los cultivos, en ese momento amenazados por la producción masiva de cereales.

Con más de 80 años, Janaki se implicó **contra la construcción de una planta hidroeléctrica** que el gobierno indio quería construir y que comportaría la completa inundación del Valle Silencioso, un área de bosques tropicales de gran riqueza. Se unió al movimiento ciudadano para detener la construcción de la presa y contribuyó a detener el proyecto. Esta área es ahora una de las zonas boscosas mejor preservadas de la India. Aloja a más de un millar de plantas y animales exóticos, como el macaco de cola de león, una especie de primate en peligro de extinción. Desgraciadamente, Janaki no viviría esta victoria, ya que moriría unos meses antes de la declaración del Valle Silencioso como parque natural en 1984.

A lo largo de su carrera, Janaki recibió numerosos reconocimientos, entre ellos la medalla Birbal Sahni (1961), por sus aportaciones en el campo de la botánica, y el Padma Shri (1971), una de las máximas distinciones civiles concedidas por el Gobierno de la India. En homenaje a sus contribuciones, el propio Gobierno estableció el Premio Nacional de Taxonomía Janaki Ammal el año 2000.

La próxima vez que añadáis una cucharadita de azúcar (¡de caña!) al café, pensad un momento en la increíble Janaki Ammal, cuya búsqueda contribuyó a su dulzura.

“Mi trabajo me sobrevivirá”



FELISA MARTÍN BRAVO • Una vida entre rayos, tormentas y galernas

Nos encontramos en plena guerra civil española. Los observatorios meteorológicos son lugares estratégicos desde el punto de vista militar en un contexto de conflicto como este, pero también siguen dedicándose a su actividad habitual. En concreto, en el observatorio meteorológico de Igueldo, en Guipúzcoa, tratan de predecir fenómenos como las galernas, temporales de viento fortísimos que se han llevado muchas vidas de pescadores y otros hombres del mar a lo largo de la historia. Mientras estudia complejos mapas llenos de isobaras, una meteoróloga trata de descifrar cuando tendrá lugar la próxima y temida galerna en la costa vasca. Esta meteoróloga es también la directora del observatorio y tiene una gran responsabilidad. En el momento histórico y político en el que nos encontramos —entre los años treinta y cuarenta del siglo xx—, que la mujer trabajara fuera de casa era poco habitual, pero que llegara a dirigir un centro público era prácticamente anecdótico. El tesón y la determinación de nuestra protagonista lo hizo posible.

Felisa Martín Bravo nació en San Sebastián en 1898. Hija de maestros, el nivel educativo familiar influyó, sin duda alguna, en su posterior vocación científica. También tuvo la gran suerte de que en Guipúzcoa estuviera el Instituto General y Técnico, uno de los pocos que admitía chicas para cursar el bachillerato. La posibilidad de hacer el bachillerato solía ser el primer obstáculo importante —y, a menudo, insalvable— que tenían las mujeres para acceder a la educación universitaria en aquellos tiempos. Terminado el bachillerato, Felisa se trasladó a Madrid para estudiar la carrera de Física. Durante su paso por Madrid, se alojó y dio clases de física y matemáticas para financiar parte de los costes de su manutención en la Residencia de Señoritas, centro fundado en 1915 por la Junta para la Ampliación de Estudios (JAE). Este organismo, creado en 1907 y presidido por Santiago Ramón y Cajal, fue fundamental para promover la investigación y educación científica en España. Tras su desaparición en 1939, dio paso a la creación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). La Residencia de Señoritas ofrecía alojamiento, laboratorio, biblioteca y una programación de actividades académicas y artísticas a sus huéspedes. Por ejemplo, gracias a las conferencias organizadas en el entorno de la Residencia, Felisa tuvo la oportunidad de conocer a Marie Curie y Albert Einstein.

Volvamos a nuestra protagonista. Al terminar la carrera, Felisa se incorporó como becaria en el **Laboratorio de Investigaciones Físicas** para trabajar en el estudio de las **estructuras cristalinas mediante rayos X**. Aunque tenía la intención de ampliar sus conocimientos sobre espectrografía de rayos X y terminar la tesis en el extranjero, en 1925 decidió presentarse a unas oposiciones de catedrática de instituto, posiblemente

para intentar asegurarse opciones a un trabajo estable en el futuro. Felisa no estaba segura de que prosperara en su carrera científica debido a las dificultades que tenían las mujeres para acceder a plazas de investigación —y, en general, a cualquier puesto de responsabilidad. Sin embargo, el 1926 leyó su tesis doctoral y se convirtió en la primera doctora en Física de España. En 1929, aprobó las oposiciones para unirse al Servicio Meteorológico, siendo también la primera mujer en hacerlo. Combinó este trabajo con su participación en la sección de rayos X del Instituto Nacional de Física y Química. Mientras hacía una estancia de investigación en Cambridge en 1932, amplió sus conocimientos sobre espectrografía de rayos X y sobre electricidad atmosférica y formación de tormentas. Durante la guerra civil española, siguió trabajando un tiempo para la parte republicana del Servicio Meteorológico. Entre 1937 y 1940, se trasladó al observatorio meteorológico de Igueldo, en Guipúzcoa. Hasta 1960, fue la única mujer meteoróloga en el Servicio Meteorológico, donde siguió investigando la electricidad atmosférica y la formación de tormentas hasta su jubilación. Su investigación tendría aplicación en la protección de los vuelos comerciales. Durante el bienio 1973-1974, fue la primera mujer en presidir la Asociación Meteorológica Española.

En el ámbito personal, no se sabe demasiado de su vida. Se sabe que era muy entregada a su trabajo y que consideraba una pérdida de tiempo cualquier distracción, como ir al cine o dar un paseo, nada que no estuviera estrictamente relacionado con la investigación científica. No tuvo hijos, pero sí se casó con José Vallejo Sánchez, catedrático de latín de la Universidad de Sevilla, al que sobreviviría 30 años. A su muerte, a los 81 años, Felisa legó su patrimonio a la Universidad de Sevilla para conceder premios a los mejores expedientes en filología clásica y para aumentar los fondos de la biblioteca de esta materia.

Felisa destacó en una disciplina, la física, que, como las matemáticas o muchas ingenierías, todavía en la actualidad es fundamentalmente masculina. ¿Por qué aún es cierta esta afirmación a pesar de todo el trabajo que se está haciendo, en materia de igualdad, para potenciar las disciplinas llamadas STEM (del inglés *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) entre las chicas?

“Todas realizaron estancias en el extranjero. Dominaban varias lenguas y deseaban desarrollar una vida profesional que las convirtiera en autónomas e independientes. Estaban comprometidas con el avance de la mujer”

(María José Barral, en *Tras las huellas de científicas españolas del XX*)



MÁRIA TELKES • La reina del sol

A finales de 1980, el Departamento de Energía de Estados Unidos inició la construcción de un prototipo de casa revolucionario. Los primeros signos del calentamiento global y la crisis del petróleo de los setenta habían impulsado la idea. La Carlisle House, en Massachusetts, tendría calefacción, agua caliente y electrodomésticos basados en la energía solar. Para llevarla a cabo, tuvieron que consultar a una jubilada de 80 años: Mária Telkes. Décadas antes, Mária, conocida como la reina del sol, había empezado a mostrar al mundo el potencial de la energía solar.

Mária Telkes (1900-1995) nació en Budapest en una familia acomodada, y fue la mayor de los ocho hijos de Aladar y Mária Laban de Telkes, banqueros de origen judío. Era una época en la que empezaba a haber cierta preocupación por la escasez de combustible. La lectura de un libro sobre el futuro de la energía estimuló el interés de Mária por el poder de la energía solar. Aprendió cuatro idiomas para leer todo lo que se iba publicando sobre el tema y, en 1920, ya se había graduado en fisicoquímica por la Universidad de Budapest. En 1924, obtendría el doctorado en la misma universidad, con solo 24 años. Ese mismo año, tras visitar a un tío suyo, cónsul de Hungría en Cleveland, decidió trasladarse a los Estados Unidos. En aquellos tiempos no era fácil para una mujer convertirse en científica, y pensó que tendría más oportunidades en el nuevo continente.

En 1925, logró su primer trabajo en la *Cleveland Clinic Foundation*, donde pudo mostrar, por primera vez, su extraordinaria capacidad inventiva. En concreto, **inventaría un dispositivo fotoeléctrico para registrar las ondas del cerebro**. Sin embargo, su verdadero interés era todo lo relacionado con la energía solar y, en 1937 —el mismo año que obtuvo la ciudadanía americana—, empezó a trabajar como ingeniera en la empresa Westinghouse Electric. En 1939, entró a formar parte del *Solar Energy Conversion Project*, en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), y allí es donde pudo profundizar en serio en la investigación en energía solar. El objetivo del proyecto era conseguir un sistema de calefacción del hogar que solo dependiera de la energía solar, sin necesidad de combustibles fósiles. Desgraciadamente, el proyecto tuvo que esperar un poco, con la llegada de la Segunda Guerra Mundial.

De todas formas, Mária no tuvo mucho tiempo para aburrirse. Había ganado cierta fama como persona ingeniosa, fama que había llegado a oídos de altos cargos del gobierno americano. Se le preguntó si podría crear un desalinizador. Mária aceptó el reto y diseñó un **evaporador solar de agua portátil**. El instrumento eliminaba la sal del agua del mar mediante la evaporación, para volver a enfriarla convertida en agua dulce. El dispositivo se incluyó en el botiquín de los soldados americanos y, gracias a este,

se salvarían muchas vidas. Posteriormente, tuvo aplicación para la obtención de agua potable en lugares como las Islas Vírgenes, con poca disponibilidad de agua dulce. Obtendría la patente de este ingenio en 1968.

Al finalizar la guerra, Mária reanudó su investigación como ingeniera en el MIT y desarrolló un nuevo sistema de calefacción solar para las viviendas, que sería su gran experimento. **Se trata de la Dover Sun House (1948), un proyecto basado en la colaboración entre tres mujeres: la arquitecta Eleanor Raymond, la escultora y filántropa Amelia Peabody —que financió el proyecto— y la propia Mária**. La calefacción de esta casa, localizada en Massachusetts, se conseguía mediante el almacenamiento de la energía solar a través de una **reacción química con sales de Glauber**. Estas sales capturan la energía al fundirse con el calor y la liberan al recristalizarse con el frío, por lo que la vivienda se calienta a medida que la sal, que se encuentra entre las paredes, se enfría. Inicialmente fue un gran éxito, pero hacia el tercer invierno aparecieron problemas de corrosión y filtraciones y el sistema ya no funcionaba.

En parte debido a este fracaso, Mária fue despedida del MIT, pero enseñada encontró trabajo en la Universidad de Nueva York, donde gracias a una beca de la *Ford Foundation* **desarrollaría el primer horno basado en la energía solar**. De nuevo, se trata de un ingenio simple y funcional, capaz de alcanzar los 205 grados centígrados, temperatura suficiente para pasteurizar y esterilizar alimentos —mejorando así su seguridad y durabilidad. Este diseño todavía perdura y muchos de los hornos solares actuales son esenciales en proyectos de cooperación y ayuda humanitaria en zonas desfavorecidas. A partir de 1958, Mária continuaría trabajando en compañías privadas que promovían el uso de la energía solar o su desarrollo tecnológico. Posteriormente, seguiría expresando su creatividad e inventaría, entre otros, un sistema para que los agricultores pudieran secar las cosechas más rápidamente, materiales capaces de soportar temperaturas extremas submarinas o para viajar al espacio, o sistemas de aire acondicionado. **En su trayectoria, Mária registró 20 patentes y recibió una docena de premios**, entre ellos, el de la *Society of Women Engineers* en reconocimiento a los logros de su carrera. Fue una científica completamente entregada a su investigación. Tras vivir 70 años en Estados Unidos, solo volvió una vez a su Hungría natal, en 1995, donde fallecería durante la visita, a los 94 años.

A raíz de la reciente crisis energética de 2022, la necesidad de apostar por las energías renovables es ahora más evidente que nunca. Conviene recordar el papel de Mária Telkes, científica idealista decidida a cambiar el mundo y que, ya en 1942, se adelantó a su tiempo con esta frase: **“Tarde o temprano, utilizaremos el sol como fuente de energía. ¿Por qué esperar?”**.

“Me interesan las cosas que, supuestamente, son imposibles”



RACHEL CARSON · La pluma de la conciencia ambiental

Puede afirmarse que la bióloga marina, ecóloga y escritora Rachel Carson (Springdale, Estados Unidos, 1907) fue la fundadora del movimiento ecologista. Nacida en un área rural, vivía en una granja con su familia, y, desde pequeña, adoraba explorar la naturaleza que la rodeaba. También le encantaba devorar libros y escribía mucho, animada por su madre. Le gustaban mucho los animales y, en sus primeros cuentos, casi siempre eran sus protagonistas. Enseguida empezó a ganar concursos de escritura y, a los 11 años, ya publicó su primer relato.

Rachel era una estudiante brillante y empezó la carrera de Literatura Inglesa por su facilidad para escribir. Sin embargo, se lo pensó mejor y se cambió a Biología, su otra pasión. Se graduó con honores en 1929. Tres años más tarde, obtendría un máster en Zoología en la Universidad Johns Hopkins. Siguió estudiando para un doctorado, pero su padre murió repentinamente y tuvo que dejar los estudios para mantener a su familia y cuidar de su madre, ya bastante mayor. Gracias a la recomendación de una profesora, ingresó en el Servicio de Pesca y Vida Silvestre del Gobierno de Estados Unidos. Su trabajo era el de guionista de un programa de radio divulgativo sobre la vida acuática (llamado *Romance Under the Waters*). Posteriormente, **obtuvo una plaza como bióloga marina en este Servicio, convirtiéndose en la primera de su promoción y la segunda mujer en conseguirlo en la historia de la institución.** Compaginaba este trabajo con la escritura de artículos divulgativos para periódicos. Sin embargo, los logros profesionales fueron paralelos a las desgracias familiares y, en 1937, muere su hermana y se tiene que hacer cargo de sus dos sobrinas huérfanas. Pese a las responsabilidades familiares y al trabajo, Rachel siempre encontró tiempo para escribir y, en 1941, publicó el primer libro de una trilogía sobre la vida marina. Uno de ellos, *The Sea Around Us*, se convertiría en un superventas y **recibiría el Premio Nacional del Libro en 1952.** También le ofrecería la seguridad económica para poder dejar su trabajo y dedicarse a la escritura y a la investigación científica independiente a tiempo completo.

“El ser humano es parte de la naturaleza y su guerra contra ella es, inevitablemente, una guerra contra sí mismo”

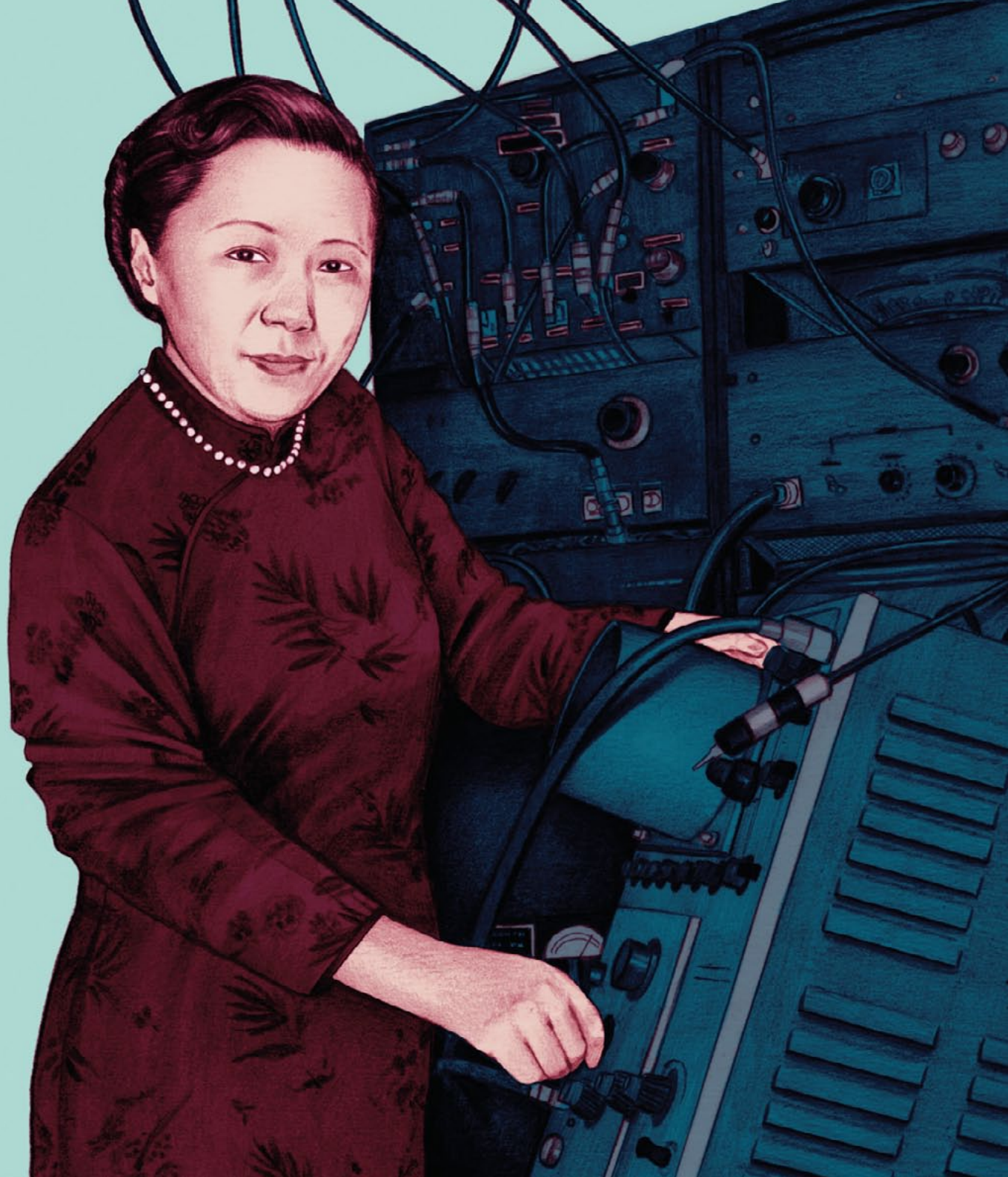
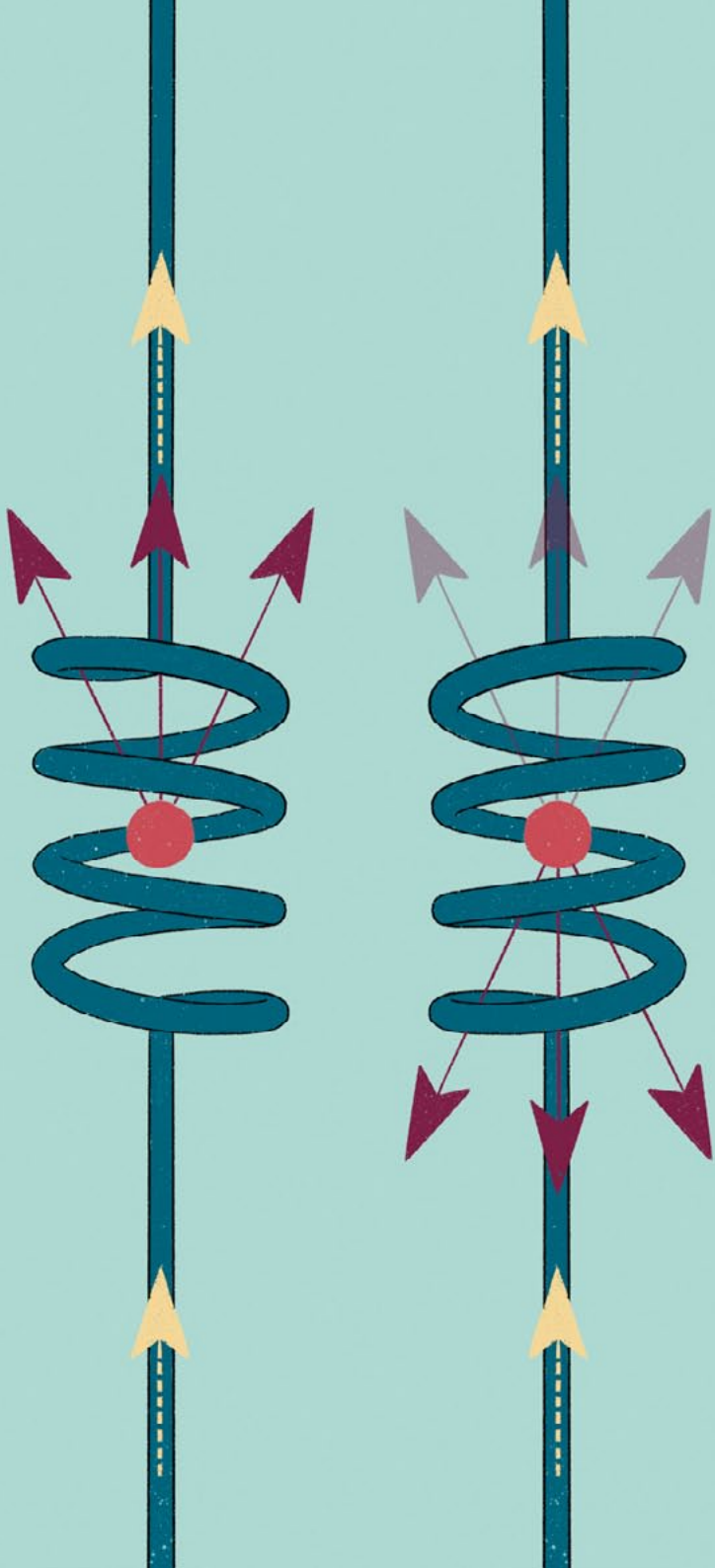
Rachel tenía el don de comunicar con el suficiente rigor científico, pero también con la necesaria claridad y belleza de estilo, para poder seducir al gran público. **La culminación de su capacidad expresiva unida a su amor y compromiso por la naturaleza fue su libro *Silent Spring (Primavera silenciosa)*.** Publicado en 1962, se considera uno de los libros más influyentes del s. xx y la semilla del movimiento ecologista. Después de profundizar durante unos años en la temática marina, Rachel **empezó a investigar los efectos perniciosos de un insecticida relativamente nuevo: el diclorodifeniltricloroetano (DDT).** Este producto se había utilizado durante la Segunda Guerra Mundial para controlar la transmisión de enfermedades causadas por los mosquitos, como la malaria. Tras la

guerra, el DDT pasó a tener un uso generalizado, tanto en el ámbito doméstico como agrícola. Solo en Estados Unidos, su producción pasó de unas 4.300 toneladas en 1944 a más de 81.000 en 1963. Esto tendría consecuencias desastrosas para la biodiversidad y para la salud ambiental, como la desaparición de muchos insectos que no eran el objetivo de los tratamientos insecticidas, o la acumulación del DDT en otras muchas especies —especialmente en pájaros y peces, pero también en humanos—, lo que provocaba intoxicaciones, enfermedades o directamente la muerte. El nombre del libro, *Primavera silenciosa*, alude a la ausencia del canto de los pájaros en los campos de Ohio por la muerte masiva de muchas aves en esta zona, debida al uso del insecticida.

Primavera silenciosa fue un éxito de ventas extraordinario. De repente, la gente empezaba a ser consciente de algunas desventajas del progreso y del impacto de las acciones humanas en el medio ambiente. **Sin embargo, el trabajo se enfrentaba directamente a los intereses económicos de la industria agroquímica.** Rachel recibió críticas clasistas y misóginas: porque no era doctora y no tenía el suficiente criterio científico, porque “pese a ser bastante guapa era soltera y, por tanto, posiblemente era comunista”, o porque era “una histórica”, y una “sacerdotisa de la naturaleza”, entre otras descalificaciones. Curiosamente, en el libro no se expresa una oposición rotunda a uso del DDT, sino una llamada al control de su uso.

El libro de Rachel tuvo un gran impacto en la opinión pública, pero también en el ámbito político y social. En 1963, un informe del Comité de Asesoría Científica Presidencial sobre pesticidas promovió la limitación de su uso y la investigación sobre sus efectos nocivos. Se considera que *Primavera silenciosa* inspiró el movimiento ecologista que surgiría en la década de los sesenta, e **impulsó la creación de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, fundada en 1970.** Posteriormente, fueron apareciendo leyes para la protección del medio ambiente, entre estas, la Ley de 1972, que prohibía el uso doméstico del DDT. Desgraciadamente, Rachel no pudo vivir estos logros, ya que murió en 1964 víctima de un cáncer de pecho, con solo 56 años.

Pero el legado de Rachel Carson va mucho más allá. **Puso sobre la mesa la idea —por aquel entonces revolucionaria— de que la humanidad no es la propietaria de la naturaleza ni lo más importante, sino que es parte de ella como cualquier otro ser vivo, y logró que este mensaje llegara a muchísima gente.** Cuando salgas al campo, disfruta del ruido de la naturaleza y recuerda que “los que contemplan la belleza del mundo encuentran reservas de fortaleza que los acompañarán toda la vida”, ¡según recomendaba la propia Rachel!



CHIEN-SHIUNG WU • Experimentación en física nuclear

En la China de principios del siglo xx, las mujeres tenían muy pocos derechos e imperaba una mentalidad retrógrada en muchos aspectos. Por ejemplo, todavía se mantenía la tradición de vendar los pies a las mujeres para evitar que estos crecieran, porque el hecho de que fueran pequeños se consideraba atractivo y símbolo de feminidad. Sin embargo, Chien-Shiung —¡a quien no vendaron los pies, afortunadamente!— nació en una familia donde se creía que las niñas tenían las mismas capacidades y debían tener las mismas oportunidades que los niños.

Chien-Shiung Wu nació en 1912 en Liu Ho, una ciudad cercana a Shanghái. **Su padre fundó la primera escuela para niñas de China** y, allí, Chien-Shiung empezó a amar las matemáticas y las ciencias. Destacó muy pronto y, en 1923, logró entrar en la prestigiosa Escuela Normal para mujeres de Suzhou —se clasificó la novena entre 10.000 aspirantes. En 1929, terminó el bachillerato como una de las mejores de su promoción, y en los cinco años siguientes estudiaría matemáticas y física en la Universidad Nacional Central. En 1936, se trasladó a Estados Unidos para seguir estudiando física, en la Universidad de Berkeley (California), después de descartar la Universidad de Michigan porque a las mujeres no se les permitía entrar por la puerta principal —debían entrar para la trasera. **En 1940, obtuvo el doctorado en Física en la universidad californiana, centrado en la energía nuclear**, y, dos años más tarde, se casó con un compañero de laboratorio, el físico Luke Chia-Lu Yuan. En esa época, en plena Segunda Guerra Mundial, había un sentimiento creciente de antipatía hacia las personas asiáticas. Debido a esto tuvo dificultades para encontrar trabajo, añadidas a las de ser mujer en un campo muy masculinizado. Después de trabajar durante un tiempo en el *Smith College*, una universidad femenina, obtuvo un contrato en la Universidad de Princeton, convirtiéndose en la primera profesora mujer en la historia de esta institución.

La primera mitad de los años cuarenta del s. xx fue un período convulso a escala mundial, y el conocimiento científico se reveló como una verdadera herramienta para la defensa geopolítica. En este contexto, apareció el Proyecto Manhattan, cuyo objetivo era desarrollar la bomba atómica antes de que lo hiciera la Alemania nazi. En este proyecto ultrasecreto colaborarían muchos científicos expertos en diferentes disciplinas. En 1944, Chien-Shiung pasó a formar parte del proyecto, donde participó en el diseño de un método para enriquecer uranio y ayudó a la creación de detectores de fugas radiactivas. Una vez terminada la guerra, obtuvo trabajo como profesora de investigación en la Universidad de Columbia. En 1947, tuvo su primer y único hijo, Vincent Yuan, que se licenció en Física, como sus padres. En 1952, se convirtió en profesora titular y, en 1958, en catedrática. **Durante gran parte de ese tiempo, el objeto de**

su investigación fue la desintegración beta. Se trata de un fenómeno físico, propuesto por Enrico Fermi, por el que los átomos inestables se transforman en átomos más estables, liberando partículas pequeñas (electrones). Sin embargo, desde el punto de vista práctico, el fenómeno era problemático y difícil de demostrar. **Chien-Shiung ideó un experimento que confirmó la teoría de la desintegración beta.**

En 1956, conocedores de su experiencia, los físicos teóricos Tsung Dao Lee y Chen Ning Yang le pidieron que diseñara otro experimento que demostrara que la “ley de la conservación de la paridad” no se cumplía durante la desintegración beta. Este principio establece que todas las partículas y sus imágenes especulares (reflejos) se comportan de la misma forma, pero en direcciones invertidas. Este experimento, de gran complejidad técnica y que **pasaría a la historia como el “experimento Wu”**, demostró que, aunque son idénticas, las partículas nucleares no siempre actúan de la misma forma. Probó, por tanto, que Lee y Yang tenían razón, y solo un año más tarde ambos recibirían el Premio Nobel de Física. Chien-Shiung Wu, que había demostrado el fenómeno empíricamente, quedó excluida del Nobel, pero no permitió que esa injusticia le quitara las ganas de seguir investigando. **En 1965, publicó Beta decay, uno de los libros referentes en física nuclear.** En décadas posteriores fue recibiendo el reconocimiento que el Premio Nobel le había negado. Ganó muchos premios, entre ellos la **Medalla Nacional de Ciencias en 1975 y el Premio Wolf de Física en 1978.** En paralelo, fue también desarrollando una conciencia política. Protestó públicamente por el encarcelamiento en Taiwán de destacados científicos y periodistas, y mucho más tarde sería una de las voces públicas en contra de la represión en China después de la masacre de la Plaza de Tiananmen. Ya jubilada, se dedicó a ayudar a jóvenes investigadoras a seguir la carrera científica. Participó en muchos programas educativos, a los que la invitaban para que contara su lucha personal en investigación. En 1997, murió en Nueva York a la edad de 84 años, víctima de un derrame cerebral. Por su expreso deseo, sus cenizas fueron enterradas en el patio de la escuela que su padre había fundado en China.

Acabamos con una frase pronunciada por Chien-Shiung durante un simposio en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT): **“Me pregunto si los diminutos átomos y núcleos, o los símbolos matemáticos, o las moléculas de ADN, tienen alguna preferencia por el trato masculino o femenino”.** Como científica en el mundo de la física, un campo todavía hoy muy dominado por los hombres, nuestra protagonista denunció también la discriminación de género que ella había vivido en primera persona.

“Solo hay algo peor que volver a casa del laboratorio y encontrar el fregadero lleno de platos sucios, y es... ¡no haber ido al laboratorio!”



CREU CASAS I SICART · “La doctora”

Según una anécdota familiar, contada por su hija, cuando Creu tenía dos o tres añitos tiró de una planta por el tallo y la dañó un poco. Su padre, jardinero de profesión, se enojó mucho porque consideró que aquello era un maltrato, y la hizo arrodillarse ante la planta para pedirle perdón. Ciertamente, desde pequeña, nuestra protagonista creció en un entorno de admiración y respeto por la naturaleza.

Creu Casas i Sicart nació en 1913 en Horta, un barrio de Barcelona. Pertenecía a una familia trabajadora: su padre era jardinero y su madre, ama de casa. El padre fue contratado en la residencia de Rafael Patxot i Jubert, uno de los grandes mecenas culturales de Catalunya. El apoyo económico de Patxot sería fundamental para que Creu pudiera proseguir con los estudios, posibilidad que normalmente no habría estado al alcance de una familia modesta como la suya. Por otra parte, el conocimiento y el aprecio por las plantas que había aprendido de su padre desde muy pequeña fue clave para cultivar su vocación naturalista. Recibió la educación secundaria en el Instituto Técnico Eulàlia. Cuando llegó la hora de ir a la universidad, Creu se decantó por estudiar ciencias naturales. Su padre no estaba de acuerdo, porque creía que no se ganaría bien la vida; entonces, eligió la carrera de Farmacia —porque sabía que había “mucho botánica”. Empezó esta carrera en 1931 y, en el mismo período, cursó y obtuvo el título de enfermera en la Escuela Santa Madrona, título que nunca utilizaría. **Durante su paso por la universidad, asistió a las clases de Pius Font i Quer**, ilustre botánico y fundador del Instituto Botánico de Barcelona (1935), de quien admiraba la personalidad y los métodos de enseñanza. Las clases del Dr. Font estimularon, aún más, su pasión por la botánica.

En 1936, obtuvo la licenciatura y trabajó en una farmacia de su barrio durante un tiempo. Después ingresó en la farmacia de la Clínica de la Aliança, lugar donde conocería a su futuro marido. Sin embargo, durante todo este tiempo siguió en contacto con sus antiguos compañeros y profesores de botánica de la universidad, y participó en pequeñas expediciones y salidas de campo. A raíz de los contactos efectuados en estas salidas, le surgió una oportunidad de trabajo en la universidad, como profesora adjunta de botánica a tiempo parcial (1947). Así, Creu se convirtió en la **primera mujer profesora de la facultad de Farmacia** (1949), trabajo que compaginó con el de directora de la farmacia de la Clínica durante mucho tiempo.

Poco después empezaría su tesis doctoral y su verdadera carrera investigadora. **Su tema de estudio serían los briófitos, plantas generalmente muy pequeñas y simples que crecen en lugares húmedos —la mayoría pertenecen al grupo de los musgos.** Los briófitos ayudan a retener

el agua en el suelo y proporcionan hábitats húmedos para otros organismos. Pueden servir como bioindicadores de la calidad del aire, puesto que son muy sensibles a los cambios de los niveles de contaminación atmosférica. Por su aparente simplicidad y tamaño reducido, sin embargo, los briófitos no habían sido muy estudiados. Creu hizo una gran contribución a su conocimiento, y ya solo en su tesis ofrecía una lista de 366 musgos y 102 hepáticas del macizo del Montseny.

Después de dieciocho largos años de interinaje, finalmente obtuvo una plaza de profesora agregada en la Universidad de Barcelona (1967). **Cuatro años más tarde, logró la cátedra de Botánica en la Universidad Autónoma de Barcelona, convirtiéndose en la primera catedrática de Botánica del país.** Gracias al trabajo de Creu Casas y de su equipo, Cataluña es todavía hoy una de las áreas, a escala mundial, donde los briófitos han sido mejor estudiados. Se convirtió en una gran especialista en briófitos, y fundó una escuela briológica catalana, con proyección internacional. Durante su trayectoria, fue autora de más de 200 trabajos sobre esta temática. Pero no solo fue una excelente científica y una apasionada del trabajo de campo, **también destacó como profesora, siempre dispuesta a atender al alumnado y a hacer que sus clases fueran rigurosas y amenas.** Tenía un amplísimo conocimiento de todas las plantas, además de una memoria prodigiosa y una gran capacidad de trabajo. Ya emérita, seguía yendo cada día a su departamento, acompañada de su bastón, y enseguida se ponía a mirar en el microscopio o a determinar pliegos de herbario. Pese a su talante modesto, irradiaba una presencia especial, y era conocida, simplemente, como “la doctora”. Siguió yendo a trabajar hasta pocos meses antes de su muerte en 2007, a la edad de 94 años.

Creu Casas fue pionera en muchas cosas: como ya se ha dicho, fue la primera mujer profesora de la facultad de Farmacia y la primera catedrática de Botánica en España, **pero también la primera mujer en ingresar en el Instituto de Estudios Catalanes (IEC) (1978), la primera mujer en presidir la Institución Catalana de Historia Natural (ICHN) (1980) y la primera presidenta de la Sociedad Española de Briología (1989).** En 2017, se creó el premio Creu Casas otorgado por el IEC, en reconocimiento a mujeres que promueven el interés y la participación de las mujeres en cualquier ámbito, mediante la divulgación y el empoderamiento. En la ICHN le dedicaron la primera Ayuda a la Mujer Naturalista que se convocó, en 2021.

“Las clases eran rigurosas y bien informadas; era muy ordenada a la hora de hacerlas (...) y tenía una capacidad excepcional para conocer muchos grupos de organismos más allá de los briófitos”

(Jordina Belmonte, antigua alumna de la Dra. Creu Casas y presidenta de la Institución Catalana de Historia Natural)



LYNN MARGULIS • La científica rebelde

Lynn Margulis nació en Chicago en 1938 y fue la mayor de las cuatro hijas de una familia acomodada de origen judío. Aunque ella se describía como una mala estudiante y rebelde, a los 16 años fue aceptada en el programa de alumnos avanzados de la Universidad de Chicago y con solo 19 años obtuvo la licenciatura en Biología.

Poco después de recibir el título, se casó con un compañero de la universidad, el conocido astrofísico y divulgador científico Carl Sagan. En 1958, entró como profesora ayudante en la Universidad de Wisconsin y cursó el máster en Zoología y Genética, supervisada por el profesor James F. Crow. De él, Lynn diría: **“Cambió mi vida. Cuando dejé la Universidad de Chicago, sabía que quería estudiar genética, pero después de sus clases supe que solo quería estudiar genética”**. En 1965, obtuvo el doctorado en Genética por la Universidad de Berkeley y, a continuación, se incorporó al Departamento de Genética de la Universidad de Boston, donde trabajaría como profesora e investigadora durante más de 20 años. En 1967, volvió a casarse, esta vez con el químico Thomas N. Margulis, de quien tomó el apellido. Trece años más tarde, con 42 años, había tenido cuatro hijos y se había divorciado dos veces. Tiempo después, comentaría que “no es humanamente posible ser una buena esposa, una buena madre y una científica de primera. Nadie puede hacerlo, algo debe caer”.

Lynn siempre había sentido una gran curiosidad por las bacterias, aunque, entonces, se consideraban básicamente gérmenes y no solían atraer demasiado interés. También le intrigaba la aparente similitud de las mitocondrias y los cloroplastos con estos microorganismos. Estaba empezando a concebir la **teoría endosimbiótica**, su contribución más importante. **Esta teoría establece la aparición de la célula eucariota como consecuencia de la incorporación de otras bacterias, que pasan a formar parte indisoluble de la célula**. Comparó bacterias, mitocondrias y cloroplastos, observando rasgos comunes muy significativos. Por ejemplo, se dio cuenta de que todos tenían un tamaño relativamente similar y todos contenían ADN y sus propios ribosomas. La evidencia parecía indicar que mitocondrias y cloroplastos habían sido bacterias en un tiempo anterior. **Se trataba de un cambio de paradigma en la biología evolutiva**.

Aunque la teoría endosimbiótica resolvía elegantemente el misterio de la aparición de la célula eucariota a partir de la procariota —un salto evolutivo difícil de comprender—, su trabajo encontró una fuerte oposición dentro de la comunidad científica. **El artículo que la presentaba fue rechazado por 15 revistas científicas antes de publicarse finalmente en 1967**. Sin embargo, Lynn defendió su teoría revolucionaria con tena-

cidad y la siguió desarrollando en el libro *Origin of Eukaryotic Cells*, publicado en 1970. En 1978, se demostró experimentalmente que las mitocondrias provenían de bacterias y los cloroplastos, concretamente, de cianobacterias, lo que respaldó la idea de la endosimbiosis. En décadas posteriores, sobre todo a partir de la explosión de la genómica y la bioinformática, se han ido llevando a cabo más estudios y descubrimientos que han confirmado esta teoría.

En cierto modo, como consecuencia de la teoría endosimbiótica, Lynn sostenía que la cooperación, más que la competición, era el motor de la evolución. Esto estaba muy en línea con las ideas sobre una “cooperación global” a escala planetaria del **científico británico James Lovelock**, que propuso la **hipótesis Gaia** a finales de los años sesenta —Gaia es el nombre de la diosa griega de la Tierra. Lynn participaría con entusiasmo en el desarrollo de esta teoría en colaboración con Lovelock. **Se trata de una visión del planeta Tierra como un complejo sistema autorregulado, similar a un organismo vivo**. Según esta idea, todos los componentes de la biosfera, que incluye a todos los seres vivos del planeta y los elementos no vivos, como la atmósfera, la superficie terrestre y los océanos, interactúan (“cooperan”) para regular las condiciones ambientales y mantener un equilibrio favorable a la vida. La hipótesis Gaia ha sido muy cuestionada, con opiniones radicales que la consideran una especie de pseudociencia. Sin embargo, actualmente sí se acepta la importancia de las interacciones entre la parte viva y la parte inerte de la Tierra y, a pesar de las críticas, **la hipótesis ha contribuido a concienciar sobre la importancia de cuidar nuestro planeta de una forma sostenible**.

Lynn siguió haciendo muchas otras aportaciones interesantes a la biología evolutiva durante su trayectoria; colaboró en la clasificación de los seres vivos e investigó más bacterias y otras formas de vida simbiótica. Recibió prestigiosos reconocimientos, como la **Medalla Nacional de la Ciencia** de la mano de Bill Clinton, en 1999. Colaboró con investigadores de la Universidad Autónoma de Barcelona —donde fue profesora visitante en los años ochenta— mediante el estudio de microorganismos del delta del Ebro. Fue autora de cientos de artículos científicos y, también, de muchos libros, incluyendo libros de texto y libros de divulgación. En 2011, con 73 años, pero aún trabajando a pleno rendimiento, sufrió un accidente cerebrovascular y murió cinco días después en su casa de Massachusetts.

El legado de la “rebelde” Lynn Margulis ha inspirado, y seguirá inspirando, a generaciones. Sus ideas provocadoras, su determinación y su pasión por comprender la complejidad de la vida la convierten en una de las científicas más influyentes de nuestros tiempos.

“El sueño de cualquier científico es hacer reescribir los libros de texto de las escuelas. Lynn Margulis lo consiguió”

(Niles Eldredge, paleontólogo estadounidense)



WANGARI MUTA MAATHAI • El poder de las mujeres y de los árboles

Los kīkūyū son el mayor grupo étnico de Kenia; tienen su propia lengua y sus tradiciones, y su economía se ha basado históricamente en la agricultura. En un pueblecito de la Kenia rural, una niña kīkūyū destacaba por su inteligencia y determinación. Aunque su destino más probable por ser mujer, pobre y negra habría sido trabajar en el campo, pudo estudiar. Esta fue la semilla del cambio que protagonizaría, años después, y que combinaba conciencia medioambiental con empoderamiento femenino.

Wangari Muta Maathai nació en 1940 en Ihithe, un pueblo de Kenia, que era colonia británica en aquel entonces. Su madre se dio cuenta enseñada de que Wangari era muy lista y logró que fuera a la escuela con sus hermanos. En 1960, fue una de los 300 jóvenes kenianos que obtuvieron una beca para estudiar en Estados Unidos, donde se graduaría en biología en 1964. Dos años más tarde, logró un trabajo en el Colegio Universitario de Nairobi. En 1967, volvió a coger las maletas y viajó a Alemania para empezar el doctorado. En 1969, se casó con Mwangi Mathai, otro de los becados para ir a Estados Unidos a estudiar, y, **en 1971, se convertiría en la primera mujer del África oriental en obtener el doctorado**, en su caso, en Anatomía Veterinaria. En diciembre de ese mismo año tuvo su primera hija, Wanjira. Wangari también se convirtió **en la primera mujer de Nairobi en ser profesora lectora sénior (1975), jefa de departamento (1976) y profesora titular de universidad (1977)**. Durante ese tiempo, tuvo dos hijos más: Waweru y Muta. Es en esta época cuando empezó a despertar en ella un sentimiento de conciencia social sobre los derechos de las mujeres, e hizo campaña por la igualdad salarial y de oportunidades entre hombres y mujeres en la universidad.

En 1976, se adhirió al Consejo Nacional de Mujeres de Kenia (*National Council of Women of Kenya*, NCWK), que presidiría desde 1981 hasta 1987. Gracias a su implicación en el NCWK, Wangari recibió, de primera mano, el testimonio de muchas mujeres que le explicaban que los ríos se estaban secando o estaban contaminados, que debían ir cada vez más lejos a buscar agua y leña, o que cada vez había menos que comer. Se dio cuenta de que la degradación del medio ambiente era la causa de muchos de estos problemas y que una aproximación ecologista y basada en las mujeres podría ser la solución. El 5 de junio de 1977, en el Día Mundial del Medio Ambiente, lideró una marcha desde el centro de Nairobi hasta las afueras de la ciudad en la que se plantaron siete árboles en conmemoración de líderes históricos de la comunidad. Este sería el primer acto público del **Movimiento del Cinturón Verde (Green Belt Movement)**. El movimiento animó a las mujeres kenianas a plantar árboles, con la recogida de semillas autóctonas en los bosques cercanos y la creación de pequeños viveros de árboles por doquier. A cambio, las

mujeres recibirían una pequeña paga y formación básica en silvicultura, procesado de alimentos, apicultura y otras materias relacionadas. De este modo, se promovía el trabajo comunitario para el cuidado del medio ambiente y se empoderaba a las mujeres a liderarla.

1977 también fue un año difícil para Wangari, ya que se estaba separando de su marido. Por aquel entonces, ella ya era bastante popular, y su proceso de divorcio tuvo cierto eco. Su exmarido profirió acusaciones machistas, y dijo que “para ser una mujer, era demasiado decidida” y que era “difícil controlarla”. La acusó de adulterio, lo que promovió que el juez fuera más favorable al exmarido. Wangari criticó públicamente al juez por su incompetencia y, como resultado, fue sentenciada a seis meses de cárcel, aunque solo pasó tres días. El exmarido pidió que se le retirara su apellido, y ella lo arregló todo añadiendo una “a” extra (de Mathai a Maathai).

El Movimiento del Cinturón Verde sería un enorme éxito y recibiría mucha atención internacional. Sin embargo, Wangari se daba cuenta de que el hambre, la pobreza y los problemas ambientales que azotaban Kenia tenían, sobre todo, una base política. En los años ochenta, Kenia tenía un Gobierno con ecos autoritarios. Wangari se convertiría ahora en una activista en defensa de los derechos humanos y de la democracia. En 1989, lideraría la oposición a la construcción de un enorme edificio en medio del parque de Uhuru, en Nairobi, y gracias a su popularidad y eco mediático, los inversores abandonarían el proyecto. A partir de ese momento, fue considerada una enemiga de los intereses del Gobierno, pese al creciente reconocimiento popular e internacional, y por ello sufrió detenciones y acoso político. Sin embargo, en 1992 se celebraron las primeras elecciones multipartidistas en Kenia y, en 2002, llegó a ser diputada del Parlamento. En 2004, recibió el **Premio Nobel de la Paz, por “su contribución al desarrollo sostenible, a la democracia y a la paz”, y se convirtió en la primera mujer africana en ganarlo**. El premio contribuyó a aumentar enormemente la popularidad del Movimiento del Cinturón Verde, todavía activo en la actualidad. Hoy en día, y gracias a este proyecto, se han plantado más de 51 millones de árboles y más de 30.000 mujeres han aprendido una profesión que, a la vez que proporciona medios económicos, ayuda a preservar los recursos naturales.

Wangari murió en 2011 a los 71 años, víctima de un cáncer de ovario. Fue una mujer inteligente, resuelta y muy querida por los suyos y por la gente de su país. La Dra. Maathai es un referente para todas las mujeres, especialmente para aquellas que han tenido que oír, muchas veces, que son “demasiado listas” o “demasiado seguras de sí mismas”... para ser mujeres.

“El cambio empieza con una semilla, así que empezamos a sembrar”

Bibliografía



María La Judía

Alic, M. (2005). El legado de Hipatia: historia de las mujeres en la ciencia desde la antigüedad hasta fines del siglo XIX. Siglo XXI de España Editores. ISBN 9789682316821.

AluCIENCIAnte, blog (2014). María la Judía, pionera de la Alquimia [en línea]. 5.2.2019. Fecha de consulta: 3.1.2024. [URL: <https://www.alucianante.com/index.php/blog/19-maria-la-judia-pionera-de-la-alquimia>].

Blas, L. (1947). Biografías y descubrimientos químicos. Resumen biográfico de los autores y figuras más destacadas de la Química desde el siglo I al XIX, agrupadas por orden cronológico, con un apéndice sobre la historia del descubrimiento de los elementos químicos. Ed. Aguilar, Madrid, 476 p.

Colaboradores de Wikipedia (2023). María la Judía [en línea]. Wikipedia, la enciclopedia libre. 24.12.2023. Fecha de consulta: 24.12.2023. [URL: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Mar%C3%ADa_la_Jud%C3%ADa&oldid=156261753].

Haeffner, M. (1991). The dictionary of alchemy: from Maria prophetissa to Isaac Newton. The Aquarian Press, London, 1991. ISBN 1-85538-085-4.

Medina, R., García, L., Carranza, M., Sacasa, L., Daniels, P., Horan, A. (1989). Misterios de lo desconocido. Secretos de los Alquimistas. ISBN 8478382321.

Montón, L. (2022). Blog RTVE: Personajes. María la Judía, la primera científica de la historia [en línea]. 5.9.2022. Fecha de consulta: 3.1.2024. [URL: <https://www.rtve.es/television/20220905/maria-judia-alquimista-cientifica-saber-ganar/2400734.shtml>].

Pataí, R. (1982). Maria the Jewess—founding mother of alchemy. *Ambix*, 29(3): 177-197.

Hipàcia d'Alexandria

Alic, M. (2005). El legado de Hipatia: historia de las mujeres en la ciencia desde la antigüedad hasta fines del siglo XIX. Siglo XXI de España Editores. ISBN 9789682316821.

Colaboradores de Wikipedia (2024). Hypatia. Wikipedia, The Free Encyclopedia. [en línea]. 12.1.2024. Fecha de consulta: 12.1.2024.

[URL: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Hypatia&oldid=1195192365>].

Hernández de la Fuente, D. (2023). Blog d'Historia National Geographic: La filósofa mártir: Hipatia de Alejandría. [en línea] 12.7.2023. Fecha de consulta: 28.12.2023. [URL: https://historia.nationalgeographic.com.es/a/filosofa-martir-hipatia-alejandria_18640#].

Martínez Maza, C. (2009). Hipatia. La estremecedora historia de la última gran filósofa de la Antigüedad y la fascinante ciudad de Alejandría. La esfera de los libros, 378 p.

Morrón, L. (2013). Blog Mujeres con Ciencia. Vidas científicas: Hipatia [en línea]. Publicado originalmente en el blog "Los Mundos de Brana" a 2.4.2013. Fecha de consulta: 27.12.2023. [URL: <https://mujeresconciencia.com/2015/06/15/hipatia/>].

Museo Galileo - Institute and Museum of the History of Science: virtual museum. (2022). In-depth: Hydrometer. [en línea] Fecha de consulta: 27.12.2023. [URL: <https://catalogue.museogalileo.it/indepth/Hydrometer.html>].

SER Historia, podcast (2023). Hipatia, la primera científica. [en línea]. Fecha de audición: 13.1.2024. [URL: <https://www.podiumpodcast.com/podcasts/ser-historia-playser-em/episodio/3529667/>].

Museo Galileo - Institute and Museum of the History of Science: virtual museum. (2022). In-depth: Hydrometer. [en línea] Data de consulta: 27.12.2023. [URL: <https://catalogue.museogalileo.it/indepth/Hydrometer.html>].

SER Historia, pòdcast (2023). Hipatia, la primera científica. [en línea]. Data d'audió: 13.1.2024. [URL: <https://www.podiumpodcast.com/podcasts/ser-historia-playser-em/episodio/3529667/>].

Hertha Ayrton

Ayrton, H. (1902). V. The mechanism of the electric arc. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A, 199(312-320): 299-336.

Bruton, E. (2018). The life and material culture of Hertha Ayrton [URL: <http://journal.scienceemuseum.ac.uk/browse/issue-10/the-life-and-material-culture-of-hertha-ayrton/>]. Science Museum Group Journal, 10. ISSN 2054-5770.

Colaboradores de Wikipedia (2024). Hertha Ayrton. Wikipedia, The Free Encyclopedia. [en línea]. 10.1.2024. Fecha de consulta: 12.1.2024. [URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Hertha_Ayrton].

Hirsch, P. (2009). Hertha Ayrton. Shalvi/Hyman Encyclopedia of Jewish Women. 27.2.2009. Jewish Women's Archive. Fecha de consulta: 14.1.2024. [URL: <http://jwa.org/encyclopedia/article/ayrton-hertha-marks>].

O'Connor, J. J., Robertson, E. F. (2016). MT MacTutor Blog (School of Mathematics and Statistics, University of Saint Andrews): Phoebe Sarah Hertha Marks Ayrton. Fecha de consulta: 12.1.2024. [URL: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Ayrton/>].

San Martín Fernández de Heredia, M. (2018). Blog Mujeres con Ciencia. Vidas científicas: Hertha: de la diosa madre a la madre de la ciencia [en línea]. 24.5.2018. Fecha de consulta: 12.1.2024. [URL: <https://mujeresconciencia.com/2018/05/24/hertha-de-la-diosa-madre-a-la-madre-de-la-ciencia/>].

Irène Joliot-Curie

Angulo, E. (2024). Irène Joliot-Curie y la radiactividad artificial: La hija de Pierre y Marie también ganó el Nobel de Química en 1935. Alfa, 57: 58-63.

Colaboradores de Wikipedia (2024). Irène Joliot-Curie [en línea]. Wikipedia, The Free Encyclopedia. 18.1.2024. Fecha de consulta: 18.1.2024. [URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Ir%C3%A8ne_Joliot-Curie].

Merle-Béral, H. (2018). Irène Joliot-Curie, la radiactividad artificial. En: 17 mujeres Premios Nobel de ciencia. Plataforma Editorial.

Morrón, L. (2016). Blog Mujeres con Ciencia. Vidas Científicas: Irène y Frédéric Joliot-Curie: radiactividad a la carta [en línea]. 30.5.2016. Fecha de consulta: 16.1.2024. (Publicado originalmente en el blog "Los Mundos de Brana" a 14.6.2015) [URL: <https://mujeresconciencia.com/2016/05/30/irene-y-frederic-joliot-curie-radiactividad-a-la-carta/>].

Muñoz Páez, A., Garritz, A. (2013). Mujeres y química. Parte IV. Siglos XX y XXI. Educación Química, 24(3): 326-334.

Muñoz Páez, A. (2010). Las Curie: una pareja radiante. Redes, 4: 28-29.

Nobel Prize Outreach AB (2024). Irène Joliot-Curie - Biographical. NobelPrize.org. [online]. Fecha de consulta: 15.1.2024. [URL: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1935/joliot-curie/biographical/>].

Janaki Ammal

Colaboradores de Wikipedia (2024). Janaki Ammal [en línea]. Wikipedia, The Free Encyclopedia. 18.1.2024. Fecha de consulta: 18.2.2024. [URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Janaki_Ammal].

Damodaran, V. (2017). Janaki Ammal, C. D. Darlington and J. B. S. Haldane: scientific encounters at the end of empire. Journal of Genetics, 96: 827-836.

Doctor, G. (2016). Celebrating Janaki Ammal, botanist and a passionate wanderer of many worlds. 6.11.2016. [en línea]. Fecha de consulta: 18.2.2024. [URL: <https://thewire.in/science/janaki-ammal-magnolia-edathil>].

García, S. (2023). Janaki Ammal: vida i llegat [en línea]. Milfulles, 8. Fecha de consulta: 18.2.2024. [URL: <https://floracatalana.cat/drupal843/milfulles/numeros/num8/historia2>].

Kedharnath, S. (1988). Edavaletth Kakkat Janaki Ammal (1897-1984). Biographical Memoirs of Fellows of the Indian National Science Academy, 13: 90-101.

Maheshwari P, Kapil, R. N. (1963). Fifty years of science in India. Progress of Botany, Indian Science Congress Association, Calcutta, pp. 110-118.

McNeill, L. (2019). The pioneering female botanist who sweetened a nation and saved a valley. Women who shaped history. A Smithsonian magazine special report. Fecha de consulta: 19.2.2024. [URL: <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/pioneering-female-botanist-who-sweetened-nation-and-saved-valley-180972765/>].

Muguruza Montero, A. (2017). Blog Mujeres con Ciencia. Endulza tu café: Janaki Ammal, la botánica que estudió la caña de azúcar [en línea]. 20.4.2017. Fecha de consulta: 18.2.2024. [URL: <https://mujeresconciencia.com/2017/04/20/endulza-tu-cafe-janaki-ammal-la-botanica-que-estudio-la-cana-de-azucar/>].

Felisa Martín Bravo

Antich Homar, H. (2021) Blog Meteoclim. Felisa Martín Bravo, física y meteoróloga. Fecha de consulta: 19.2.2024. [URL: <https://blog.meteoclim.com/felisamartinbravo-fisica-y-meteorologa>].

Anduaga Egaña, A. (2008). Felisa Martín Bravo. Auñamendi Eusko Entziklopedia. Fecha de consulta: 20.2.2024. [URL:

<https://aunamendi.eusko-ikaskuntza.eus/artikuluak/artikuluua.php?id=eu&ar=150160>].

Carlos Canaldas, J. (2011). Página personal: Biografías de científicos españoles. Felisa Martín Bravo [en línea]. Fecha de consulta: 19.2.2024. [URL: http://www.jccanalda.es/jccanalda_doc/jccanalda_ciencia/biografias/biografias/martinbravo.htm].

Delgado, I., Barral, M. J.; Magallón, C. (2022). Tras las huellas de científicas españolas del XX. Next Door Publishers, 479 p.

Españoles Olvidados, podcast (2023). Informa Radio. Felisa Martín Bravo. 27.1.2023. Entrevista a Carmen Magallón. [en línea] Fecha de audición: 20.2.2024. [URL: https://www.ivoox.com/felisa-martin-bravo-27-01-2023-audios-mp3_rf_102242464_1.html].

Magallón, C. (2010). Del laboratorio de investigaciones físicas a la meteorología: la primera española doctora en física, Felisa Martín Bravo. A: 100 JAE: la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en su centenario. Actes del II Congrés Internacional, celebrat els dies 4, 5 i 6 de febrer de 2008, pp. 762-791.

Martínez Mazaga, U. (2015) Blog Mujeres con Ciencia. Vidas científicas: Felisa Martín Bravo: la primera doctora en física. 19.10.2015. Fecha de consulta: 19.2.2024. [URL: <https://mujeresconciencia.com/2015/10/19/felisa-martin-bravo-1898-1974-la-primera-doctora-en-fisica/>].

Moreno, I. (2021). Blog RTVE: Felisa Martín Bravo: la primera doctora en Físicas y primera meteoróloga de España. 9.2.2021. Fecha de consulta: 20.2.2024. [URL: <https://www.rtve.es/television/20210209/felisa-martin-bravo-primera-meteorologa/2074636.shtml>].

Mária Telkes

Colaboradores de Wikipedia. (2024) Mária Telkes [en línea]. Wikipedia, The Free Encyclopedia. 18.2.2024. Fecha de consulta: 18.2.2024. [URL: https://en.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1ria_Telkes].

Encyclopedia of World Biography (2005). Mária Telkes. Fecha de consulta: 20.2.2024. [URL: <https://www.encyclopedia.com/history/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/telkes-maria>].

Gastón Estanga, E. (2022). Blog Mujeres con Ciencia. Vidas científicas: Mária Telkes, pionera de la energía solar. 19.12.2022. Fecha de consulta: 19.2.2024. [URL: <https://mujeresconciencia.com/2022/12/29/maria-telkes-pionera-de-la-energia-solar/>].

Muñoz Alonso, E. (2019). Mucho más que luz y calor: Mária Telkes, la reina del sol Pikara Magazine, 20.3.2019. Fecha de consulta: 20.2.2024. [URL: <https://www.pikaramagazine.com/2019/03/maria-telkes/>].

Oliveira, J. (2018). Mária Telkes, la reina de la energía solar. Ciencia. Grandes Personajes. OpenMind BBVA. [en línea] 30.11.2018. Fecha de consulta: 20.2.2024. [URL: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/grandes-personajes/maria-telkes-la-reina-de-la-energia-solar/>].

Rinde, M. (2020). The Sun Queen and the skeptic: building the world's first solar houses. Distillations Magazine. Fecha de consulta: 23.2.2024. [URL: <https://www.sciencehistory.org/stories/magazine/the-sun-queen-and-the-skeptic-building-the-worlds-first-solar-houses/>].

Saxon, W. (1996). Maria Telkes, 95, an innovator of varied Uses for solar power. The New York Times. ISSN 0362-4331.

What'sHerName, podcast. (2023). The Sun Queen Maria Telkes. Fecha de audición: 23.2.2024. [URL: <https://whatshernamepodcast.com/maria-telkes/>].

Rachel Carson

Angulo, E. (2015). Blog Mujeres con Ciencia. Vidas científicas: el caso de Rachel Carson [en línea]. Publicado originalmente en el blog "Cuaderno de Cultura Científica" a 14.4.2014. Fecha de consulta: 23.2.2024. [URL: <https://mujeresconciencia.com/2022/12/29/maria-telkes-pionera-de-la-energia-solar/>].

Colaboradores de Wikipedia. (2024) Rachel Carson [en línea]. Wikipedia, The Free Encyclopedia. 10.1.2024. Fecha de consulta: 18.1.2024. [URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Rachel_Carson].

Foster, J. B., Clark, B. (2008). Rachel Carson's ecological critique. Monthly Review 59 (febrer).

Griswold, E. (2012). How 'Silent Spring' ignited the environmental movement. The New York Times, 21.

Guerra, M. J. (2007). Un vincle privilegiat dona-natura? Rachel Carson i el trànsit de la sensibilitat naturalista cap a la consciència ecològica. Dones i medi ambient. Medi ambient, Tecnologia i Cultura, 40: 14-19.

Hecht, D. K. (2012). How to make a villain: Rachel Carson and the politics of anti-environmentalism. Endeavour, 36: 149-155.

Leonard, J. N. (1964). Rachel Carson dies of cancer; 'Silent Spring' author was 56. The New York Times, 15.

Ros, J. D. (2012). Rachel Carson, sensitive and perceptive interpreter of nature. Contributions to Science, 8: 23-32.

Walker, M. J. (1999). The unquiet voice of 'Silent Spring': the legacy of Rachel Carson. The Ecologist, 29(5): 322-326.

Chien-Shiung Wu

Atomic Heritage Foundation, blog (2022). Chien-Shiung Wu, Physicist, Columbia University [en línea]. Fecha de consulta: 19.1.2024. [URL: <https://ahf.nuclearmuseum.org/ahf/profile/chien-shiung-wu/>].

Chiang, T. Ch. (2014). Madame Chien-Shiung Wu: the first lady of Physics research. World Scientific. ISBN 978-981-4374-84-2.

Colaboradores de Wikipedia. (2024) Chien-Shiung Wu [en línea]. Wikipedia, L'Enciclopèdia lliure. 1.8.2023. Fecha de consulta: 18.1.2024. [URL: https://ca.wikipedia.org/wiki/Chien-Shiung_Wu].

Hammond, R. (2007) Chien-Shiung Wu: Pioneering Nuclear Physicist. Chelsea House Publishers. ISBN 978-0-8160-6177-8.

Huguet Pané, G. (2024). Blog Historia National Geographic. Temas: Mujeres Pioneras. Chien-Shiung Wu, la 'Marie Curie china' que revolucionó la física [en línea]. 9.2.2024. Fecha de consulta: 19.2.2024. [URL: https://historia.nationalgeographic.com.es/a/chien-shiung-wu-por-que-marie-curie-china-no-recibio-premio-nobel_16354].

Morrón, L. (2014). Blog Los Mundos de Brana. Chien-Shiung Wu, la gran física experimental (I): Primeras conquistas. 24.2.2014. Fecha de consulta: 20.1.2024. [URL: <https://losmundosdebrana.com/2014/02/24/chien-shiung-wu-la-gran-fisica-experimental-i-primeras-conquistas/>].

Morrón, L. (2014). Blog Los Mundos de Brana. Chien-Shiung Wu, la gran física experimental (II): A través del espejo. 4.3.2014. Fecha de consulta: 20.1.2024. [URL: <https://losmundosdebrana.com/2014/03/04/chien-shiung-wu-la-gran-fisica-experimental-ii-a-traves-del-espejo/>].

McGrayne, S. B. (1998). Nobel Prize women in science: their lives, struggles, and momentous discoveries (Revised ed.). Joseph Henry Press, pp. 254-260. ISBN 978-0-309-07270-0.

Mujeres en la Sombra, blog (2021). Chien Shiung Wu, la mujer que revolucionó la física pero no tuvo Nobel. [en línea]. 8.3.2021.

Fecha de consulta: 19.1.2024. [URL: <https://mujeresenlasombra.com/chien-shiung-wu-mujer-cambio-mundo-fisica/>].

Women & The American Story, blog. (2024) Resource: Life Story: Chien-Shiung Wu (1912-1997). Award-winning physicist and Manhattan Project Contributor [en línea]. Fecha de consulta: 19.1.2024. [URL: <https://wams.nyhistory.org/confidence-and-cries/world-war-ii/chien-shiung-wu/#resource>].

Creu Casas i Sicart

Colaboradores de Wikipedia. (2023) Creu Casas i Sicart [en línea]. Wikipedia, L'Enciclopèdia lliure. 21.12.2023. Fecha de consulta: 18.1.2024. [URL: https://ca.wikipedia.org/wiki/Creu_Casas_i_Sicart].

Martínez Pulido, C. (2023). Blog Mujeres Con Ciencia. Vidas científicas: Creu Casas i Sicart, recordando a una reconocida botánica catalana [en línea]. 1.2.2023. Fecha de consulta 23.1.2024. [URL: <https://mujeresconciencia.com/2023/02/01/creu-casas-i-sicart-recordando-a-una-reconocida-botanica-catalana/>].

Pioneres del Coneixement. Les dones de l'IEC, podcast (2022). Creu Casas: passió per la natura [en línea]. 11.10.2022. Fecha de audición: 23.1.2024. [URL: https://www.ivoox.com/creu-casas-passio-per-natura-audios-mp3_rf_93794317_1.html].

Puche, F. (2007). Biografía de Creu Casas i Sicart. Sociedad Española de Briología, pp. 3-17.

Terradas i Serra, J. (2019). Creu Casas i Sicart: semblança biogràfica. Institut d'Estudis Catalans, Secció de Ciències Biològiques 77.

Vigo i Bonada, J. (2007). In memoriam: Dra. Creu Casas Sicart (1913-2007). Anales del Jardín Botánico de Madrid, 64(2): 243-244.

Lynn Margulis

Colaboradores de Wikipedia. (2024) Lynn Margulis [en línea]. Wikipedia, The Free Encyclopedia. 20.2.2024. Fecha de consulta: 23.2.2024. [URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Lynn_Margulis].

Gallegos Riera, P. (2007). Blog UAB Divulga. Entrevista: Lynn Margulis, microbióloga estadounidense considerada una de las principales figuras del evolucionismo [en línea]. 1.3.2007. Fecha de consulta: 21.2.2024. [URL: <https://www.uab.cat/web/detalle-noticia/lynn-margulis-microbiologa-estadounidense-considerada-una-de-las-principales-figuras-del-evolucionis->

[mo-1345680342040.html?articleId=1096483417494](https://www.uab.cat/web/detalle-noticia/lynn-margulis-microbiologa-estadounidense-considerada-una-de-las-principales-figuras-del-evolucionis-mo-1345680342040.html?articleId=1096483417494)].

Martínez Pulido, C. (2023). Blog Mujeres Con Ciencia. Vidas científicas: Lynn Margulis: la vida desde la cooperación microbiana [en línea]. 16.7.2014. Fecha de consulta: 20.2.2024. [URL: <https://mujeresconciencia.com/2014/07/16/lynn-margulis-la-vida-desde-la-cooperacion-microbiana/>].

Rodríguez, H. (2023). Blog National Geographic España. Temas Científicos. Lynn Margulis, la bióloga que reinterpretó la evolución [en línea]. 10.3.2023. Fecha de consulta: 19.2.2024. [URL: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/lynn-margulis-biologa-que-reinterpreto-evolucion_19600].

Yanes, J. (2023). Lynn Margulis, la científica rebelde. OpenMind BBVA. 22.11.2023. [en línea]. Fecha de consulta: 20.2.2024. [URL: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/grandes-personajes/lynn-margulis-la-cientifica-rebelde/>].

Wangari Muta Maathai

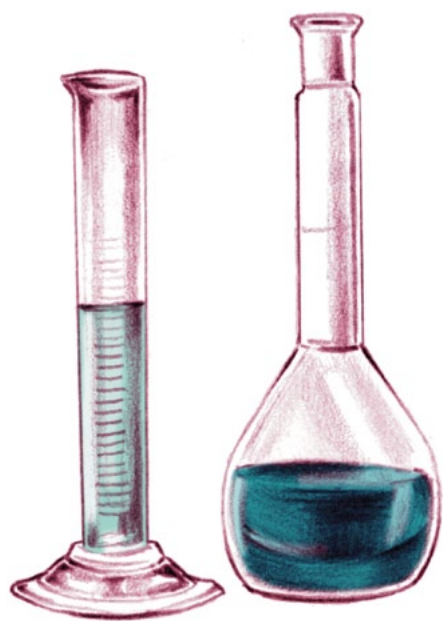
Colaboradores de Wikipedia. (2024) Wangari Maathai [en línea]. Wikipedia, The Free Encyclopedia. 30.1.2024. Fecha de consulta: 3.3.2024. [URL: https://es.wikipedia.org/wiki/Wangari_Maathai].

López, A. (2016). Blog Mujeres Con Ciencia. Vidas científicas: Wangari Muta Maathai: 'Woman Tree – La Mujer Árbol'. [en línea] 16.11.2016. Fecha de consulta: 03.3.2024. [URL: <https://mujeresconciencia.com/2016/11/16/wangari-muta-maathai-woman-tree-la-mujer-arbol/>].

Nobel Prize Outreach AB (2024). NobelPrize.org. Wangari Maathai - Biographical. Fecha de consulta: 03.3.2024. [URL: <https://www.nobelprize.org/prizes/peace/2004/maathai/biographical/>].

Pigem, J. (2007). Wangari Maathai, llavors de consciència. Dones i medi ambient. Medi ambient, Tecnologia i Cultura, 40: 34-41.

The Green Belt Movement (www.greenbeltmovement.org), página web [en línea]. Fecha de consulta: 03.3.2024.



Agradecimientos

Esta publicación ha sido posible gracias al Equipo de Género de la Secretaría de Acción Climática, perteneciente al Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural (DACC) de la Generalitat de Catalunya, formado por Anna Espadalé Gelis, Sonia Herrando Moraira, Nadia Herrero Martínez, Victoria de la Parte Hueso, Jordi Rofes Casas y Sheila Román Checa. Anna, Sonia y también Paula Pérez Carrillo y Anna Gutiérrez López (del Servicio de Educación Ambiental del DACC) han revisado versiones previas de las biografías y han dado ideas que han mejorado todos los textos. Asimismo, queremos manifestar nuestro especial agradecimiento a la Dra. Jordina Belmonte, presidenta de la Institución Catalana de Historia Natural, que ha aportado información biográfica de primera mano para escribir el capítulo sobre la Dra. Creu Casas, de quien fue alumna. Agradecemos también a Susanna Saval Costa la corrección de los textos.



Este pequeño libro es una invitación a conocer las vidas y logros de **doce mujeres extraordinarias** en ámbitos relacionados con la energía, la ecología, la meteorología, **el desarrollo sostenible o los recursos naturales**, entre otros. Pese a la importancia de sus aportaciones, la mayoría son muy poco conocidas. Sin embargo, detrás de la invención del baño maría, el descubrimiento de la radiactividad artificial o los comienzos del movimiento ecologista, hay una mujer excepcional. Además de comprender lo que inventaron, encontraron o protagonizaron, también descubriréis cómo eran y los desafíos —así como algunas decepciones— con los que tuvieron que enfrentarse, muchas veces, por el simple hecho de ser mujeres.