



# E ti, que científicas coñeces?



CIENTÍFICAS DA HISTORIA



© Do texto: M<sup>a</sup> de las Nieves Lorenzo González, Encina Calvo Iglesias, Inés Álvarez Fernández, Julia Carballo Rodríguez e Alma Gómez Rodríguez, 2023

© Das ilustracións: Martina Álvarez Queija, Antón Ares, Valeria Valentina Arévalo Valiente, Carla Atrio Trillo, Martín Babarro Grela, Jimena Barros Nocelo, Aleixo Blaco, Abraham Blanco Celis, Jimena Blanco López, Naia María Canal García, María Castro Gómez, Antía Cid González, Miguel Díaz Álvarez, Ahinoa Diéguez Rodríguez, Daniel Fernández López, Sonia María Fources Rodríguez, María Fuju García Varela, Pablo Gómez Arca, Yago Gómez Basalo, Carla González Iglesias, Olivia Iglesias Álvarez, Silvia Iglesias Silva, Celia López Pato, Noelia Losada Vicente, Carolina Manso Delgado, Carla Martín Sousa, Uxía Martínez Barreal, Alejandro Ogea Salgado, Antía Pardo, Leo Paredes Lamas, Cecilia Pérez Álvarez, Carlos Provecho Doval, Sara Quiroga Vázquez, David Regueiro Fernández, Catalina Riveiro Bouzas, Rosa María Rodríguez Diz, Raúl Salgado Toro, Sarai Seara Fidalgo, Sandra Somoza Castro, Paula Somoza Castro, Mencía Soto López, Yinna Sun, Sara Varela, Lucía Vega Fernández e Sofia Wang Lin, 2018 - 2023

© Da imaxe de cuberta: debuxo orixinal de Emily Prieto Vilarino, 2019



© Desta edición: M<sup>a</sup> de las Nieves Lorenzo González, Encina Calvo Iglesias, Inés Álvarez Fernández, Julia Carballo Rodríguez e Alma Gómez Rodríguez, 2023

1<sup>a</sup> edición: decembro, 2023

**Deseño e maquetación:** MeliMolita e M<sup>a</sup> de las Nieves Lorenzo González. © Da imaxe de textura: Kues1 en Freepik. © Dos recursos de maquetación: MeliMolita, 2023

**Imprime:** Aceroplus Obradoiro Gráfico. Rúa Camiño Caneiro, 4 Baixo. 32004 Ourense. [imprime@aceroplus.es](mailto:imprime@aceroplus.es)

**ISBN:** 978-84-8158-994-8

**Depósito legal:** VG 727-2023

*Reservados todos os dereitos. O contido desta obra está protexido pola lei, que prohibe a reprodución, plaxio, distribución ou comunicación pública, en todo ou en parte, dunha obra literaria, artística ou científica, ou a súa transformación, interpretación ou execución artística fixada en calquera tipo de soporte ou comunicada a través de calquera medio, sen a preceptiva autorización.*



Financia:

Unidade de Igualdade  
Universidade de Vigo

EXPERIMENTA  
en feminino

XUNTA  
DE GALICIA

# E ti, que científicas coñeces?



CIENTÍFICAS DA HISTORIA

# Índice



## Ilustracions de:

pp.10-13 Wang Zhenyi

pp.14-17 Lise Meitner

pp.18-21 Cecilia Payne

pp.22-25 Mary Anning

pp.26-29 Rachel Carson

p.30-33 Mae Jemison

pp.34-37 Katherine Johnson

pp.38-41 Caroline Herschel

pp.42-45 Barbara McClintock

pp.46-49 Sylvia Earle

pp.50-53 Marie Tharp

Yinna Sun

Noelia Losada Vicente

Cecilia Pérez Álvarez

Carlos Provecho Doval

Miguel Díaz Álvarez

Uxía Martínez Barreal

Alejandro Ogea Salgado

Ahinoa Diéguez Rodríguez

Antía Pardo

Yago Gómez Basalo

Leo Paredes Lamas

Lucía Vega Fernández

Antía Cid González

Carolina Manso Delgado

Carla Atrio Trillo

Carla Martín Sousa

Antón Ares





#### Ilustracións de:

pp.54-57 *Bette Nesmith Graham*  
pp.58-61 *Dorothy Crowfoot Hodgkin*  
pp.62-65 *Katalín Karikó*

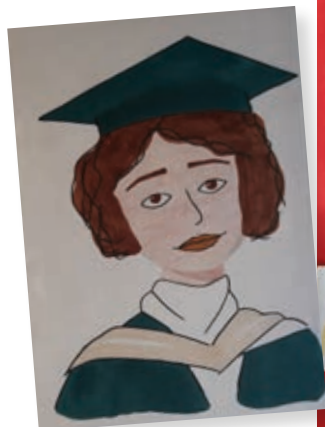
pp.66-69 *Nettie Maria Stevens*  
pp.70-73 *Rosalind Franklin*

pp.74-77 *Elena Garcia Armada*  
pp.78-81 *Hedy Lamarr*

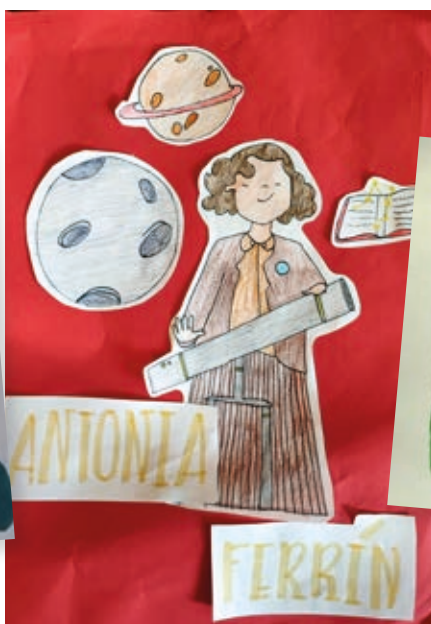
pp.82-85 *Margaret Hamilton*  
pp.86-89 *Vera Rubin*

María Faju García Varela  
Sandra Somoza Castro  
Pablo Gómez Arca  
Sonia María Fources Rodríguez  
Mencía Soto López  
Jimena Barros Nocelo  
David Regueiro Fernández  
Sara Quiroga Vázquez  
Naia María Canal García  
Carla González Iglesias  
Abraham Blanco Celis  
Paula Somoza Castro  
Sofia Wang Lin  
Sarai Seara Fidalgo  
Olivia Iglesias Álvarez  
Aleixo Blaco





María Castro Gómez



Celia López Pato



Martín Babarro Grela

## O porqué deste libro

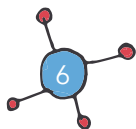
A Lúa está furada por miles de cráteres e desde a Terra puxémoslle nome a case 1600, para iso elixíronse nomes de deuses e deusas, pero tamén nomes de personaxes científicas, exploradores, enxeñeiros ou filósofos que destacaron polas súas obras. En 2023, deses case 1600 nomes tan só 32 honran a mulleres reais. A representación feminina apenas se achega ao 2%, desafortunadamente, a invisibilización presente dentro do mundo da ciencia terrestre extrapólase á orografía selenita.

Cada vez que acudimos a un centro educativo a dar unha charla sobre mulleres na ciencia e preguntamos ao alumnado polo nome dunha muller científica, sempre obtemos a mesma resposta, Marie Curie, unha científica brillante e a única persoa na historia que conseguiu dous premios Nobel nas disciplinas de Física e Química.



Valeria Valentina Arévalo Valiente

Jimena Blanco López



Pero máis aló de Marie Curie parece que non existen mulleres científicas. Este monótono descoñecemento da existencia e achegas que as mulleres realizaron á ciencia ao longo da historia removeu moitas conciencias nos últimos anos e numerosas iniciativas loitan para cambiar a nosa visión masculinizada da ciencia.

En 2017 desde o Campus de Ourense promoveuse a realización do Concurso escolar de debuxo e redacción do Día internacional da Muller e a Nena na Ciencia. O obxectivo deste concurso é espertar nos colexios o interese polas mulleres científicas. Participando no concurso promóvese que no centro se fale sobre mulleres científicas e que o alumnado descubra que a ciencia tamén é feminina.

Tras sete edicións celebradas deste concurso premiando ao alumnado, entre outras cousas, con libros de temática CTEM nos que se fala dos logros científicos de grandes mulleres, cremos que pouco a pouco Marie Curie xa non é a única muller científica que coñecen. Con todo, na última edición deste concurso démonos conta de que, aínda que hai moita literatura infantil e xuvenil que fala das mulleres nas disciplinas CTEM, estes libros non sempre chegan aos colexios e ademais atopámonos con que existe moi pouca literatura en lingua galega sobre esta temática.



Raúl Salgado Toro

Ante esta situación decidimos elaborar este libro no que se recollen en galego breves biografías das mulleres que ao longo das sete edicións deste concurso o alumnado participante foi descubrindo cos seus debuxos.

Esperamos que o libro e as súas historias conecten dunha forma especial cos nenos e nenas axudándolles a descubrir que a ciencia é sorprendente e que é tanto para eles como para elas.



Martina Álvarez Queija



Silvia Iglesias Silva



«De cada unha de nós  
xurdirán máis».




# Wang Zhenyi

 Naceu en 1768 no condado de Jiangning, China.


Wang Zhenyi viviu en pleno século xviii durante a dinastía Qing, última dinastía imperial chinesa que gobernou desde finais do século xvi ata o século xx. Durante a súa primeira etapa imperaba un réxime feudal que relegaba **ás mulleres** a un segundo plano. Ningunha tiña dereitos legais e **non podían recibir unha educación que non estivese relacionada coas tarefas domésticas ou os labores considerados femininos.**

Pero a pequena familia de Zhenyi, formada pola súa avoa, o seu avó e o seu pai, era partidaria de que ela aprendese a cultura da época. Por iso, o seu pai e o seu avó axudárona para formarse en diferentes materias. O seu avó Wang Zhefu, un ex-gobernador moi culto, ensináballe astronomía. O seu pai, Wang Xichen, que estudara ciencias médicas, levábaa con el de viaxe polo leste de China e ensináballe medicina, xeografía e matemáticas. Da súa avoa herdou o seu amor pola poesía.

Cando o seu avó morreu, ela tiña 14 anos e a súa familia mudouse á provincia de Jilin, preto da Gran Muralla chinesa, onde estiveron a vivir durante algúns anos. Durante eses anos a moza **leu todos os libros que o seu avó posuía, e a muller dun xeneral mongol ensinoulle algunhas artes marciais, a montar a cabalo e tiro con arco.**



Aos 16 anos regresaron de novo a Jiangning e aos 18 anos Zhenyi empezou a profundar nos estudos de poesía, astronomía e matemáticas.



Zhenyi casou con 25 anos, pero ela sempre tivo claro que non quería estar á sombra do seu marido e seguiu dedicándose a escribir e a investigar. Despois de ser profesora dalgúns estudantes, todos eles homes, empezáronse a coñecer as súas contribucións en matemáticas e en astronomía, así como as súas poesías.

**Wang Zhenyi destacou, sobre todo, en matemáticas e en astronomía.** De feito, foi capaz de explicar e de probar como se producían os equinoccios. A súa paixón polo ceo e polos astros levárona a realizar distintos estudos sobre o número de estrelas; sobre a dirección rotacional do Sol; investigacións sobre a Lúa e os planetas Venus, Xúpiter, Marte, Mercurio e Saturno; e tamén levou a cabo un estudo en que **describiu a relación entre as eclipses lunares e solares.**

«Había momentos nos que tiña que deixar a pluma e suspirar. Pero encántame a materia, non abandono».



Zhenyi dominaba a trigonometría e gustáballe non só estudar, senón tamén simplificar as cousas para que resultasen máis fáciles e amenas. Escribiu un traballo titulado *A explicación do teorema de Pitágoras e a trigonometría*; reescribiu o libro *Principio do cálculo*, do matemático Mey Wending, nunha linguaxe máis sinxela co título *As bases do cálculo*; e con 24 anos escribiu outro libro chamado *Os simples principios de cálculo*. No seu afán de facilitar a inmersión e a aprendizaxe das matemáticas **simplificou as multiplicacións e as divisións para facer as matemáticas máis divertidas.**

**Zhenyi escribiu doce libros sobre astronomía e matemáticas,** entre os que destaca a súa obra sobre a posición das estrelas. Pero, ademais, recompilou datos sobre o tempo atmosférico a fin de prever e de combater os tornados e as inundacións que devastaban a súa rexión.

Na poesía escrita por mulleres da época de Zhenyi era moi común o uso de palabras florais. Pero **ela rompeu coa poesía típica feminina da época**. Para as súas obras inspirábase nas viaxes e nas aventuras que vivira co seu pai e nos seus estudos. Logrou deixar unha gran pegada na literatura ao escribir unha colección de trece volumes dun tipo de poesía coñecida como *cí*, prosa, prefacios e posdatas escritas noutras obras, algo común na cultura chinesa. Zhenyi era capaz de transmitir nos seus poemas a penosa vida dos plebeos e as duras condicións de vida das mulleres traballadoras da dinastía Qing.

Tendo en conta que falamos dunha muller da China imperial do século xviii, é admirable a importancia que lle daba Zhenyi á igualdade de xénero. Consciente de ser unha muller privilexiada, **cría que o coñecemento debía estar ao alcance das mulleres e dos homes por igual**.

É máis, está rexistrado que formulou frases como «cando se fala sobre a aprendizaxe e as ciencias, a xente non pensa nas mulleres». **O papel de Zhenyi foi de gran relevancia non só no ámbito científico e literario, senón tamén no ámbito social, ao reivindicar os dereitos das mulleres**.



Desgraciadamente, Wang Zhenyi morreu con 29 anos. Pero, antes de falecer, deixoulle á súa mellor amiga, Madam Kuai, todos os seus traballos e manuscritos. Kuai, ao comprender a importancia deses traballos, deullos a un famoso erudito daquela época, chamado Qian Yiji. Tras ler e analizar todos os documentos, Qian Yiji considerouna como **«a muller erudita número un despois de Ban Zhao»**, unha coñecida escritora, historiadora e intelectual chinesa. Ademais, Yiji recompilou o traballo de Zhenyi nun libro titulado *Shusuan jiancun* (Simples principios do cálculo).

«Hai que crer que as mulleres son o mesmo ca os homes. Non estás convencido de que as fillas tamén poden ser heroínas?»



**Zhenyi foi unha autodidacta.** Todos os coñecementos adquiriunos pola súa conta, con tan só a axuda dos libros e da súa familia, por iso deuse conta de que a determinadas materias e temas podía-selles incluír certos aspectos novos, e así foi como empezou a achegarlle avances á ciencia. A historia desta muller foi case descoñecida ata que no ano **1994 a Unión Astronómica Internacional decidiu poñerlle o seu nome a un dos cráteres do planeta Venus** pola súa grande achega á ciencia e á astronomía, co que a súa figura empezou a ser máis coñecida. Na actualidade, considérase a Wang Zhenyi como **«a muller máis asombrosa da China do século xviii»**. Foi unha persoa que rompeu todos os moldes dunha sociedade baseada en castes e en clases sociais onde a muller se atopaba supe-ditada ao servizo do home. Esta muller autodidacta pasou á historia polas súas espectaculares achegas aos campos da astronomía, as matemáticas e a poesía.

Antes que Zhenyi, **Aglaonicia de Tesalia**, Grecia, entre o século ii ou i a.C.; **Hipatia de Alexandría**; a raíña **Seondeok de Silla**, Corea do Sur, fundamental na construción no século vii do Observatorio astronómico Cheomseongdae o máis antigo que se conserva en oriente; ou **Sophia Brahe**, miraron as estrelas con paixón.



# Lise Meitner

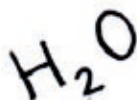



Naceu en 1878 en Viena, Austria.

A historia de Lise Meitner pode ilustrar a de moitas mulleres que ao longo da historia tiveron que enfrontarse á sociedade da súa época para facer realidade os seus soños. Lise Meitner naceu en Viena en 1878, no seo dunha familia xudía de clase media alta. O seu pai, que era avogado, quixo que ela e todos os seus irmáns e irmás estudasen.

Lise interesouse desde pequena polas matemáticas e pola física. En Austria, a educación na escola pública terminaba aos 14 anos, pero a súa familia puido permitirlle unha educación privada. Naquela época as mulleres non podían ir á universidade. Non obstante, a necesidade de dispensarlles atención médica ás mulleres musulmás das zonas ocupadas de Bosnia e Hercegovina propiciou que **en 1897 o Goberno austríaco consentise que as mulleres cursasen carreiras de ciencias e de letras. Só catro mozas aprobaron en 1901 o exame de ingreso** e entre elas atopábase Lise; así que nese mesmo ano comezou os seus estudos universitarios na Universidade de Viena en Matemáticas e Física.

Desde o principio, a física fascinouna e conseguiu o seu doutoramento **en 1906**, converteuse na **segunda muller que obtiña o título de doutora en Física**. Ao terminar o seu doutoramento, Lise solicitou entrar como estudante no laboratorio Curie, pero rexeitárona por falta de prazas, así que decidiu viaxar a Berlín para seguir estudando no campo da radioactividade.





En Berlín deulle clases Max Planck, que non era moi partidario de que as mulleres fosen á universidade a non ser que tivesen un talento extraordinario, e Lise tiña. Por esa época coñeceu a Otto Hahn, con quen formaría un extraordinario equipo científico por preto de trinta anos. Cando en 1912 se construíu o Kaiser-Wilhelm-Institut, antecesor dos famosos institutos Max Planck de hoxe en día, ofrecéronlle a Hahn un posto como científico e a Lise unha colaboración gratuíta. Grazas a Planck, Lise coñeceu a **Albert Einstein, que a chamaba cariñosamente a «Marie Curie alemá»**. En 1913, por mediación de Max Planck, conseguiu o seu primeiro soldo.

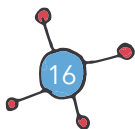
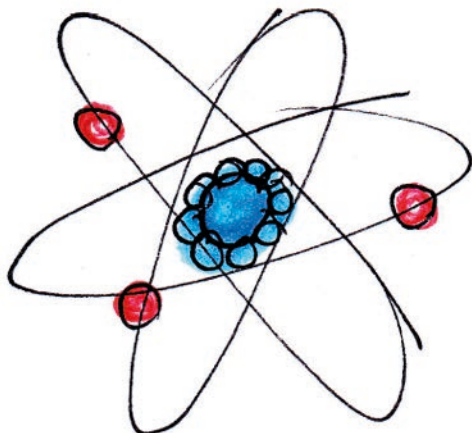
Do mesmo xeito ca para outras científicas da época, como Marie Curie, a primeira guerra mundial alteraría os plans de Meitner. **En 1915 uniuse á armada austríaca e compaxinou a súa colaboración no hospital Lichterfelde como técnica de raios X coas súas investigacións sobre o uranio.**

«Amo a física con todo o meu corazón. É coma un tipo de amor persoal, como o que alguén lle ten a unha persoa con quen está agradecida por moitas cousas».



Tras a guerra, en 1917, regresou ao Kaiser-Wilhelm-Institut, esta vez como directora do seu propio departamento de física. En **1918, ela e Hahn descubriron o proactinio, un novo elemento químico**. Pouco despois, Lise converteuse en profesora de Física nuclear experimental da Universidade de Berlín, a primeira profesora de física en Alemaña. Ocupou este posto desde 1926 ata 1933, ano no que Hitler subiu ao poder en Alemaña. Foi unha das tres mulleres, xunto a **Hedwig Kohn** e a **Hertha Sporer**, que obtivo a cualificación para ensinar física nunha universidade alemá antes da segunda guerra mundial.

**A finais de 1938 Austria é anexionada pola Alemaña nazi e Lise** perde a súa nacionalidade austríaca. Debido á súa **orixe xudía** e ao empeoramento da situación política, Lise **foxe** clandestinamente nun tren cara a Holanda. Tras a súa saída de Alemaña comezou a traballar no instituto de Manne Siegbahn na Universidade de Estocolmo, onde investigaba co seu sobriño Otto Frisch e seguía mantendo as súas investigacións con Otto Hahn e o seu novo axudante, Fritz Strassmann. Hahn sen ela sentíase perdido.



Xuntos produciron o primeiro modelo da fisión nuclear, modelo que resultaría errado de non ser pola correcta interpretación de Lise. Un ano máis tarde, Hahn publicou o seu traballo experimental sen o nome de Meitner alegando que o réxime nazi non lle deixaría incluír unha autora xudía. **Lise e o seu sobriño Otto Robert Frisch foron os primeiros en articular e en xustificar teoricamente a primeira fisión nuclear**. O artigo, tras a súa publicación, lanzou á carreira a todos os científicos americanos. Tamén foi **Lise Meitner quen suxeriu a posibilidade da reacción en cadea atómica**, a cal sentaba as bases para o posterior desenvolvemento da bomba nuclear. **En 1942, ofrecéuselle participar no proxecto Manhattan para conseguir unha bomba atómica e terminar co réxime nazi**. A pesar de que iso era unha oportunidade para trasladarse desde Suecia aos Estados Unidos (EUA) e traballar man a man cos grandes cerebros da época, non aceptou. Ela non quería ter nada que ver co desenvolvemento e co emprego de armas nucleares. En 1944, Otto Hahn recibiu o Premio Nobel de Química polo descubrimento da fisión nuclear. **Cando en 1947 Otto Hahn recolleu o Nobel non fixo mención ningunha aos seus trinta anos de colaboración con Lise**.

«Eu non teño nada que ver cunha bomba!»



O caso de Lise Meitner considérase como un dos máis evidentes exemplos de achados científicos feitos por mulleres e pasados por alto polo comité do Nobel. **Segundo o arquivo do Premio Nobel, Lise foi nomeada dezanove veces para o Premio Nobel de Química entre 1924 e 1948, e vinte e nove veces para o Premio Nobel de Física entre 1937 e 1965, e nunca se lle concedeu.**

Non obstante, a pesar de non ser galardoada co Premio Nobel, Meitner recibiu moitas outras honras. En 1946 viaxou aos EUA e recibiu de mans do presidente Truman o premio á muller do ano. **Chegaron a propoñerlle desde Hollywood facer unha película,** que ela non aceptou por «non ter sentido nada do que nela se contaba». Concedéuselle o premio da cidade de Viena á ciencia en 1947, a medalla Max Planck en 1949, o premio Otto Hahn en 1955, a medalla Wilhelm Exner en 1960, a medalla Dorothea Schlözer de Göttingen en 1962 e moitos galardóns máis. Aínda que Einstein rexeitou todos os premios que lle concedeu Alemaña, ela aceptounos pensando que era importante para a re-inserción do país. **En 1966 Hahn, Meitner e Strassman recibiron o famoso premio Enrico Fermi.** En 1970, a Unión Astronómica Internacional dedicoulle un **cráter na cara oculta da Lúa.** En 1997 a comisión da IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) acordou que **o elemento químico 109 levaría o nome de meitnerio** na súa honra e desde 1979 un **cráter en Venus** leva o seu nome. Morreu en 1968 aos 90 anos.

A historia de Lise non é única, ao longo da historia moitas mulleres foron esquecidas polos Nobel. Algúns exemplos son **Chien-Shiung Wu,** que levou a cabo o experimento de Wu, que contradecía a lei de conservación da paridade e polo que os seus colegas Le e Yang recibiron en 1957 o Premio Nobel de Física; a astrofísica **Jocelyn Bell Burnell,** que descubriu o primeiro púlsar e non foi premiada xunto ao seu director de tese cando a este lle concederon o Nobel en 1974 polo seu descubrimento e explicación teórica; ou **Mileva Maric,** primeira esposa e colaboradora de Albert Einstein, nos traballos que o levaron a recibir o premio en 1921, que tamén caeu no esquecemento por parte dos Nobel. Quizais sexan estas inxustizas e outras moitas non tan coñecidas as que expliquen que dende 1901 a 2023 tan **só cinco dos 223 premios Nobel de Física** lles fosen concedidos a mulleres.



«A vida non ten por que ser fácil, a condición de que non estea baleira».

# Cecilia Payne



Naceu en 1900 en Wendover, Inglaterra.

Cecilia Helena Payne naceu no seo dunha familia de tres irmáns. A súa nai, Emma Leonora Helena, era dunha distinguida familia prusiana e o seu pai, Edward John Payne, avogado e historiador en Londres, faleceu ao cumprir Cecilia os 4 anos. **Cecilia Payne-Gaposchkin foi unha das grandes astrónomas da historia e a primeira en determinar de que se compoñen as estrelas.** Con todo, a súa carreira nunca foi fácil e tivo que loitar contra os prexuízos dunha época na que nin sequera se lles outorgaban títulos universitarios ás mulleres.

A principios da década de 1920, Payne completou a súa formación en botánica, física e química na Universidade de Cambridge, universidade que consentía a presenza de mulleres, pero sen darlles un título oficial. **Cambridge non lles outorgou títulos a mulleres ata 1948!** Cecilia sabía que en Inglaterra a todo o que podía aspirar era a ser profesora nalgún colexio feminino, así que decidiu marchar en 1923 aos Estados Unidos. Alí comezou a traballar no Observatorio da Universidade de Harvard que acollía mulleres científicas desde 1885 por iniciativa de Edward Pickering, que en 1877 se convertera no director do observatorio.



Cecilia Pérez Álvarez



Pickering decidiu contratar mulleres para estudar o máis medio millón de placas de cristal fotográfico do observatorio que retrataban o universo. El pensaba que a tarefa de análise dos datos das fotografías espaciais axustábase mellor ao talento observador e paciente das mulleres. Ademais, naquela época resultaba moito máis barato contratar a mulleres ca a homes. Nomes como **Annie Jump Cannon**, **Williamina Fleming**, **Antonia Maury** ou **Henrietta Leavitt** déronlle un gran prestixio á institución a finais do século XIX e principios do XX. Estas mulleres eran coñecidas como as computadoras de Harvard e fixeron grandes descubrimentos astronómicos. O seu traballo creou o chamado Catálogo Henry Draper (o primeiro mapa do universo) e quedou plasmado en preto de 3000 cadernos escritos a man, repletos de información e de observacións sobre as placas fotográficas que o observatorio acollía. Elas non só descubriron galaxias e nebulosas, senón que tamén desenvolveron métodos para medir distancias no espazo. No libro *O universo de cristal: a historia das mulleres de Harvard que nos achegaron as estrelas*, de Dava Sobel, podemos descubrir dunha maneira amena e didáctica a historia destas mulleres.

Cando Payne comezou a traballar no Observatorio de Harvard, utilizou as últimas aprendizaxes da física cuántica para chegar a un descubrimento revolucionario: determinar a composición das estrelas. Cecilia obtivo o seu doutoramento en 1925, por Radcliffe College, unha universidade para mulleres asociada a Harvard.

Cecilia Pérez Álvarez

Nela chegou á conclusión de que as estrelas están compostas de hidróxeno e de helio. Nun primeiro momento, a súa conclusión non foi ben aceptada, xa que chocaba coa crenza desa época de que as estrelas tiñan unha composición química similar á Terra. Pero, anos máis tarde, tiveron que darlle a razón e **a súa tese**, titulada *Atmosferas estelares*, unha contribución ao estudo de observación das altas temperaturas nas capas inversas das estrelas, **foi cualificada como a máis brillante xamais escrita en astronomía**. Cecilia foi a primeira astrónoma en medir a través da análise espectral a abundancia relativa dos elementos químicos nunha estrela. Ademais, foi a primeira persoa en mostrar que máis do 60 % das novas galácticas coñecidas da Vía Láctea se concentran no cuadrante onde se atopa o centro galáctico. A pesar da súa brillantez, a Cecilia custoulle facerse cun lugar en Harvard. Entre 1927 e 1938 traballou como asistente técnica do entón director Harlow Shapley, pero non lle adxudicaron un posto oficial. Isto debíase aos puntos de vista misóxinos do presidente de Harvard, Abbott Lowell, quen se negou a nomeala e xurou que nunca ascendería a unha cátedra de Harvard mentres el estivese vivo.

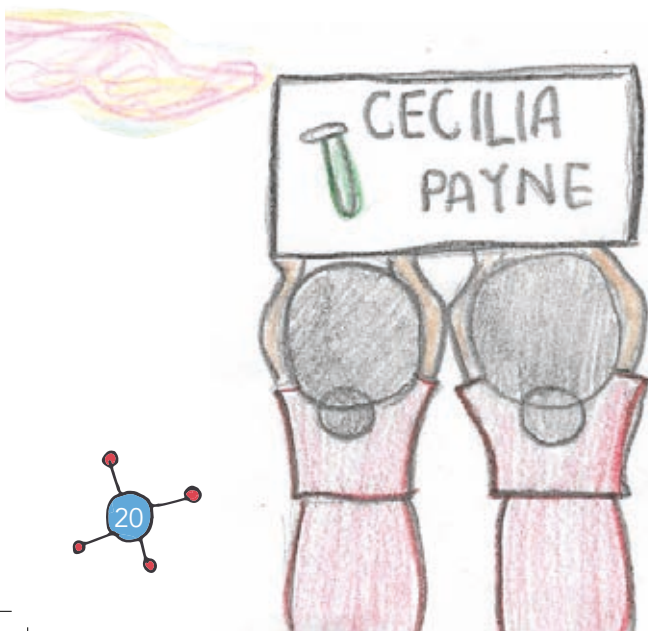


Con todo, Cecilia continuou traballando en Harvard e estudando as estrelas. En 1931 recibiu a nacionalidade norteamericana e, dous anos despois, coñeceu a quen se convertería no seu marido, o astrofísico ruso Sergei I. Gaposchkin, con quen tivo tres fillos. Cecilia non seguiu a tradición norteamericana de asumir o apelido do marido eliminando o propio e, desde entón, pasaría a chamarse Cecilia Payne-Gaposchkin. Traballadora incansable, como científica e mestra na universidade, en 1938 convertíase na **primeira muller en ser considerada oficialmente co título de «astrónoma» na Universidade de Harvard**. Gañouse o recoñecemento por méritos propios, despois de descubrir a esencia das estrelas. Ata ese momento, todas as mulleres que estudaran no observatorio non se consideraban científicas de maneira oficial. En 1956 alcanzou un novo logro dentro de Harvard ao ser nomeada profesora titular na Facultade de Artes e Ciencias e, pouco despois, conseguiu a cátedra do Departamento de Astronomía. Así, converteuse na **primeira muller en dirixir un departamento dentro da prestixiosa universidade americana**.

En 1966 retirouse oficialmente do ensino, pero aínda tivo enerxía para continuar observando o universo como investigadora do Observatorio Astrofísico Smithsonian. En 1997 púxoselle o seu nome a un cráter no planeta Venus. Faleceu o 7 de decembro de 1979.

A historia de Cecilia Payne é un recordatorio de que a razón pola que non houbo máis mulleres científicas na historia non se debía á falta de talento ou paixón, senón á misoxinia sistemática da sociedade. O traballo de Cecilia Payne foi indubidablemente importante para a comprensión das estrelas e da astronomía. Con todo, **debido ao seu xénero, tivo que traballar moito máis para loitar polo recoñecemento que se merecía**. A propia Payne describiuse a si mesma como unha rebelde contra o rol feminino e declarou que a súa verdadeira rebelión estaba en contra de ser pensada e tratada como inferior.

A carreira de Payne marcou un fito no traballo do Observatorio de Harvard e abriulles camiño a outras mulleres para a súa aceptación na orde establecida dentro dunha comunidade científica dominada polos homes. Entre outras, foi un exemplo e unha inspiración para a astrofísica **Joan Feynman**, a quen se lle repetía constantemente que as mulleres non tiñan a capacidade de entender conceptos científicos; ou para **María Teresa Ruiz**, a primeira egresada de astronomía da Universidade de Chile e a primeira en facer un doutoramento de astrofísica en Princeton en 1973.



Cecilia Pérez Álvarez



«A túa recompensa será a ampliación do horizonte a medida que ascendes. E se logras esa recompensa, non pedirás outra».

# Mary Anning



Naceu en 1799 en Lyme Regis, Inglaterra.


Aínda que quizais nunca antes oíches o seu nome, **a súa achega á paleontoloxía foi fundamental no descubrimento de réptiles mariños e voadores extintos hai millóns de anos.** Mary Anning naceu no seo dunha familia inglesa moi humilde nunha localidade costeira do condado de Dorset. Esta zona hoxe coñécese como Costa Xurásica, por ser un dos lugares nos que se poden atopar fósiles de todas as clases (mamíferos, crustáceos, peixes, anfibios, réptiles...). É unha área de centenar e medio de quilómetros de cantís asomados á canle da Mancha, e compostos por pedra de gra vermella e calcaria branca, que se esténde desde Exmouth (Devon) ata Studland Bay.

Como dixemos, Mary pertencía a unha familia moi pobre que non profesaba a relixión anglicana maioritaria en Lyme Regis, polo que a súa familia non era moi respectada na contorna. **Mary non recibiu ningún tipo de educación formal,** pero a relixión que profesaban animouna a estudar e a ler, algo que non era ben visto entre os seus veciños. **Todo o que aprendeu** ao longo da súa vida **foi de maneira autodidacta e pola súa propia curiosidade.**

## Do seu obituario:

«... tiña que gañarse o pan de cada día co seu traballo, contribuíu co seu talento e incansables investigacións en non pouca medida ao noso coñecemento...»





### Trabalinguas na súa honra:

«She sells seashells on the seashore / The shells she sells are seashells, I'm sure / So, if she sells seashells on the seashore / then I'm sure she sells seashore shells».

### Tradúcese como:

«Ela vende cunchas na costa. As cunchas que vende son cunchas mariñas, estou segura, así que, se vende cunchas na costa, entón estou segura de que vende cunchas da costa».

Dos seus dez irmáns só ela e o seu irmán Joseph sobreviviron. O seu pai era ebanista e para completar os ingresos da familia dedicábase a recoller fósiles nos cantís da costa para vendelos, e tanto a Mary coma a Joseph gustáballes acompañalo. Cando apenas contaba con 10 anos, o seu pai morreu e a situación familiar viuse agravada. Para axudar na casa, os dous irmáns dedicáronse á recollida e á venda de fósiles na súa maioría amonitas, belemnitas e outros invertebrados, polos que cobraban uns poucos xilins. En 1811, mentres rebuscaba nun dos cantís de The Spittles, Joseph **descubriu** o cranio do que pensou que era un crocodilo. Como o neno era aprendiz de tapiceiro, non tiña moito tempo para seguir buscando e foi Mary a que completou **o esqueleto** un ano máis tarde. Tratábase **dun ictiosauro, un réptil mariño extinto co aspecto dun golfiño moi grande**.

O esqueleto do ictiosauro viaxou a Londres, onde foi exhibido, e xerou unha onda de publicacións científicas e relixiosas, pero en ningunha se mencionou a súa descubridora. Os Anning cobraron vinte e tres libras por el, o que lles deu un pequeno desafogo económico durante seis meses. Mary, en 1820, fixo **outro gran descubrimento: o primeiro esqueleto** do que os xeólogos William Conybeare e Henry de Beche bautizaron posteriormente como **plesiosauro**, un réptil mariño de corpo ancho e pescozo longo que viviu a principios do Xurásico.

«Sempre gozo dunha boa discusión cos grandes».

Coma no caso do ictiosauro, ela non foi citada como descubridora. Mary foise afeccionando á paleontoloxía e continuou removendo as paredes dos cantís en busca de invertebrados. Co diñeiro gañado polas súas vendas abriu unha tenda que decorou cun esqueleto de ictiosauro. Isto atraeu paleontólogos de todo o mundo, incluído o rei Federico Augusto II de Saxonia, que era un grande afeccionado á paleontoloxía. O seu nome comezou a soar ata converterse nunha autoridade autodidacta; lía artigos especializados pola súa conta, dise-caba moluscos e chegou á conclusión de que os pequenos organismos fosilizados que vía nas chamadas pedras bezoar, e que ás veces achaba no estómago dos ictiosauros, eran en realidade coprólitos (excrementos fosilizados).

**Moitos xeólogos e paleontólogos de recoñecido prestixio deixáronse guiar por ela** polos perigosos cantís para buscar fósiles. En 1833 estivo a piques de morrer nun derrubamento que esmagou o seu can Tray, que adoitaba axudala a remover a terra. Non obstante, **todos os seus achados e a súa perseveranza non conseguiron abrirlle as portas do mundo académico;** era unha muller e ademais de clase baixa, polo que non tiña dereito a voto, nin a entrar na universidade, nin a ocupar cargos públicos.

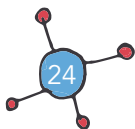
«O mundo utilizoume con tan pouca consideración que me fixo sospeitar da humanidade en xeral».

Tampouco axudaba a súa relixión, que deixou para converterse ao anglicanismo. Pero ela seguiu sacando fósiles á luz: un pterosauro, réptil con ás que o British Museum presentou ao público como un dragón voador; ou un squarolaja, un tipo de peixe do período Devónico.

Pese aos seus descubrimentos a súa situación económica seguiu sendo inestable ata que un amigo paleontólogo, Buckland, conseguiu para ela unha pensión anual de vinte e cinco libras da British Association for the Advancement of Science. Foi tamén Buckland o primeiro en atribuírlle a autoría dun achado, o do pterosauro, e en recoñecer a súa destreza e delicadeza á hora de extraer os fósiles e limpalos.

Houbo que esperar unha década para que se bautizasen dúas especies de peixes extintos co apelido de Mary, o *Acrodus anningiae* e o *Belenostomus anningiae*; a estas seguiron outras especies, incluída unha de plesiosauro. Lamentablemente ela non puido velo porque faleceu en 1847, vítima dun cancro de mama.

O seu amigo desde a adolescencia, o paleontólogo Henry de Beche, naquel momento presidente da Royal Geological Society, publicou no boletín da institución un emotivo obituario, o primeiro que se escribía en honra de alguén que non era membro; o primeiro, tamén, en honra dunha muller. A Sociedade Xeolóxica de Londres non admitiría a inclusión de mulleres ata 1904. **Desde 1991 un cráter en Venus leva o seu nome.**



Mary Anning **foi recoñecida en 2010 pola Royal Society como unha das dez científicas británicas máis influentes da historia** e mesmo existe un popular trabalinguas que todos os nenos ingleses aprenden na escola e que se refire a ela: «She sells seashells on the seashore» (Ela vende cunchas mariñas na beira do mar). No libro *As pegadas da vida*, Tracy Chevalier cóntanos a historia da muller que foi a máis grande **«cazadora de fósiles»** mesturando realidade e ficción. Tamén en 2020 a película *Amonnite*, protagonizada por Kate Winslet, serviu para lembrar a figura desta paleontóloga británica á que non se lle atribuíu a maioría dos seus descubrimentos.

As primeiras paleontólogas profesionais pertencen a unha xeración de mulleres nadas a principios do século xx ou que obtiveron un posto nos anos sesenta. A inglesa **Gertrude Elles** foi autora a comezos do século xx dunha monografía sobre uns invertebrados extinguidos hai 400 millóns de anos. Tamén destacou a francesa **Geneviève Termier**, considerada a maior paleontóloga francesa do século xx. En España, **Asunción Linares** foi a primeira española catedrática de Paleontoloxía, en 1961. **Lourdes Casanovas**, desde o Instituto de Paleontoloxía de Sabadell, tamén realizou importantes achegas sobre dinosauros e outros vertebrados.





# Rachel Carson




Naceu en 1907 en Springdale, Estados Unidos.

Rachel Carson tivo a sorte de medrar nunha granxa en Pensilvania, en contacto coa natureza e gozando da observación de paxaros e doutros animais. Tamén lle gustaba moito ler e foi unha escritora precoz, xa que aos 8 anos escribiu un libro sobre aves e con só **11 anos publicou o seu primeiro conto.**

**A súa paixón pola escritura levouna a comezar a carreira de Literatura Inglesa, que logo abandonaría pola Bioloxía,** outra das súas paixóns, e obtivo un posgrao en Zooloxía. Non continuou co doutoramento porque tivo que axudar economicamente a súa familia tras a morte do seu pai, e por iso comezou a traballar na Oficina de Pesca dos EUA escribindo guións para un programa de radio sobre fauna mariña chamado *Romance baixo as augas*. Foi a segunda muller contratada pola citada oficina para un posto profesional de tempo completo e chegou a ser a xefa de edición tras quince anos de traballo.

**Rachel non viu o mar ata os 22 anos,** pero a súa paixón pola bioloxía mariña era enorme, e combinaba o seu traballo coa escritura sobre estes temas. O seu primeiro libro *Under the Sea Wind* foi encomiado pola súa **linguaxe poética,** aínda que tivo poucas vendas. Pero o seu segundo libro *The Sea Around Us* figurou entre os libros máis vendidos do seu país e traducíuse a máis de trinta idiomas. Recibiu numerosos premios, entre eles o Premio Nacional do Libro.



Cando Rachel recibiu o galardón afirmou: «Se no meu libro hai poesía sobre o mar non é porque o expresei deliberadamente, senón porque ninguén podía escribir con sinceridade sobre o mar e deixar de lado a poesía». Este segundo libro estivo inspirado no seu cruceiro de dez días fronte á costa de Maine, unha viaxe que lle custou levar a cabo porque **ás mulleres naquela época non lles deixaban embarcar**, lembremos que a galega **Ángeles Alvariño** foi a primeira muller científica en traballar a bordo dun barco británico de investigación. Mentres escribía este libro, Rachel deixou o seu traballo para dedicarse á escritura e ocuparse da súa familia, a súa nai xa anciá e Roger, o fillo da súa sobriña falecida, a quen adoptou. Nesta nova etapa da súa vida escribiu o libro *The Edge of the Sea* e, posteriormente, inspirándose nas súas saídas con Roger pola costa de Maine escribiu *The Sense of Wonder*, **no que expresou «o mundo dun neno é novo e fermoso, é cheno e asombroso e a emoción**. É unha desgraza que para a maioría de nós esa visión clara, ese instinto auténtico do que é fermoso e impresionante, se escureza, e mesmo se perda, antes de chegar á vida adulta».

A finais da década de 1950, Rachel comezou a recompilar diversos datos sobre **os efectos na vida mariña do** dicloro difenil tricloretano (**DDT**), e outros praguicidas que estaban a empregar o Goberno e a industria sen ningún tipo de precaucións. Estes efectos nocivos aparecen primeiro en peixes e na vida silvestre, polo que as primeiras persoas en ver os efectos prexudiciais destes compostos químicos no medio ambiente foron as que traballaban no campo da bioloxía.



En xaneiro de 1958, grazas á súa amiga Olga Huckins, Rachel Carson soubo que as fumigacións con DDT provocaran a morte de todas as aves dunha reserva natural. Este feito fixo que Rachel comenza a escribir a súa obra máis coñecida: *Primavera silenciosa*, un libro que **foi pioneiro en denunciar as consecuencias da contaminación** na natureza, e co que naceu o **activismo ambiental**.

Mentres escribía *Primavera silenciosa*, que foi publicado por entregas na revista New Yorker, Rachel enfermou de cancro. A industria agroquímica intentou que non se publicase como libro e comezou unha campaña de desprestixio cara a ela, tachándoa de comunista, muller histérica ou tola da natureza, e incluíndo comentarios sobre a súa vida persoal. Pero o libro publicouse en 1962 e **tivo moito éxito nos EUA, tanto que se compara con *A cabana do tío Tom***, e provocou que se iniciara unha investigación a cargo do Comité Asesor Científico Presidencial, ademais de levala a testificar no Senado sobre os temas relacionados cos praguicidas.



Nas súas intervencións Carson pediu o establecemento dalgunha axencia reguladora independente para protexer as persoas e o medio ambiente dos perigos químicos, sinalando os dereitos da cidadanía contra a intrusión de venenos e solicitando o control estrito da fumigación aérea de praguicidas, a redución do seu uso e reclamando máis investigación sobre métodos non químicos para o control de pragas.

Rachel Carson morreu só dous anos despois de publicar o seu libro, aos 56 anos. Pero deixounos un gran legado, xa que **grazas ao seu libro creouse a Axencia de Protección Ambiental de Estados Unidos** e moitas das reivindicacións feitas por ela no libro convertéronse en medidas políticas, como a **prohibición do uso do DDT**, un insecticida moi utilizado no pasado cun impacto na fauna e na saúde humana desastroso.

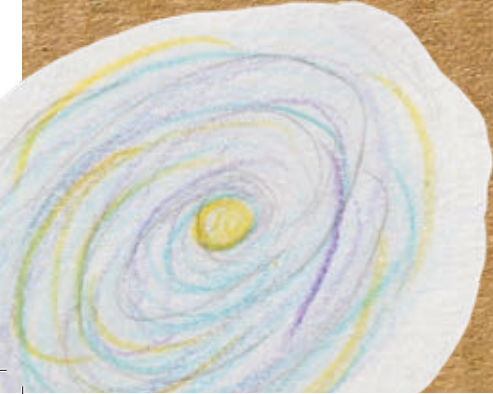

Recentemente recibiu múltiples homenaxes. **Un buque oceanográfico estadounidense leva o seu nome**, tamén unha reserva natural, un centro de investigación alemán ou un prestixioso premio dirixido a mulleres que traballan en conservación.

Outras mulleres que fixeron grandes achegas á ecoloxía foron **Ellen Swallow Richards**, pioneira da enxeñaría ambiental (análise do aire, da auga e da terra); **Donella H. Meadows**, científica ambiental que dirixiu o informe *Os límites do crecemento*; **Wangari Muta Maathai**, bióloga e ecoloxista que recibiu o Premio Nobel da Paz 2004 polas súas contribucións ao desenvolvemento sostible, á democracia e á paz; **Vandana Shiva**, física e ecofeminista; e activistas como **Berta Cáceres** e **Greta Thunberg**.

«O ser humano é parte da natureza e a súa guerra contra ela é, inevitablemente, unha guerra contra si mesmo».



«É ALGO SAN  
E NECESSARIO  
VOLTAR Á  
TERRA E AO  
CONTEMPLAR  
AS SUAS BELEZAS  
RECOÑECER  
O ASOMBRO  
E A HUMILDADE».



# Mae Jemison



Naceu en 1956 en Alabama, Estados Unidos.

Enxeñeira, física, educadora e bailarina de jazz, Jemison é moi consciente dos obstáculos que as mulleres e as minorías deben superar para triunfar en campos excluíntes. **Mae Jemison quixo dende nena ser astronauta**, a súa inspiración foi a **tenente Uhura** na serie *Star Trek* interpretada pola actriz Nichelle Nichols. Ao mesmo tempo, sentía verdadeira paixón polo teatro e cando estudaba secundaria soñaba con converterse en bailarina profesional ou estudar medicina.

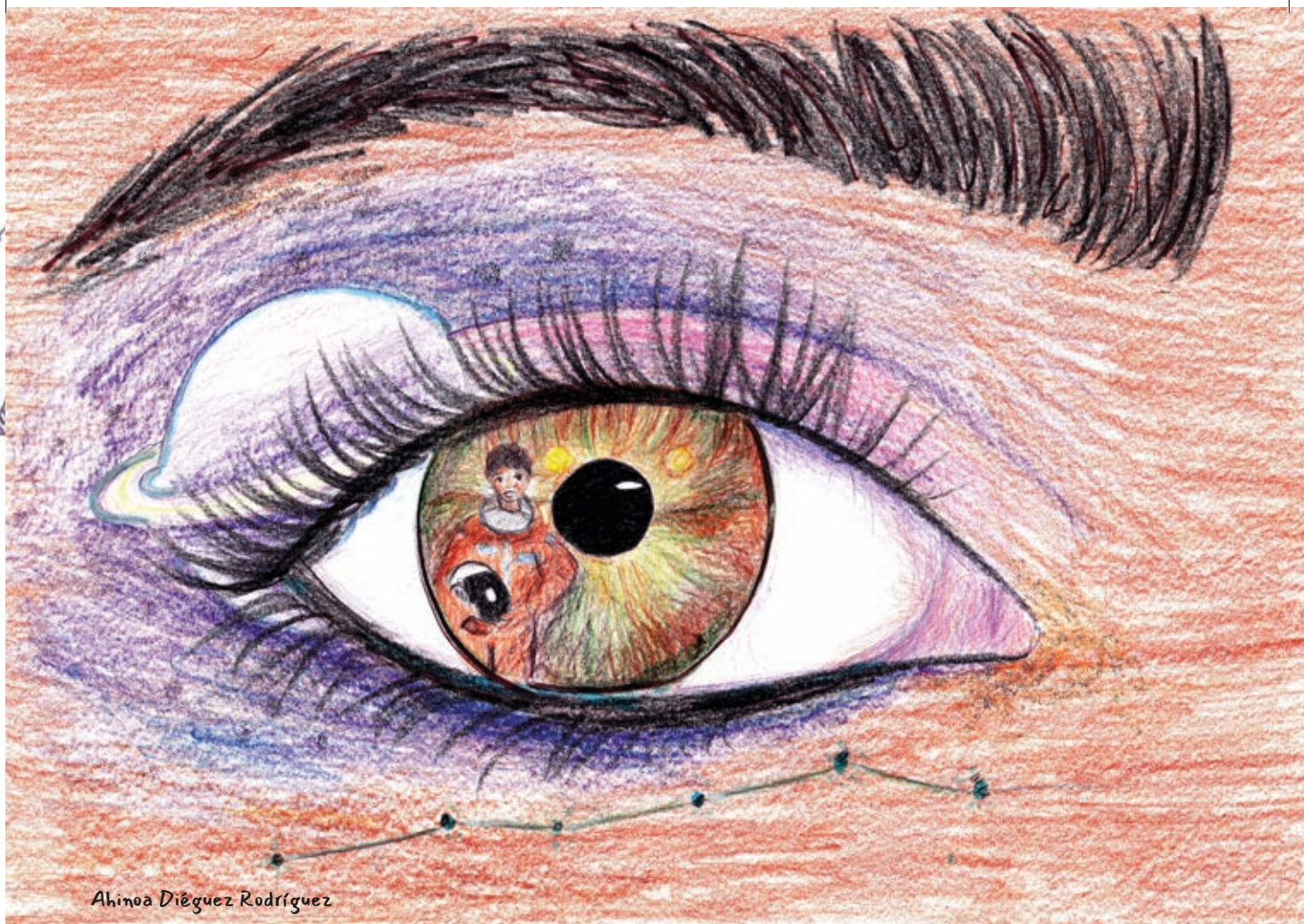
A súa familia sempre a animou a estudar unha carreira científica, pero **tivo que vencer a discriminación de profesorado e alumnado por ser muller e afroamericana**. Mae empezou estudando na Universidade de Stanford con tan só 16 anos, onde obtivo unha diplomatura en **Enxeñaría Química** e Estudos Afroamericanos. Logo asistiu á Universidade de Cornell, onde se graduou en **Medicina**. Ao rematar esta carreira uniuse ao Corpo de Paz e **traballou varios anos como médica en África occidental**, onde foi a muller máis nova do corpo.



Alejandro Ogea Salgado

En 1987, Mae Jemison converteuse na primeira muller afroamericana en ser admitida no programa de formación de astronautas da **NASA** e, en 1992, viaxou a bordo do Endeavour na **misión STS47**; foi a **primeira muller afroamericana en viaxar ao espazo**.





Nesta viaxe levou con ela un póster dun teatro de baile, obxectos dos países africanos nos que traballou e unha foto de **Bessie Coleman**, a primeira muller afroamericana con licenza de voo. Durante os oito días que estivo no espazo levou a cabo experimentos sobre os mareos durante os voos, a perda ósea no espazo e a ingravidez.

En 1993 abandonou a NASA e **fundou a compañía de investigación tecnolóxica, Jemison Group Inc.**, onde desenvolveu ALAFIYA, un sistema de telecomunicacións baseado nos satélites, co fin de ser utilizados para mellorar a atención médica en países en desenvolvemento.

Tamén creou a Dorothy Jemison Foundation for Excellence, co nome da súa nai, que organiza o **campamento científico The Earth We Share (A Terra que compartimos)**, no que participan nenas e nenos de entre 12 e 16 anos aos que se anima a pensar e a traballar problemas globais; por exemplo, como prever os picos de calor que sufrirá o planeta en 2030.

«Non deixes que ninguén che roube a túa imaxinación, a túa creatividade ou a túa curiosidade».

Foi profesora no programa de estudos ambientais na Universidade de Dartmouth, onde dirixiu o Instituto Jemison para o avance tecnolóxico en países en vías de desenvolvemento. Dentro dos seus proxectos actuais hai varios centrados na **mellora da saúde en África** e no avance das **tecnoloxías** en países en desenvolvemento.

Mae Jemison foi a primeira muller afroamericana en voar ao espazo, pero despois dela viñeron outras como **Stephanie Wilson**, que forma parte do programa **Artemis** da NASA; ou **Jeanette Epps**, que foi elixida en 2021 para converterse na primeira astronauta afroamericana na **Estación Espacial Internacional (EEI)**. E alí estivo a nosa seguinte protagonista, **Peggy Whitson**, a estadounidense que máis días estivo en órbita.

**Peggy Whitson** (Iowa, 1960), tiña 9 anos cando viu os primeiros pasos de Armstrong e Aldrin sobre a Lúa, e decidiu que ela tamén quería chegar alí arriba. O ano que Peggy rematou o bacharelato, 1978, **Sally Ride** foi nomeada primeira astronauta estadounidense feminina, o que acentuou as súas ganas de converterse en astronauta.

Ese mesmo ano, iniciou os seus estudos de química e de bioloxía e graduouse en 1981 cunha licenciatura de ciencias tras obter diversos premios e bolsas á excelencia académica. Ese mesmo ano, ingresou na Universidade Rice de Houston, onde se doutorou en Bioquímica. Con 26 anos entrou no **Johnson Space Center da NASA** como investigadora.

Pasaron dez anos ata que, con 36 anos, foi seleccionada como candidata a astronauta e despois someteuse a un rigoroso adestramento durante varios anos. Por fin, o seu soño fíxose realidade o 5 de xuño de **2002**, o día que iniciou a súa primeira viaxe ao espazo a bordo do Endeavour con destino á **Estación Espacial Internacional (EEI)**.

Máis adiante, entre o 10 de outubro de 2007 e o 19 de abril de 2008, Peggy converteuse na **primeira muller comandante da EEI**, na súa segunda viaxe, esta vez a bordo da cápsula Soyuz TMA-11. Durante o tempo que permaneceu na EEI supervisou as tarefas de construción do complexo e realizou varios paseos espaciais. En 2017 Peggy volveu comandar a Estación Espacial Internacional e foi a primeira muller en facelo en dúas ocasións. Regresou á Terra xa con 57 anos, para pouco despois anunciar a súa retirada. Peggy Whitson foi **a estadounidense que máis días estivo en órbita: 665 días, 22 horas e 22 minutos**.

Estas dúas mulleres herdeiras de **Sally Ride** son referentes para as novas xeracións de astronautas que soñan con pisar outro planeta. **Sara García**, a primeira astronauta española, @AstroSara nas redes sociais, quen sabe se se inspirou en @AstroPeggy para chegar a onde hoxe está.

«Tenta vivir fóra da túa zona de confort. Poida que consigas moito máis do que soñas!»



Peggy

Whitson

ASTRONAUTA

y

Bioquímica



# Katherine Johnson

 Naceu en 1918 en White Sulphur Springs, Estados Unidos.

Katherine Coleman Goble Johnson demostrou talento para as matemáticas desde moi nova. **Contaba todo: as escaleiras que subía para entrar á igrexa, o número de pratos que poñía sobre a mesa...**

Katherine foi unha alumna avantaada; graduouse na escola secundaria aos 14 anos e aos 15 ingresou na Universidade Estatal de Virxinia Occidental. Durante os seus anos de estudo foi apoiada pola profesora Angie Turner King e W.W. Schiefflin Claytor, o terceiro afroamericano en obter un doutoramento en Estados Unidos, quen lle ensinou **xeometría analítica e aeronáutica**. Graduouse *summa cum laude* en 1937, en Matemáticas e Francés, á idade de 18 anos. Logo da súa graduación, Johnson trasladouse a Marion (Virxinia) para **ensinar matemáticas, francés e música nunha pequena escola**.


«As matemáticas sempre me resultaron fáciles.  
Encantábanme os números e eu encantáballes a eles.  
Seguíanme a todas partes...  
así funcionaba a miña mente».



Nesta época imperaba a **segregación racial** e non se permitía que estudantes afroamericanos asistisen ás mesmas universidades ca o estudiantado branco. **En 1940 foi elixida como a única muller dos tres estudantes afroamericanos que ían realizar estudos de posgrao e, desta forma, desagregar a Universidade de Virxinia Occidental.** Lamentablemente, non puido rematar os seus estudos por problemas familiares.

En 1953, ofrecéronlle un posto na **NASA** que aceptou de inmediato. Katherine Johnson foi inicialmente asignada á **sección West Area Computers**, que era supervisada pola matemática **Dorothy Vaughan**, e logo reasignada á Área de Guía e Control da División de Investigación de Voo de Langley. Foi unha das máis de mil mulleres que traballaron entre 1935 e 1970 como **calculadoras humanas**, e formaban parte do grupo de mulleres afroamericanas que tiñan maior formación ca as súas homólogas brancas, xa que a maioría eran diplomadas en Matemáticas ou en Física.

Grazas aos seus coñecementos de xeometría **comezou a traballar cos enxeñeiros**. Pero Katherine quería saber máis e comezou a preguntar por que non podía asistir ás reunións editoriais. Grazas á súa **persistencia**, en 1958 logrouno.



«Faiño o mellor posible,  
sé positiva,  
e soña en grande».

O talento de Katherine Johnson fixo que fora a **encargada de calcular a traxectoria do voo espacial** de Alan Shepard (primeiro estadounidense en viaxar ao espazo, en 1959). Tamén fixo cálculos para o **Proxecto Mercury** de 1961.

En 1962, cando a NASA comezou a empregar computadores electrónicos para **calcular a órbita de John Glenn** ao redor da Terra, foi convocada para **verificar os resultados do computador**. De feito, o astronauta solicitou que revisase os números antes de comezar a viaxe. Máis tarde, Johnson traballou directamente con computadores dixitais. A súa capacidade e reputación pola exactitude dos seus cálculos axudaron a establecer confianza na nova tecnoloxía.

Calculou a traxectoria de voo do **Apolo 11 cara á Lúa**; os seus cálculos axudaron a sincronizar o módulo lunar e o módulo orbital. En 1970, traballou na misión do **Apolo 13**. Unha vez que a misión foi abortada, o traballo de Johnson axudou a que a tripulación puidese regresar a salvo á Terra catro días máis tarde.

En total, Katherine Johnson foi coautora de 26 artigos científicos. Xubilouse en 1986 despois de **contribuír a todos os programas de voo espacial tripulado, do Mercury ao transbordador espacial**. E pasou os seus últimos anos animando ao estudiantado a entrar nos campos da ciencia, a tecnoloxía, a enxeñaría e as matemáticas.



O presidente Barack Obama outorgoulle a **medalla presidencial da liberdade** en 2015, e no seu discurso dixo: «Katherine G. Johnson negouse a que a limitasen as expectativas da sociedade respecto ao seu xénero e á súa raza, e expandiu as fronteiras da humanidade».

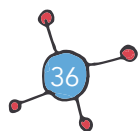
En 2017 estreouse a película *Figuras ocultas*, unha película sobre Katherine Johnson e as súas colegas afroamericanas da NASA: **Mary Jackson**, a primeira enxeñeira negra da compañía especializada no procesamento de datos obtidos nos voos e nos túneles de vento; e **Dorothy Vaughan**, unha das mellores programadoras do país e a primeira muller afroamericana en contar cun posto de dirección na historia da NASA. A película, baseada no libro do mesmo nome de **Margot Le Shetterly**, contou con tres nominacións aos Óscar, incluída á de mellor película. Katherine Johnson estivo presente na 89.<sup>a</sup> edición dos Óscar xunto ás actrices do filme e o público recibíuna cun emotivo aplauso.

O 5 de maio de 2016 dedicáronlle formalmente as novas instalacións de investigación en informática no Centro de Investigacións de Langley en Hampton (Virxinia), en conmemoración do 55 aniversario do lanzamento de Alan Shepard, que foi posible grazas ao seu traballo.

Dende entón, recibiu numerosos recoñecementos: en agosto de 2018, a Universidade Estatal de Virxinia Occidental creou unha bolsa en homenaxe a Johnson e erixiu unha estatua de tamaño natural no campus na súa honra. **A NASA deulle o seu nome á Instalación de Verificación e Validación Independente en Fairmont en 2019.** En xuño dese mesmo ano, a Universidade George Mason nomeou o edificio máis grande do seu campus co nome de Katherine G. Johnson.

Curiosamente, **Johnson naceu un 26 de agosto, que actualmente coincide coa celebración do Día da Igualdade da Muller nos EUA,** en honra á data en que se recoñeceu o voto feminino neste país.

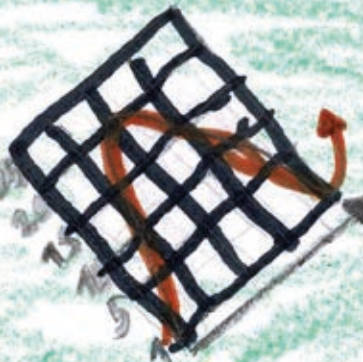
«As mulleres son capaces de facer todo o que fan os homes. Ás veces, temos máis imaxinación ca os homes».



# KATHERINE JOHNSON



«Trata de fazer algo mais do que cres que es capaz de lograr, porque te surprenderás».



$$\left\{ \begin{array}{l} \times \\ \square + 2 \end{array} \right.$$



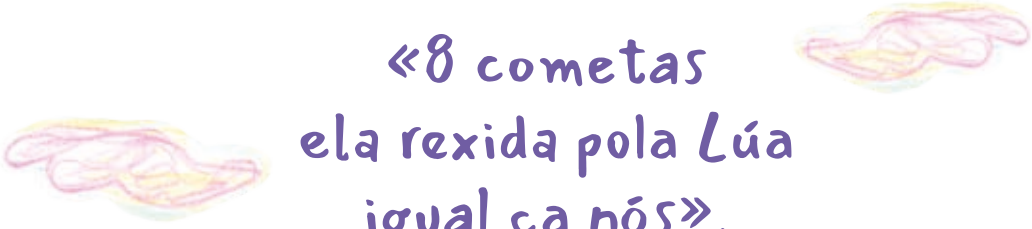
# Caroline Herschel



Naceu en 1750 en Hannover, Alemaña.


Caroline Lucretia Herschel **foi a primeira muller que detectou un cometa** e logo descubriu sete máis. Na súa honra, un **cráter da Lúa** chámase Caroline Herschel e o **asteroide** Lucretia bautizouse así polo seu segundo nome.

É unha das científicas homenaxeada na obra de arte *The Dinner Party*, de **Judith Chicago**, e inspirou a poetas como **Adrienne Rich**.



«8 cometas  
ela rexida pola Lúa  
igual ca nós».

Caroline Herschel medrou no seo dunha familia na que os proxenitores tiñan distintas ideas sobre a educación. **O seu pai** era un músico militar con grandes inquietudes culturais que **procurou darlles aos seus fillos unha educación polifacética**, mentres que **a súa nai**, unha muller moi rixida, **educaba a Caroline e a súa irmá para ser amas de casa**.



Caroline Herschel



«Un libro ben escrito  
é unha alfombra máxica  
na que somos trasladados  
a un mundo no que non  
podemos entrar de ningunha  
outra maneira».

Lucía Vega Fernández

Caroline **sufriu varias enfermidades** na súa infancia que lle deixaron a cara marcada e atrofiaron o seu crecemento. **Ás agachadas, o seu pai dáballe clases de música, matemáticas, filosofía e mostráballe os ceos**, pero cando morreu, a súa nai obrigouna a dedicarse exclusivamente aos traballos do fogar e a coidar dos seus irmáns, xa que pensaba que nunca casaría. Por iso moitas veces fála-se dela como **a Cincenta da ciencia**.

Logrou escapar do xugo materno grazas ao seu irmán William, que a convidou a vivir en Bath, onde dirixía unha orquestra. A súa nai accedeu coa condición de que lle pagasen a unha persoa que substituíse a Caroline nos traballos de fogar. En Bath retomou a súa **grande afección, a música**, e chegou a ser unha destacada **soprano**. Alí comezou a estudar **astronomía** coa axuda do seu irmán. Xuntos construíron telescopios e comezaron a explorar o universo. En 1781, William descubriu o planeta Urano e comezou a traballar como astrónomo real. Abandonou a súa profesión de músico e Caroline a de soprano para dedicarse ambos ao estudo do firmamento.

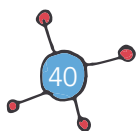
Caroline **colaborou co seu irmán no cálculo, deseño e construción dos seus propios telescopios**, e axudoulle na catalogación e na revisión das súas observacións. Xuntos descubriron mil estrelas dobres; con todo, os achados individuais de Caroline apenas recibiron crédito. Ela tiña tanta ou máis pericia á hora de mirar polo telescopio, aínda que só podía facelo cando o seu irmán estaba de viaxe.



Cando o seu irmán casou, Caroline tivo que mudarse de casa pero seguía xuntándose con el para estudar o ceo.

O 1 de agosto de 1786 atopou o seu primeiro cometa, que foi descrito como **«o primeiro cometa feminino»**. O achado foi recompensado polo rei George III cun soldo de 50 libras anuais e converteuse na **primeira astrónoma profesional**, ademais de lograr o recoñecemento da comunidade científica. Durante os anos seguintes descubriu outros sete **cometas, nebulosas, galaxias espirais e irregulares e cúmulo abertos**.

En 1798 envioulle á Royal Astronomical Society o seu «índice de observacións de estrelas fixas de Flamsteed», cunha listaxe de 560 estrelas que o astrónomo omitira. Á morte do seu irmán, Caroline retornou á súa cidade natal Hannover, onde concentrou o seu esforzo na catalogación dos corpos celestes que avistara.



Ao fin, Caroline logrou ser recoñecida polos seus achados. En 1828 concedéronlle a **medalla de ouro da Royal Astronomical Society** e non sería ata 1996 que outra muller, **Vera Rubin**, tamén a recibiría. Máis adiante, en 1835, cando xa contaba con 85 anos, foi nomeada membro honorario desta sociedade, xa que ser membro de pleno dereito estaba vetado ás mulleres. Tamén foi nomeada membro honorario da Academia Real de Irlanda e, en 1846, o rei Friedrich Wilhelm IV de Prusia outorgoulle a **medalla de ouro da ciencia**.

Caroline Lucretia Herschel, ademais de ser pioneira no campo da astronomía, **conseguiu que as súas contribucións fosen recoñecidas publicamente**, algo inusual naquela época. Soubo aproveitar as súas habilidades e a súa capacidade de traballo, ademais de todo o seu potencial para reivindicar a súa faceta científica e **abrir unha vía** para que tamén outras mulleres puidesen, coma ela, mirar o ceo nocturno en busca de estrelas e de cometas.

Caroline morreu aos 97 anos, pero antes escribiu o seu propio epitafio no que podemos ler: **«Os ollos dela, na gloria, están voltos cara aos ceos estrelados».**

Non poderíamos pensar na astronomía moderna sen o enorme traballo de mulleres como Caroline Herschel, que co seu esforzo e dedicación, participaron nos grandes descubrimentos e contribuíron ao progreso da astronomía. Outras astrónomas destacadas foron **Maria Cunitz** autora do libro *Urania propitia*, onde ademais de proporcionar novas efemérides planetarias, presenta unha versión máis simple da Segunda Lei de Kepler. Foi coñecida como a «Palas de Silesia». **Elisabetha Koopman-Hevelius** chamada a nai das cartas lunares ou **Nicole-Reine Lepaute** coñecida pola exactitude do seu cálculo da data do regreso do cometa Halley.



Carolina Manso Delgado



# Barbara McClintock



Naceu en 1902 en Hartford, Estados Unidos.

Bárbara foi a terceira dos catro fillos dun médico de Connecticut. Ao nacer, **os seus pais chamárona Eleonor, pero máis tarde decidiron que ese nome era demasiado feminino e delicado para unha nena forte e independente coma ela.** Por esa razón decidiron modificar o seu nome no rexistro polo de Bárbara, ao considerar que era máis axeitado.

Cando era moi pequena, enviárona a vivir cuns tíos a Brooklyn, porque a súa familia tiña algúns problemas económicos, ata que comezou o colexio. No instituto, Bárbara descubriu o seu amor polas ciencias e decidiu que quería estudar unha carreira. **Aínda que a súa nai prefería que casase en lugar de estudar tanto, o seu pai apoiouna e estudou Botánica na Universidade de Cornell.** Conseguiu o título de doutora en 1927.

«Se sabes que estás no bo camiño, se tes ese coñecemento interior, entón ninguén pode desviarte... Non importa o que digan».





Traballou varios anos en Cornell e especializouse en citoxenética (estudo da estrutura e da función dos cromosomas celulares) e **liderou o grupo de investigación que estudaba a xenética do millo**. Os seus estudos centráronse na **análise dos cromosomas desta planta** e como se comportan durante a reprodución. O millo, igual ca os seres vivos, está formado por moitísimas células que son demasiado pequenas para velas sen un microscopio potente. No interior da maioría das células encóntranse os cromosomas, que son similares a fíos que conteñen os xenes. Estes xenes determinan as características físicas como, por exemplo, a cor dos grans de millo.

Bárbara **desenvolveu unha técnica para visualizar e caracterizar os cromosomas** que a converteron nunha investigadora moi recoñecida na comunidade científica. Estes descubrimentos influenciaron estudantes de xenética de todo o mundo ao aparecer en todos os libros de texto.

En 1933 recibiu unha prestixiosa bolsa da Fundación Guggenheim para realizar unha estancia en Alemaña pero, por causa da tensión política debido ao ascenso nazi, regresou a Cornell.

**En 1936 foi contratada pola Universidade de Missouri, pero co paso do tempo Bárbara comprendeu que, como muller, non tiña posibilidades de ascender.** De feito, viuse excluída das actividades académicas habituais, incluídos as reunións da facultade, polo que dimitiu e buscou un novo emprego.

En 1941 **conseguiu un contrato no Departamento de Xenética do laboratorio Cold Spring Harbor de Nova York**, onde desenvolveu o resto da súa vida profesional.

Debido ao seu grande éxito nas investigacións sobre a citoxenética do millo, en 1944 **foi aceptada na Academia Nacional de Ciencias dos Estados Unidos** (a terceira muller) e converteuse tamén na **presidenta da Sociedade Xenética de América**, cargo que ata ese momento non fora ocupado por ningunha muller.

O seu traballo no laboratorio de Cold Spring Harbor foi altamente produtivo. De feito, aquí foi onde deu co descubrimento que cambiaría para sempre a súa vida e traxectoria académica, e revolucionaría o campo da xenética. En 1950 **descubriu un fenómeno xenético inesperado para os expertos: a transposición**. O seu descubrimento mostraba que **os xenes** non sempre ocupan o mesmo lugar nos cromosomas, senón que **poden cambiar de posición**. Isto significaba que **un xene podía «saltar»** a unha sección diferente do cromosoma e activarse ou desactivarse. **O descubrimento dos «xenes saltaríns» ou «transposóns» explicou por que existe tanta variación nos seres vivos**. Se os xenes cambian, poderíamos ser louros e non morenos, e no caso do millo podería, por exemplo, ter os grans máis grandes. Con isto, Bárbara probou que o material xenético era máis complexo e flexible do que se pensaba nesa época, xa que ata ese momento se consideraba que os xenes eran estáticos.



Bárbara publicou todos os seus descubrimentos en 1950, pero **moitos investigadores non estaban de acordo coas súas ideas**, xa que non comprendían o seu traballo e foi menos valorado e relegado a un lugar secundario. Ante as reaccións da comunidade científica dese momento, decidiu deixar de publicar os seus resultados sobre ese tema, pero non se rendeu e seguiu traballando no que máis lle gustaba, investigar. **Ela sabía que estaba no certo e que, máis cedo ou máis tarde, os seus descubrimentos serían aceptados.**

Case **vinte anos despois** da publicación do seu traballo, distintos estudos foron descubrindo que a transposición xenética non era un fenómeno illado ou dubidoso. Estes estudos mostraron que este fenómeno estaba en todos os seres vivos e **demostrouse que todas as teorías de Bárbara eran certas.** Foi entón cando o seu traballo comezou a ser entendido e recoñecido, e a figura desta investigadora, descoñecida para moitos, cobrou de novo importancia. Recibiu moitos premios e recoñecementos neses anos como a medalla nacional da ciencia en 1971. Tamén se converteu na primeira muller en gañar a bolsa da Fundación MacArthur, coñecida como a bolsa dos xenios, en 1981.

«Unha debe esperar o momento idóneo para un cambio conceptual».

**En 1983, trinta anos despois do seu descubrimento, concedéronlle o Premio Nobel de Fisioloxía ou Medicina.** Foi a sétima muller á que lle concederon esta distinción e **a primeira que a conseguiu en solitario.** Este galardón foi extraordinario en moitos aspectos, xa que normalmente adoita ser compartido por dous ou tres gañadores, e xeralmente concédese a investigacións de biomedicina ou bioloxía animal. Nunca antes se outorgara por estudos realizados en plantas. Pero, efectivamente, quedou claro que o traballo de Bárbara tiña implicacións máis alá da botánica.

A pesar de que os seus descubrimentos non foron comprendidos por completo durante moitos anos, **hoxe en día Bárbara McClintock é recoñecida como unha das máis grandes xenetistas da historia.** Os traballos e as investigacións en xenética de moitas outras mulleres de distintas épocas e países tamén as levaron a facer importantísimas contribucións neste campo, pero non foron recoñecidas ou tidas en conta. É o caso de, por exemplo, **Rosalind Franklin**, que descubriu a estrutura do ADN; **Nettie Maria Stevens**, que demostrou que o cromosoma X e o cromosoma Y determinan o sexo do óvulo fecundado; ou **Esther Lederberg**, pioneira en estudos de xenética bacteriana.





«Estaba tan interesada no que facía  
que case non podía esperar a erguerme  
pola mañá e poñerme a iso...»



# Sylvia Earle

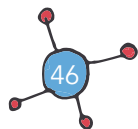



Naceu en 1935 en Gibbston, Estados Unidos.

Sylvia foi a segunda dos tres fillos do enxeñeiro eléctrico Lewis Reade Earle e, a súa esposa, Alice Freas Richie. Pasou os seus primeiros anos de vida nunha pequena granxa en Nova Jersey, onde adquiriu respecto e aprecio polas marabillas da natureza grazas ás súas propias exploracións nos bosques próximos e a empatía que os seus pais mostraban polos seres vivos.

Cando tiña 12 anos, mudouse coa súa familia a Florida, a unha casa xunto ao mar, algo que marcaría a súa vida para sempre. As praias do golfo de México eran o seu patio de xogos e os seres vivos que habitaban nas marismas e nas pradarias de algas mariñas chamaban a súa atención. **Con tan só 17 anos fixo a súa primeira inmersión** e puido apreciar por primeira vez o fondo mariño. **Dende ese momento Sylvia tivo en mente** unha única certeza, **converterse en bióloga mariña** e pasar a vida na auga. Hoxe é coñecida co sobrenome de «**dama das profundidades**».

Sylvia **graduouse en Botánica** na Universidade de Florida en 1955 e, ao ano seguinte, obtivo un mestrado en botánica pola Universidade de Duke. **Comprender a vexetación, na súa opinión, era o primeiro paso para entender calquera ecosistema.** A continuación comezou o seu doutoramento na mesma universidade e centrouse no estudo das algas mariñas no golfo de México, pero deixou os seus estudos durante un tempo para casar e formar unha familia.





Non obstante, pronto retomou o seu doutoramento, que terminou en 1966. Para este proxecto recolleu mais de 20 000 exemplares de algas. **A súa tese considerouse un estudo de referencia durante décadas, xa que foi unha das primeiras científicas en usar o mergullo para documentar a vida mariña.**

En 1964 **formou parte da primeira expedición que explorou os fondos mariños das illas Seychelles**, a única muller xunto a setenta homes. En 1965 foi nomeada directora residente do laboratorio mariño de Cape Haze en Florida e tamén participou na exploración das illas Galápagos. Todo isto ademais de completar os seus estudos e escribir a súa tese de doutoramento.

Continuou realizando moitas máis exploracións, incluíndo á da primeira muller que se mergullou dende un submarino xa somerxido, en 1968. En 1969, solicitou formar parte do **proxecto Tektite**, un novo laboratorio submarino de investigación construído nas Illas Virxes, no que **os científicos podían vivir dúas semanas a unha profundidade de quince metros**. A pesar da experiencia de Sylvia, con máis de 1000 horas de investigación somerxida no mundo mariño, non puido unirse á misión xa que estaba formada unicamente por homes. Non obstante, non se deu por vencida e acabou liderando o equipo **Tektite II** ao ano seguinte formado, neste caso, unicamente por mulleres.

Sylvia Earle



DIÁLOGO  
marina  
DIÁLOGO

«Sen auga, non hai vida.  
Sen azul, non hai verde».

Foi a **primeira persoa en camiñar polo fondo do mar a case 400 metros de profundidade e bateu o récord de profundidade de inmersión sen suxeición, en 1979**. Estando alí, apagou as luces do seu traxe para observar a escuridade do fondo mariño e descubriu todo tipo de seres das profundidades que eran luminescentes.

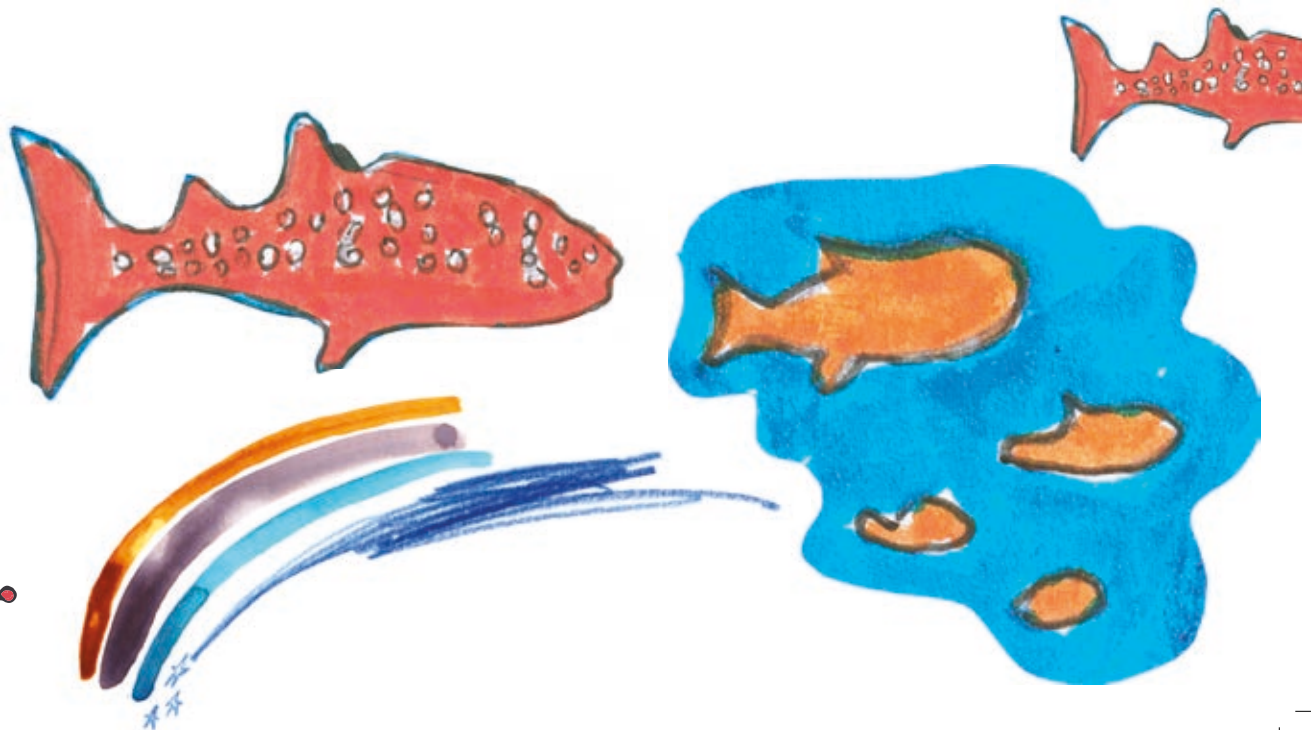


Durante a década de 1980 a carreira de Sylvia avanzou e converteuse nun auténtico referente debido aos seus coñecementos das profundidades mariñas. Por exemplo, foi membro do Comité Presidencial Asesor sobre Océanos e Atmosfera entre 1980 e 1984. Ademais do seu interese pola bioloxía mariña, durante esta década **tamén se vinculou ao campo da enxeñaría** e viu unha clara necesidade de desenvolver tecnoloxías que a permitisen chegar ás zonas máis remotas do fondo oceánico. Xunto ao enxeñeiro Graham Hawkes, **fundou o grupo Deep Ocean Engineering** e en 1985 axudou a deseñar un submarino co que descenderían a máis de 1000 metros de profundidade, o Deep Rover.

«Un mundo sen océanos  
é un mundo sen nós».


Entre os logros desta pioneira está o de ser a **primeira muller científica xefa da Administración Nacional Oceánica e Atmosférica (NOAA)**, unha das máis prestixiosas institucións para o estudo do océano. Ocupou o cargo durante os dous primeiros anos da década de 1990, ata que presentou a súa dimisión para denunciar a falta de interese do Goberno en defender o medio mariño. Segundo as súas propias palabras: «Como cidadá de a pé poderei facer e dicir cousas que non son apropiadas para un alto funcionario dos Estados Unidos».

En 1992 **fundou Deep Ocean Exploration and Research (DOER Marine) para mellorar a enxeñaría mariña**. Entre 1998 e 2002 liderou as expedicións **Mares Sostibles**, un programa para estudar o Sistema Nacional de Santuarios Mariños dos Estados Unidos. Ademais, en 1998 pasou a ser exploradora residente de National Geographic Society e, nese mesmo ano, foi designada **heroína do planeta pola revista Time**.



Ao longo da súa carreira, Sylvia converteuse nunha das principais voces en poñer en valor a importancia do océano, en divulgar as marabillas que alberga e en defender a súa protección. En 2009 recibiu o premio TED Prize por unha inspiradora charla que deu a volta ao mundo. Co diñeiro do premio fundou **Mission Blue**, unha iniciativa coa que busca conseguir unha **rede mundial de áreas mariñas protexidas**, chamadas puntos de esperanza, e que se converteu nunha plataforma de divulgación extraordinaria.

As viaxes ao fondo oceánico de Sylvia situárona no selecto grupo de persoas que atravesaron unha fronteira previamente inexplorada, igual ca os astronautas que pisaron a Lúa. O seu incansable traballo pola protección dos océanos valeulle para que en 2018, **con 83 anos, recibise o Premio Princesa de Asturias da Concordia**.



«Os seres humanos temos a impresión de que o océano é tan inmenso e resistente que non importa o que lle fagamos. Vaia loucura...»

Sylvia foi testemuña de como, **en poucas décadas, lugares cheos de vida, moitos dos cales ela explorou antes ca ninguén, foron arrasados** sen contemplacións.



Cando liderou o equipo de investigadoras Tektite II, en 1970, que pasou dúas semanas no interior dun laboratorio submarino, observou e fotografou lugares maravillosos e cheos de vida. Pero ao volver a aquel lugar en 2011 quedou consternada ao ver que os fondos estaban arrasados e non había apenas nada. No pasado non coñeciamos o alcance dos nosos actos pero agora, **coa axuda das investigacións de Sylvia, sabemos cales son os efectos causados e como revertir a situación para salvar e restaurar os océanos**.

Outras mulleres pioneiras da oceanografía tamén contribuíron á evolución das ciencias mariñas estudando os océanos nos últimos séculos. **Jeanne Villepreux** inventou en 1834 os acuarios para estudar a fauna mariña. **Maude Jane Delap** foi a primeira persoa que criou medusas en cativeiro a inicios do século xx para estudar o seu comportamento. **Ángeles Alvariño** foi unha oceanógrafa galega que se converteu na primeira muller científica en traballar a bordo dun barco británico de investigación, en 1953, e que durante a súa carreira descubriu 22 especies planctónicas. **Anita Conti** foi pioneira en denunciar os impactos da pesca industrial nunha obra publicada en 1971, na que denunciaba esta situación. **Josefina Castellvi** converteuse en 1988 na primeira muller no mundo en dirixir unha base antártica, unha xestora científica de primeiro nivel.

# Marie Tharp



Naceu en 1920 en Ypsilanti, Estados Unidos.

O pai de Marie, Willian, debuxaba mapas da clasificación de tipos de solo para o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e a súa nai, Bertha, dedicábase a ensinar latín e alemán. Desde moi nova, Marie uníase ao seu pai nas súas viaxes de traballo polo país mentres recollía mostras para os mapas topográficos. Estas primeiras experiencias probablemente foron importantes no interese de Marie pola ciencia e pola xeoloxía. Non obstante, **estudou Filoloxía Inglesa e Música** na Universidade de Ohio e graduouse en 1943. **Nesa época poucas mulleres se dedicaban a estudar materias científicas.**

«Era unha oportunidade única na historia do mundo para calquera, pero especialmente para unha muller nos anos corenta».

Mentres terminaba os seus estudos en Ohio, Marie descubriu que **na Universidade de Michigan estaban animando as mulleres a facer cursos de xeoloxía.** Durante os anos da segunda guerra mundial apenas había homes nas aulas, e as universidades facilitaban o acceso das mulleres a títulos relacionados cos ámbitos da ciencia e da tecnoloxía, considerados títulos masculinos. **Marie** aproveitou a oportunidade e **obtivo un mestrado en xeoloxía na Universidade de Michigan en 1944, e empezou a traballar como xeóloga nunha compañía petroleira en Tulsa, Oklahoma.**

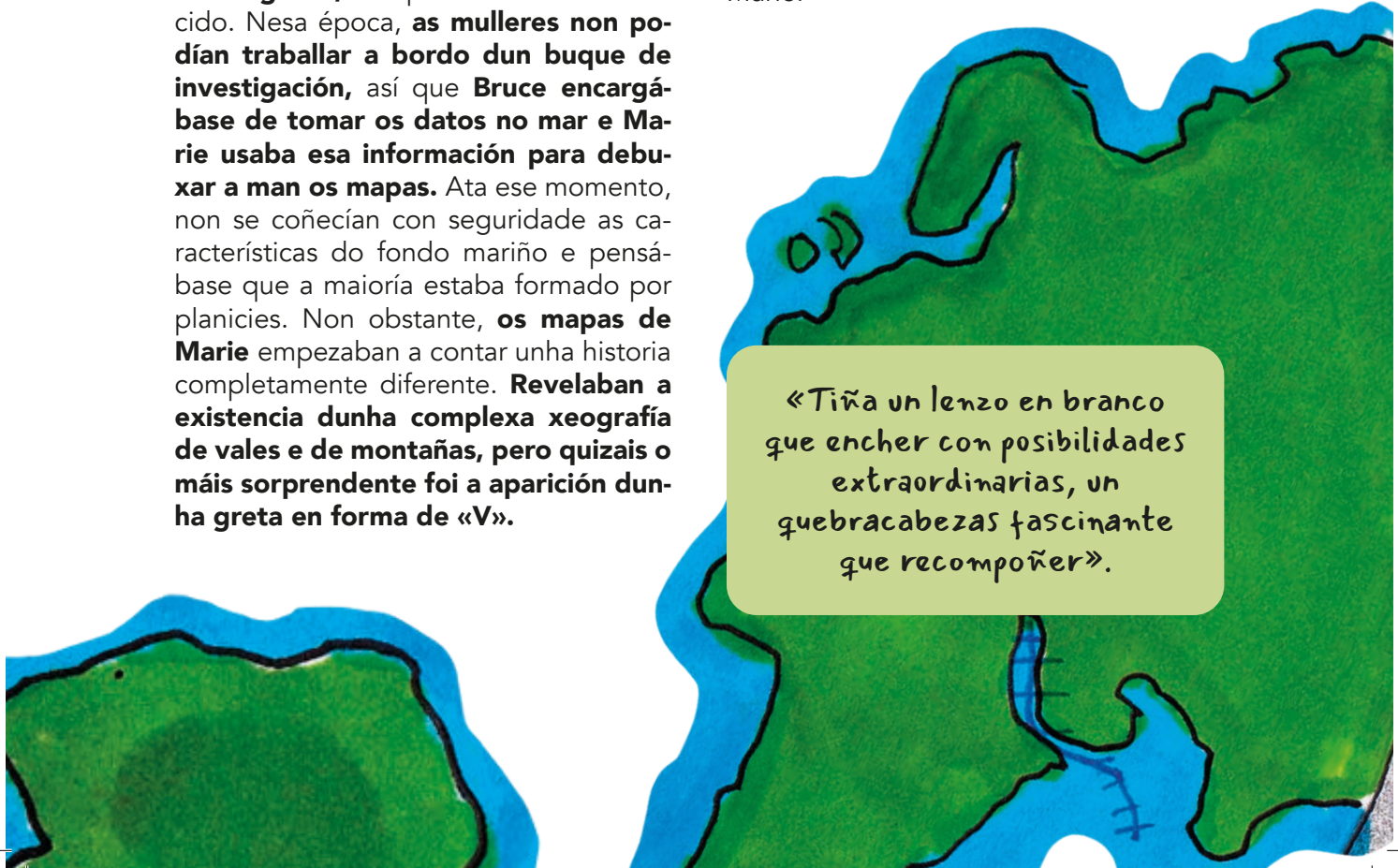




O traballo de Marie limitábase a transferir datos e a elaborar borradores nunha oficina, xa que **as mulleres non podían saír para facer traballo de campo cos homes**. Mentres traballaba decidiu matricularse na Universidade de Tulsa, onde **conseguiu un novo título en matemáticas** en 1948. Nese mesmo ano, trasladouse a Nova York e **encontrou traballo no Observatorio Xeolóxico Lamont da Universidade de Columbia**. Alí **coñeceu o xeólogo mariño Bruce Heezen**, con quen colaborou en varios proxectos, como localizar barcos fundidos durante a segunda guerra mundial ou na elaboración de mapas do relevo do fondo mariño. **Converteuse, así, en cartógrafa oceanográfica**.

**O Atlántico Norte foi o primeiro que investigaron**, xa que era o máis coñecido. Nesa época, **as mulleres non podían traballar a bordo dun buque de investigación**, así que **Bruce encargábase de tomar os datos no mar e Marie usaba esa información para debuxar a man os mapas**. Ata ese momento, non se coñecían con seguridade as características do fondo mariño e pensábase que a maioría estaba formado por planicies. Non obstante, **os mapas de Marie** empezaban a contar unha historia completamente diferente. **Revelaban a existencia dunha complexa xeografía de vales e de montañas, pero quizais o máis sorprendente foi a aparición dunha greta en forma de «V»**.

Marie suxeriu que se trataba dunha especie de fractura xeolóxica formada pola separación da superficie oceánica. Por ese lugar o magma podería subir desde o interior da Terra e formaríase nova coxia terrestre. Ao principio, **o seu colega científico desestimou as súas consideracións, xa que apoiaban a teoría da deriva continental e cualificounas de «charla de mulleres»**. Moitos científicos, incluído Bruce, **pensaban que a deriva continental era imposible**. Esta teoría suxería que os grandes continentes da Terra formaron no pasado unha soa masa terrestre chamada Panxea, que se rompeu e separou ao longo do tempo. Así, ao separarse dúas masas de terra dividirían en dous o fondo oceánico, crearíase unha greta e formaríase un val no fondo, tal e como indicaba o descubrimento de Marie.



«Tiña un lenzo en branco que encher con posibilidades extraordinarias, un quebracabezas fascinante que recompoñer».



Marie **estaba convencida de que o seu descubrimento era correcto e fixo un mapa máis detallado para apoiar a súa teoría.** Ao mesmo tempo, un estudante de posgrao chamado Howard Foster estaba trazando os epicentros de terremotos na mesma rexión do Atlántico e Marie observou que os epicentros se encontraban na mesma localización ca a greta que tiña nos seus mapas. **Cando compararon os mapas de Marie cos mapas de epicentros de terremotos no océano, Bruce tivo que aceptar o descubrimento da súa compañeira.**

En 1957, Marie e Bruce publicaron a súa primeira cartografía do Atlántico Norte. Elaborábase por primeira vez un mapa de tales dimensións. **Demostraron, así, a existencia da dorsal meso-atlántica, unha enorme cordilleira submarina que atravesa o océano de norte a sur, cunha greta no centro por onde o fondo mariño se podía estar separando.** Este mapa apoiaba a teoría da deriva continental, pero a oposición da comunidade científica seguía sendo moi forte.



O recoñecido explorador **Jacques Cousteau** estaba tan seguro de que estaban equivocados, que planificou unha expedición para filmar o fondo do océano e resolver o asunto dunha vez por todas. Pero as imaxes que trouxo de volta mostraban como se dividía pola metade a dorsal meso-atlántica e que os mapas de Marie eran correctos.

Marie e Bruce seguiron elaborando mapas e, en 1961, publicaron un do Atlántico Sur e, máis tarde, en 1964, o do océano Índico. Posteriormente, en colaboración co pintor austríaco Heinrich Berann, **Marie e Bruce fixeron un mapa de todo o fondo oceánico que se publicou en 1977.** Ese mesmo ano Bruce faleceu; Marie continuou co seu traballo na Universidade de Columbia ata que se xubilou en 1983 e se centrou en completar unha visión detallada dos océanos do mundo. En 1978 Marie e Bruce, este último a título póstumo, recibiron a **medalla Hubbard, o máximo galardón da National Geographic Society.**

O nome de Marie nos mapas e nas investigacións publicadas apareceu sempre en segundo lugar, despois de Bruce. En gran medida **invisible como investigadora ao principio da súa carreira; afortunadamente, nos últimos anos da súa vida o seu talento e legado recibiron o merecido recoñecemento.** En 1996 recibiu o premio Outstanding Achievement Award da Sociedade de Mulleres Xeógrafas e, en 1997, a Biblioteca do Congreso dos Estados Unidos nomeouna **unha dos catro mellores cartógrafos do século xx** exhibindo os seus mapas

xunto con outros documentos de importancia histórica.

Gañou o **premio Mary Sears** á muller pioneira en oceanografía da institución oceanográfica Woods Hole en 1999. En 2001, o mesmo observatorio, onde comezou a traballar, outorgoulle o seu primeiro premio anual Lamont-Doherty Heritage. Catro anos despois, Lamont creou o programa Marie Tharp Visiting Fellowship para axudar a investigadoras prometedoras.

**O traballo de Marie fixo avanzar a ciencia e a xeoloxía ao promover a aceptación da deriva continental** e a extensión do fondo mariño, os compoñentes clave da tectónica de placas. Non obstante, non debemos esquecer un dos logros máis importantes, que foi o de conseguir facer accesible o fondo mariño do noso planeta, anteriormente inexplorado.

Ao longo da historia moitas mulleres contribuíron con grandes achegas á cartografía, aínda que o seu traballo foi moitas veces esquecido ou ignorado. Dende a Idade Media podemos encontrar referencias de mapas elaborados por mulleres. Un dos primeiros encontrámolo en España, un códice manuscrito cunha especie de mapamundi ilustrado por unha monxa chamada **Ende**. No século xix destaca a obra de **Mary Anne Rocque**, que se dedicou a publicar mapas de Inglaterra e de América do Norte. En 1967, **Kira Shingareva**, profesora de Xeodesia e Cartografía na Universidade de Moscú, elaborou a cartografía da cara oculta da Lúa. A Shingareva tamén lle debemos a creación, en 1992, do primeiro atlas dos planetas terrestres (Mercurio, Venus, a Terra e Marte) e das súas lúas.

# Bette Nesmith Graham


 Naceu en 1924 en Dallas, Estados Unidos.

Bette foi mecanógrafa, inventora e empresaria. Era filla da propietaria dunha tenda de tecidos e dun xerente dunha compañía de subministracións de automóbiles. Medrou na cidade de San Antonio (Texas) e graduouse no Instituto Alamo Heights; despois ingresou nunha escola de secretariado.

En 1951 empezou a traballar **nun banco de Dallas** e chegou a ser a **secretaria do presidente executivo, o posto máis alto no sector empresarial dispoñible para unha muller naquela época**. Coa aparición das primeiras **máquinas de escribir eléctricas**, o traballo de Bette e das súas compañeiras secretarias viuse incrementado. As novas máquinas facilitaban a escritura, pero as súas cintas de papel carbón **facían imposible corrixir os erros cunha goma de borrar**. Había que reescribir a páxina enteira para emendar o erro, o que facía as tarefas máis lentas, e xeraban unha carga maior de traballo e desperdiciábanse grandes cantidades de papel.

«A maioría dos homes son ignorantes. En realidade non comprenden. Así que as mulleres deben ser fieis á súa determinación e incansables. Non debemos rendernos».

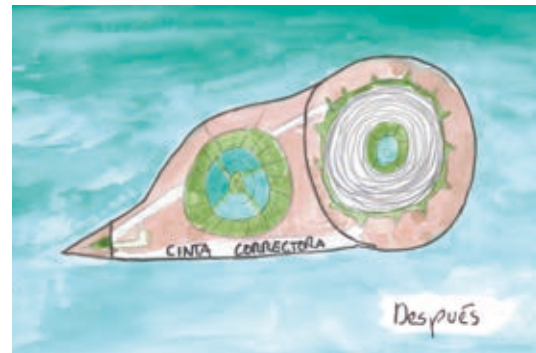
Para aumentar os seus ingresos, **Bette tamén pintaba escaparates e iso levouna a encontrar unha idea xenial e sinxela para solucionar os problemas dos erros mecanográficos**. Se os artistas eran capaces de corrixir os seus erros cando estaban pintando sen ter que tirar o lenzo, por que non se ía poder facer o mesmo en mecanografía?



Decatouse de que cando os artistas pintan, nunca corríxen os seus erros borrando, senón que sempre pintan encima do erro. Así, **mesturou témperas con auga dentro dunha botella e levouna á oficina para aplicar cun pincel nos erros mecanográficos. A zona impregnada secábase rapidamente e podía escribir de novo sen que apenas se notase o erro.**

Bette usou o seu líquido corrector branco durante anos e realizou melloras coa axuda do profesor de química do seu fillo. **Aos seus xefes non lles gustaba que usase ese líquido corrector, pero as súas compañeiras, vendo a súa utilidade, pedíanllo frecuentemente.** Debido á demanda tan alta, en 1956 **Bette decidiu fundar na súa propia casa a empresa Mistake Out Company para comercializar o seu corrector** de máquina de escribir co nome de Mistake Out (erro fóra). Os seus primeiros empregados foron o seu fillo e os seus amigos, que axudaban a encher pequenos envases e pegaban a man as etiquetas.

Nos seus comezos, a empresa de Bette tivo uns rendementos moi pequenos. Elaboraba o corrector ela mesma na súa cociña, o que consumía case todo o seu tempo libre e o seu salario como secretaria no banco, o cal destinaba á compra de subministracións. **Bette tentou patentar o seu invento, pero os custos económicos eran demasiado elevados e en 1957 decidiu rexístrallo como marca baixo o nome de Liquid Paper e tamén como Mistake Out para protexer dalgún modo o seu invento.**



**En 1958 Bette foi despedida do seu traballo** como secretaria porque, ao parecer, **accidentalmente asinou unha carta co nome The Mistake Out Company**, en lugar de co nome do banco. **Iso supuxo unha oportunidade para traballar a tempo completo na súa empresa** e perfeccionar o seu líquido corrector. Empezou unha campaña de difusión do seu produto por todo o país e en pouco tempo os pedidos que recibía aumentaron considerablemente. Isto obrigou a Bette a trasladarse da súa cociña ao patio traseiro da súa casa para ter máis espazo de produción e de empaquetado do seu produto.

Durante a década seguinte, a empresa experimentou un enorme crecemento. En 1965 as vendas alcanzaron as 400 unidades á semana, polo que a empresa se trasladou da casa de Bette a un edificio independente. En 1967 a compañía foi rebautizada como Liquid Paper Corporation e era capaz de facer 10 000 botellas diarias. **En 1975, a empresa trasladouse a un novo edificio con capacidade para producir 500 botellas por minuto e onde os seus 200 empregados podían participar nas decisións corporativas e gozar de gardarías, biblioteca e espazos verdes.** En 1979 Bette vendeu a empresa por 47,5 millóns de dólares, só seis meses antes de morrer.

**Bette foi unha empresaria valente, brillante, innovadora e persistente nun mundo de negocios esencialmente masculino.** Inventar algo é unha cousa, comercializalo é outra. Bette conseguiu as dúas cousas e fíxose famosa en todo o mundo como inventora do Liquid Paper, o líquido corrector que é un elemento básico do material de oficina. **En España coñecémolo como tìpex,** palabra que vén do nome da empresa alemá Tipp-ex, que era a que o comercializaba en Europa.

Bette promovía as decisións descentralizadas, a importancia da calidade do produto sobre os beneficios económicos e achegaba un enfoque feminino, quizais máis enriquecedor e humanista fronte á agresiva competitividade practicada polos homes de negocios. **Ela consideraba que o diñeiro era unha ferramenta, non unha solución.**

Por iso, **creou dúas fundacións sen ánimo de lucro.** En 1976, promoveu a Fundación Bette Clair McMurray, con sede en Los Ángeles (California), dedicada ao apoio a mulleres mediante servizos de consultaría profesional, bolsas e financiamento de estudos. En 1977, estableceu en Dallas a Fundación Gihon para fomentar o emprendemento feminino e a creatividade artística das mulleres.

Bette deixounos como legado un invento que facilitou enormemente a vida laboral de moitas mulleres contemporáneas súas que traballaban como secretarías. As oportunidades laborais para as mulleres nesa época reducíanse ao secretariado, a enfermaría ou a docencia. Non obstante, a pesar dos ordenadores, **o invento de Bette segue estando presente hoxe en día nas mesas das oficinas e nos estoxos de estudantes e profesorado.** Un invento feito por unha muller, que principalmente beneficiou as mulleres como moitos outros que a día de hoxe seguimos a usar. É o caso de, por exemplo, a lavalouza de **Josephine Garis Cochrane**, 1892, o rolo de amasar inventado por **Catherine Deiner** en 1891 ou os cueiros desbotables de **Marion Donovan** en 1950, todos eles destinados a facer máis cómoda a vida das mulleres e, en concreto, a das amas de casa.



Foron moitas as mulleres que idearon novos artefactos, sistemas e produtos en pro da civilización. Non obstante, en moitas ocasións o seu xénero relegounas a un segundo plano. **Algúns inventos que damos por feito, pero sen os que non poderíamos vivir, foron feitos por mulleres**, como os limpaparabrisas de **Mary Anderson** en 1903, o quen-tador eléctrico de auga de **Ida Forbes** en 1917 ou a xiringa médica de **Letitia Geer** en 1899. E outros nos que rara vez pensamos, pero que cando os precisamos son unha necesidade, como a balsa salvavidas de **Maria Beaseley** en 1882 ou o kevlar sintetizado por **Stephanie Kwolek** en 1965.



# Dorothy Crowfoot Hodgkin



Naceu en 1910, en O Cairo, Imperio británico.


Nacida como Dorothy Crowfoot, foi unha química e profesora universitaria inglesa criada en Londres e galardoada co **Premio Nobel de Química en 1964**.

O seu interese pola ciencia espertou cedo, xa que aos 10 anos realizaba experimentos simples na súa casa. Estudou Química en Oxford, onde no último ano se especializou na técnica de cristalografía de raios X, e graduouse con matrícula de honra en 1932. Para os seus estudos de doutoramento trasladouse a Cambridge para traballar cun dos máis destacados especialistas do momento na citada técnica, John Desmond Bernal, con quen colaboraría unha década máis tarde outra das científicas deste libro, **Rosalind Franklin**. En 1934 regresou a Oxford, onde levou a cabo o resto da súa carreira docente e investigadora. En 1937 casou co historiador Thomas Hodgkin, con quen tivo dous fillos e unha filla.


«Fun capturada para a vida pola química e os cristais».

A importancia da **cristalografía de raios X** era que permitía «ver» a estrutura tridimensional dunha molécula e dos átomos que a compoñen. Así que o uso dos raios X inicialmente revolucionou a física, a química e a bioloxía, e **nela encontrou a moza Dorothy unha vocación para toda a súa vida**.





Abraida ante as prometedoras posibilidades da cristalografía, Dorothy Crowfoot confesou nunha entrevista: «Fun capturada para toda a miña vida pola química e polos cristais».



Basicamente, a técnica consiste en que un feixe de raios X pase a través dun composto cristalizado e se disperse de tal modo que o resultado se poida rexistrar sobre unha placa fotográfica ao xerar un conxunto de puntos luminosos. Ao analizar o brillo deses puntos e o seu tamaño e disposición é posible, mediante cálculos matemáticos, deducir a posición tridimensional de cada un dos átomos do cristal examinado. As dificultades para o seu uso radican en que as moléculas de maior importancia biolóxica e médica son moi complexas, teñen centos de átomos e debe indagarse a localización precisa de cada un deles.

**Ao longo da súa carreira, Dorothy enfrontouse con problemas bioquímicos que a maioría dos seus colegas consideraban que estaban nos límites do posible;** mellorou as técnicas cristalográficas; e **conseguiu descifrar** a estrutura de moitas **moléculas** fundamentais, **como o colesterol** (1937), **a penicilina** (1945), **a vitamina B12** (1954) ou **a insulina** (1969). Estes descubrimentos resultaron esenciais para o control de enfermidades metabólicas e infeccións por bacterias, ou para o tratamento da anemia perniciosa e da diabetes mellitus.

«Ter inimigos é unha perda de tempo e enerxía».



• DOROTHY *hodgkin* •

De feito, cando Dorothy soubo que a **penicilina** tiña curado ratos infectados por bacterias, entendeu que **o coñecemento da súa estrutura molecular permitiría a produción masiva e o tratamento de infeccións mortais debidas a unha simple ferida ou a un rabuño**. A análise da penicilina foi moi difícil, pero no inicio da década de 1940 Dorothy Crowfoot Hodgkin conseguiu usar unha poderosa ferramenta para o seu traballo, os primeiros ordenadores, que facilitaban o procesamento dos datos obtidos nos experimentos de difracción de raios X. Con eles conseguiu acelerar a elaboración dos modelos tridimensionais da molécula.

la, o que trouxo como beneficio o desenvolvemento das penicilinas semisintéticas, que permitiron curar infeccións a milleiros de persoas.

Dende o punto de vista persoal tamén encarou grandes desafíos. **Aos 24 anos** empezou a sufrir dolorosas inflamacións nas articulacións das mans e dos pés. **Diagnosticáronlle artrite reumatoide severa**, enfermidade da que hoxe se sabe que é provocada polo ataque do sistema inmunitario aos tecidos propios. A enfermidade non tiña tratamento, aínda que mellorou durante os embarazos. Dorothy raramente mencionaba a dor pero **as súas mans e pés fóronse dobrando e deformando, o que conduciu a que pasara moito tempo en cadeira de rodas nos seus últimos anos**. Porén, nunca claudicou, non permitiu que a súa escritura se modificase e continuou co seu traballo minucioso. Segundo a escritora Sharon B. McGrayne, gustáballe «pensar coas súas mans».

Tamén é importante lembrar que por aqueles anos as mulleres británicas estaban librando unha batalla crítica pola coeducación. **En 1927, a Universidade de Oxford só tiña unha estudante por cada cinco homes e a de Cambridge unha por cada oito ou nove**. A elas non se lles permitía participar nos debates organizados pola universidade, nin estaban autorizadas a entrar no restaurante, a non ser que fosen acompañadas dalgún colega ou coa autorización do decano.

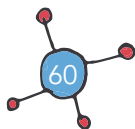
As reivindicacións femininas polos seus dereitos estaban avanzando e empuxando a «virilidade contra as cordas», pero a coeducación completa aínda tardou tempo en alcanzarse.

Despois da segunda guerra mundial, o laboratorio de Hodgkin empezou a crecer e a contar cun grupo grande de colaboradores de distintos países e disciplinas, que incluían numerosas mulleres atraídas pola extraordinaria personalidade da científica, a quen definían como **«unha xenio amable»**. Numerosas testemuñas indican que Dorothy Crowfoot Hodgkin posuía unha combinación única de amabilidade, brillantez intelectual e vontade de ferro para resolver problemas científicos.

**Dorothy publicou os seus traballos científicos co nome de «Dorothy Crowfoot» ata 1949, cando a convenceron de usar o seu nome de casada** nun capítulo do libro *The Chemistry of Penicillin*. Daquela levaba casada 12 anos, tiña unha filla e dous fillos e fora elixida membro da Royal Society en 1947. O seu fillo maior, Luke, lembra que a súa nai volveu á casa ese día e anunciou cun ton trágico finxido: «Hoxe perdín o meu apelido de solteira».



«Hoxe perdín o meu apelido de solteira».



A partir de entón publicaríase como «Dorothy Crowfoot Hodgkin», e este foi o nome que utilizou a Fundación Nobel no seu premio e nunha biografía en que aparecía entre outros gañadores do citado premio.

Tras o valioso galardón, Dorothy Crowfoot Hodgkin continuou investigando ata xubilarse en 1977. Despois, a pesar de desprazarse en cadeira de rodas como consecuencia da artrite, viaxou, impartiu conferencias e participou en incontables debates sobre ciencia e sobre outro dos temas que despertaron o seu interese: a paz mundial.

Faleceu en Londres, aos 84 anos, o 29 de xullo de 1994, e deixou un valioso legado científico e un magnífico exemplo para as mulleres.

No ámbito das ciencias naturais, concretamente no da cristalografía, existe unha importante tradición feminina, destacando mulleres como **Kathleen Lonsdale**, que descubriu a estrutura do benceno, **Isabella Lugoski Karle**, que destacou polo desenvolvemento de técnicas para determinar a estrutura tridimensional de moléculas por cristalografía de raios X aínda que foi excluída do Premio Nobel de Química que concederon ao seu marido e compañeiro de investigación en 1985 ou a española **Sagrario Martínez Carrera** que xogou un papel fundamental na introdución en España da programación informática en cristalografía.



# Katalin Karikó



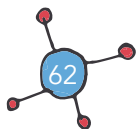
Naceu en 1955, en Szolnok, Hungría.


Katalin Karikó é unha bioquímica húngara que, coas súas investigacións sobre o ARN-mensaxeiro (ARNm), fixo posible a vacina contra a COVID-19.

Unha vacina é un fármaco que actúa adestrando o noso sistema inmunitario para responder a un patóxeno. O que fai é amosarlle de forma controlada un composto semellante ao patóxeno ou que estea presente nel, de forma que cando o patóxeno aparece no noso corpo, este pode recoñecelo e actuar para neutralizalo. Ata 2020, as vacinas contiñan o microorganismo ou o virus causante da enfermidade, tratados para atenuar o seu potencial patoxénico, ou ben proteínas presentes neles que o sistema inmunitario podía recoñecer. A diferenza destas, **as vacinas que permitiron controlar a pandemia producida polo SARS-CoV-2 son vacinas de ARNmensaxeiro.**

«Nunca dubidei de que funcionaría».

Neste caso, inocúlase unha molécula de ARNm que leva as instrucións para que, dentro das nosas células, se fabrique a proteína que leva codificada que será a que adestre o noso sistema inmunitario. Por tanto, non se introducen virus, nin microorganismos, nin proteínas deles, senón instrucións para que as nosas células xeren un compoñente que alerte o sistema de defensa.





Pois ben, esta tecnoloxía foi posible grazas á insistencia e á tenacidade de **Karikó, quen pasou a década dos noventa do século xx recibindo continuos rexeitamentos de financiamento para as súas investigacións neste campo.**

Katalin criouuse en Hungría. En entrevistas de prensa ten contado que tivo unha infancia feliz. **O seu pai era carnicero e a ela gustáballe velo traballar observando as vísceras dos animais que despezaba e parece que aí xurdiu a súa vocación científica.**

Estudou ciencias e comezou a investigar no Centro de Investigacións Biolóxicas da Universidade de Szeged, onde obtivo o doutoramento en Bioquímica. Pero investigar na Hungría comunista non era sinxelo, así que en 1985 aceptou unha invitación para ocupar unha praza posdoutoral na Universidade de Temple, en Filadelfia, nos Estados Unidos. Ela e o seu home venderon o seu coche e gardaron o equivalente a 1200 dólares que obtiveron no osiño de peluche da súa filla de dous anos para marchar de Hungría, xa que só lles permitían saír cun máximo de 100 dólares.

**En Filadelfia centrou a súa investigación no uso do ARNm para fabricar proteínas terapéuticas para tratar enfermidades, pero a idea considerábase demasiado radical e non logrou encontrar financiamento.** Debido a isto, en 1995 a Universidade degradouna a simple investigadora ao tempo que lle diagnosticaron un cancro. Estivo a punto de abandonar, pero non era cidadá dos Estados Unidos e necesitaba un emprego para poder seguir vivindo alí.

Pablo Gómez Arca



Ademais, ao traballar na universidade, a súa filla podería estudar alí pagando só a cuarta parte da matrícula.

**«Non traballo no laboratorio de ninguén, creei o meu propio campo».**

En 1997, un encontro fortuíto, ao lado dunha fotocopiadora, co inmunólogo Drew Weissman, que estaba buscando vacinas contra o virus da sida, fixo xurdir a idea de utilizar o ARNm como vacina. Un dos problemas que encontraron foi que cando se introducía ARNm nun animal de experimentación, producíase unha forte inflamación debido a que o seu sistema inmunitario reaccionaba coma se fose un patóxeno o que se lle inoculaba.

En 2004 lograron moléculas de ARNm modificadas que non causaban inflamación e xeraban unha resposta inmune potente que protexía da infección os animais usados como modelo.

Outro dos **problemas para o uso de ARNm (e doutras moléculas) como vacina ou como fármaco é a facilidade con que se degrada.** Unha **solución** desenvolta neses anos por, entre outros, o equipo de **María José Alonso** da Universidade de Santiago de Compostela foi o **empaquetado de moléculas en nanopartículas como vehículos para transportar fármacos e vacinas de modo que poidan chegar ao seu lugar de acción dun modo máis seguro e eficaz.**

Así que, o seguinte paso de Karikó e de Weissman foi colocar o ARNm modificado en «nanopartículas lipídicas», un recubrimento que evita que se degraden demasiado rápido e facilita a súa entrada nas células.

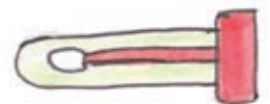
**En 2010, un grupo de investigadores dos EUA fundou unha empresa que comprou os dereitos sobre as patentes de Karikó e de Weissman.** O nome era un acrónimo de «ARN modificado»: **ModeRNA.** A compañía prometía poder tratar enfermidades infecciosas con ARNm.

Case ao mesmo tempo, **outra pequena empresa alemá fundada por un matrimonio de científicos, Özlem Türeci e Uğur Şahin, BioNTech,** adquiriu varias das patentes sobre ARN modificado de ambos investigadores para desenvolver vacinas contra o cancro. Esta parella de médicos alemáns, fillos de inmigrantes turcos, coñecéronse na Universidade do Sarre en Hamburgo, cando el terminaba o seu doutoramento en inmunoterapia e ela a carreira de medicina. En 2001 fundaron a súa primeira empresa a medias, Ganymed, un nome turco que significa «gañado a través do traballo duro». Con ela desenvolveron terapias de anticorpos de precisión contra o cancro. Un ano despois, en 2002, casaron sen ningún tipo de festexo tras unha mañá calquera de traballo no laboratorio.

As súas historias parecen escritas en paralelo. Türeci naceu en Alemaña en 1967, en Baixa Sajonia, e seguiu o exemplo do seu pai cirurxián estudando medicina. Şahin naceu en Alexandría en 1965 pero aos catro anos xa vivía en Colonia cos seus pais.



Sonia María Fources Rodríguez



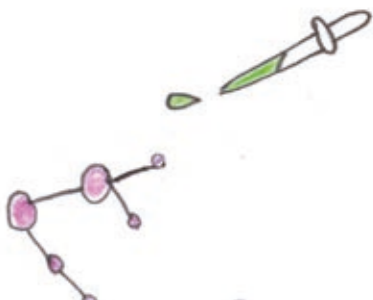
A principios de 2013, Karikó enterouse do acordo de 240 millóns de dólares de Moderna con AstraZeneca para desenvolver un ARNm do factor de crecemento endotelial vascular (VEGF). Katalin deuse conta de que, tras case corenta anos de investigación, non tería a oportunidade de aplicar a súa experiencia co ARNm nos Estados Unidos, así que fichou por BioNTech RNA Pharmaceuticals, **da que hoxe é a vicepresidenta sénior.**

**Sobre a base das investigacións de Katalin Karikó e das da pioneira en inmunoterapia contra o cancro baseada en ARNm, Özlem Türeci, foi posible obter vacinas moi efectivas contra o SARS-CoV-2 para inmunizar a poboación mundial e controlar a pandemia da covid-19. En palabras de Katalin: «Isto é algo increíble, porque significa que todo o traballo que estiven realizando anos enteiros, durante a década dos noventa, é convencer a xente de que quizais o ARNm sería bo, pagou a pena». E tanto que pagou a pena, en 2023 Katalin e Drew recibirón o Premio Nobel de Fisioloxía ou Medicina.**

«Todo o mundo enténdeo agora, pero non daquela».

Mulleres como elas forman parte da historia da vacunoloxía. Así, **Lady Wortley Montagu** promoveu a vacinación fronte a variola tras unha viaxe ao imperio otomán. **Anna Wessels Williams** illou unha cepa de *C. diphtheriae* en 1894 para desenvolver a primeira antitoxina diftérica e máis tarde a vacina. **Pearl Kendrick** e **Grace Eldering** desenvolveron e introduciron nos Estados Unidos a primeira vacina fronte á tosferina en 1940, para combinala máis adiante coa difteria e tétanos. A doutora **Isabel Morgan** co seu equipo creou unha vacina experimental que protexía aos monos contra a poliomiélitis que precedeu o descubrimento da vacina contra a poliomiélitis para humanos. A doutora **Ruth Bishop** liderou o equipo que descubriu os rotavirus humanos.

Mencia Soto López



# Nettie Maria Stevens



Naceu en 1861, en Cavendish, Estados Unidos.

Nettie Stevens foi a primeira persoa que describiu as bases cromosómicas que determinan o sexo.

Foi a terceira de catro irmáns, dous homes que morreron antes de que ela nacera e unha muller, Emma. En 1865 morreu a súa nai e, ao pouco tempo, o seu pai volveu casar e trasladáronse a Westford; aquí asistiu á escola pública e descubriu as súas capacidades intelectuais.


Obtivo o grao de bacharelato en 1880 como primeira da clase e ela e a súa irmá foron dúas das tres únicas mulleres graduadas en once anos.

«Quixera adicar o meu tempo á investigación, sen ter que preocuparme de cuestións económicas».

**Viuse obrigada a traballar para gañarse a vida como mestra de escola e bibliotecaria, e conseguiu aforrar diñeiro para poder ingresar na universidade.**

Con 35 anos, en 1896, matriculouse na Universidade de Stanford, graduouse en 1899 e acadou o grao de doutora en 1900.



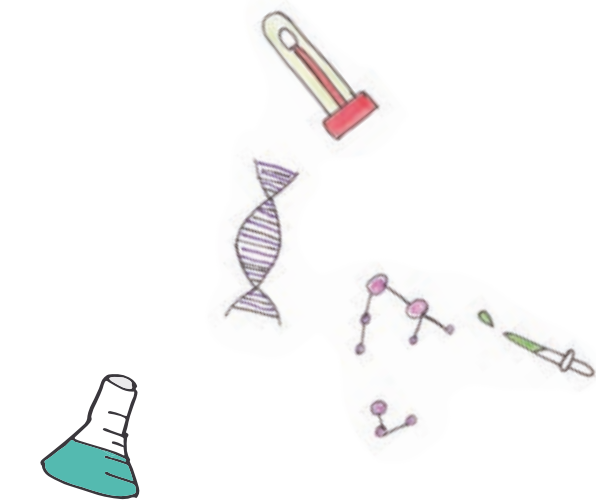


Os seus excelentes resultados académicos propiciaron que conseguise unha bolsa para estudar no estranxeiro. Viaxou a Europa no período comprendido entre 1901 e 1902 para ampliar a súa experiencia investigadora.

Traballou intensamente na Estación de Zooloxía de Nápoles e, ademais, pasou un tempo no Instituto de Zooloxía da Universidade de Würzburgo, no laboratorio de Theodor Boveri, centro ao que volveu en 1908 durante un ano. Theodor estaba investigando o papel dos cromosomas na herdanza e probablemente foi alí onde Nettie se interesou polo tema.

Segundo a historiadora da bioloxía **Jane Maienschein**, a principios do século XIX había moitas hipóteses sobre a determinación do sexo. Na época de Nettie Stevens, eran tres as principais hipóteses para describir a maneira en que un individuo se converte en macho ou en femia: que dependía de factores externos durante o desenvolvemento, que o sexo se determinaba internamente no óvulo fecundado, ou ben que era prescrito por factores hereditarios.

Cara a finais do século XIX e principios do XX **existían sospeitas de que a herdanza do sexo podería estar relacionada coa existencia de cromosomas morfoloxicamente diferentes**, o que insinuaba a posibilidade de conectar unha característica particular cun cromosoma específico.



Así que, en 1903, Stevens conseguiu unha bolsa para investigar esta conexión. **En 1905, publicou un traballo** transcendental sobre o escaravello *Tenebrio molitor* **no que constatou, en primeiro lugar, que os cromosomas existen como estruturas parellas nas células**, en vez de longos bucles ou fíos como moitos aínda sostiñan, co que deu fin a un longo debate.

Por outra parte, **comprobou que as células somáticas da femia tiñan vinte cromosomas grandes agrupados en parellas, mentres que as masculinas tiñan dezanove grandes e un pequeno, é dicir, nove parellas de cromosomas grandes e unha constituída por un cromosoma grande e outro pequeno**. A investigadora chegou á conclusión de que, ao fecundar o óvulo, os espermatozoides que contiñan un cromosoma pequeno eran os que determinaban o sexo masculino, e os que tiñan os dez cromosomas do mesmo tamaño ocasionaban o sexo feminino. **En terminoloxía actual, o cromosoma pequeno é o Y, mentres o seu homólogo grande é o cromosoma X.**

**Por aquel entón, o xa prestixioso biólogo Edmund Beecher Wilson** estaba realizando as súas propias investigacións sobre a determinación do sexo e tamén publicou no ano 1905 os seus resultados: **chegou ás mesmas deducións ca Stevens.** O impacto de ambos traballos foi grande, xa que non só acababa co longo debate de se o sexo era resultado da herdanza ou da influencia do ambiente no cal se desenvolvía o embrión, senón que se establecía un vínculo indiscutible entre os caracteres hereditarios e os cromosomas.

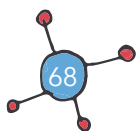
Con frecuencia outórgaselle a Wilson o mérito deste descubrimento pero, polo que parece, obtiveron resultados similares, traballando con insectos diferentes, e chegaron ás mesmas conclusións de forma independente e case simultánea. No seu artigo na revista Science, Wilson di que os seus achados «concordan coas observacións de Stevens no escaravello *Tenebrio*», o que demostra que coñecía o traballo da científica.

A pesar diso, sempre se lle atribúe a Stevens un papel secundario, como asistente de Wilson e, por iso, moitos libros de texto adxudícanlle a el a autoría, tan só polo feito de que era un investigador máis recoñecido. Incluso tense atribuído o descubrimento a Thomas H. Morgan, sobre todo despois de recibir o Premio Nobel en 1933 por demostrar que os cromosomas son os portadores dos xenes.

Tras a súa monografía de 1905, Nettie Stevens continuou coas súas investigacións sobre os cromosomas doutras especies de insectos. Nesta liña, en 1908 publicou un artigo sobre as células xerminais dos insectos dípteros que estableceu os fundamentos da futura citoxenética de *Drosophila*, a coñecida como mosca da froita, que se convertería nun organismo modelo para a investigación xenómica. Ademais, continuou engadindo información nova á súa teoría ao longo dos anos seguintes. **A súa carreira profesional foi moi curta, en só nove anos publicou preto de corenta artigos, a maioría de valor irrefutable.** Consciente da pouca relevancia que se lle daba á investigación feita por mulleres, nos seus artigos citou abundantemente o traballo doutras investigadoras.

**Morreu o 4 de maio de 1912, a causa dun cancro de mama, antes de que se puidese beneficiar da cátedra de investigadora creada expresamente para ela co fin de que se dedicara só a investigar.**

Despois da súa morte, Thomas H. Morgan publicou na revista Science unha loanza, en que repasaba a súa traxectoria e contribucións para concluír que «foi unha competente experta no sentido moderno da palabra... **O seu notable éxito ten que ver, en parte, co seu razoamento e a súa dedicación, combinados cun agudo sentido da observación, xunto coa súa amabilidade e paciencia, unidas a un xuízo equilibrado**».



Outras xenetistas destacadas foron **Edith Rebecca Saunders** e **Tine Tammes**, que viviron e traballaron na mesma época, no momento no que comezaba a xurdir a xenética, ao redor de 1900. Elas xogaron un activo papel no redescubrimento das leis da herdanza mendeliana, aínda que os seus nomes non pasasen á historia. **Mary Claire King** unha xenetista estadounidense, que acadou importantísimos logros. O primeiro deles en 1990, cando identificou o xene BRCA1 (no cromosoma 17) relacionado con algúns tipos de cancro, entre os que destacan o de mama e de ovario. Tamén de orixe estadounidense é **Linda Diane Brown Buck**, descubridora do conxunto de xenes que conforman o sistema olfactivo e polo que recibiu o Premio Nobel de Fisioloxía ou Medicina en 2004 xunto ao seu profesor, o neurocientífico Richard Axel.

# Nettie Stevens



# Rosalind Franklin

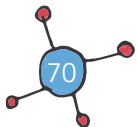
 Naceu en 1920, en Notting Hill, Inglaterra.


Rosalind Elsie Franklin foi unha química e cristalógrafa británica. O seu traballo foi fundamental para comprender as estruturas moleculares do ADN (ácido desoxirribonucleico), o ARN (ácido ribonucleico), os virus, o carbón e o grafito.

Foi a segunda de cinco irmáns, tres deles homes, dunha familia xudía que levaba catro xeracións dedicada á banca. Ata os 18 anos educouse en varios colexios de prestixio, incluída unha estadía en Francia cun programa que, ademais de costura e de deporte, comprendía debate e física e química. Cando volve á casa e **aproba o exame de ingreso para estudar ciencias experimentais, en concreto, Química en Cambridge, o seu pai non acepta a decisión de Rosalind e retíralle a asignación económica, pero unha tía, irmá do pai, corre cos gastos ata que, non moito tempo despois, o pai acepta a decisión da súa filla.**

«Chámome Rosalind,  
definitivamente non Rosy».

En 1941 gradúase en Química e Física e consegue unha bolsa para iniciar a tese de doutoramento. Ao ano seguinte, **en plena guerra mundial, obtén un posto de investigación na British Coal Utilisation Research Association**, onde contribúe ao esforzo da guerra e realiza estudos sobre o carbón. Isto permitiulle obter o doutoramento ao rematar esta.





Entre outras cousas, **contribuíu á clasificación dos carbóns e á predición con precisión da súa capacidade combustible e para a produción de aparatos de guerra, como por exemplo as máscaras de gas.**

Marchou a París, en 1947, como *chercheuse* (investigadora posdoutoral) no Laboratorio Central de Servizos Químicos do Estado por recomendación dunha científica francesa refuxiada en Inglaterra durante a guerra, **Adrienne Weill**. Foi alí, integrada nun grupo de investigación moi activo e actualizado e, sobre todo, moi aberto ás mulleres, a diferenza do anquilosado e masculino contorno que coñecía en Inglaterra, onde se converteu nunha consumada cristalógrafa de raios X.

Uniuse ao King's College de Londres en 1951, pero viuse obrigada a mudarse ao Birkbeck College pasados unicamente dous anos, debido a desacordos co seu director, John Randall e, máis aínda, co seu colega Maurice Wilkins. En Birkbeck, J. D. Bernal (con quen por certo tamén traballou outra das científicas deste libro, **Dorothy Crowfoot Hodgkin**) ofreceulle ter un equipo de investigación independente.

Franklin **tomou imaxes da molécula de ADN por difracción de raios X durante a súa estancia no King's College**. Estas imaxes (en particular, a fotografía 51), que foron mostradas por Wilkins a Watson, suxerían unha estrutura helicoidal e foron clave para a proposta do modelo da dobre hélice do ADN por Watson e Crick en 1953.

Polo descubrimento da dobre hélice do ADN, Francis Crick, James Watson e Maurice Wilkins compartiron o Premio Nobel de Fisioloxía ou Medicina en 1962.

No King's College, Rosalind Franklin mellorou o aparato para obter as imaxes, cambiou o método e obtivo fotografías, xunto co seu alumno de doutoramento Raymond Gosling, cunha nitidez que ningún conseguira antes. En novembro de 1951 impartiu unha charla para expoñerlles os resultados aos seus colegas. Entre o público estaban Watson e Crick, tamén interesados pola estrutura do ADN, e que traballaban no Laboratorio Cavendish en Cambridge, a uns 90 quilómetros ao norte de Londres. Foran convidados por Maurice Wilkins. Foi tamén **Wilkins** quen, nos meses seguintes, **foi mostrando a Watson e a Crick as imaxes de ADN tomadas por Rosalind Franklin, a maior parte das veces sen que ela o subese**. Estas imaxes, xunto cos datos da charla e algúns máis proporcionados por Wilkins, levaron a Watson e a Crick á súa proposta da estrutura do ADN e publicárona na revista *Nature* en abril de 1953, só un par de meses despois de ver a foto número 51.

No artigo, Watson e Crick mencionaron a Rosalind Franklin, entre outras persoas, sen ningunha referencia especial aos seus datos e fotografías. Deixaron constancia da seguinte maneira: «...fomos estimulados polo coñecemento de resultados experimentais non publicados e ideas de Wilkins, Franklin e colaboradores...». Un exemplo impagable de como subestimar o traballo doutros.

No mesmo número de Nature, unhas páxinas máis adiante, Rosalind Franklin e Raymond Gosling publicaron un artigo moi técnico sobre as súas fotografías, incluída a número 51 e, demostrando a súa honradez científica e persoal, apoiando o modelo proposto por Watson e Crick.

Unha vez concluído o seu traballo co ADN, xa no Birkbeck College, Franklin dirixiu un traballo pioneiro sobre as estruturas moleculares dos virus (fundamentalmente o do mosaico do tabaco e o da poliomielite) que deu lugar a descubrimentos nunca antes vistos. O día antes de desvelarse a estrutura do primeiro virus coñecido, o do mosaico do tabaco (un virus ARN que infecta plantas), nunha feira internacional en Bruxelas, **Rosalind morreu de cancro de ovario aos 37 anos** en 1958. **Aaron Klug, membro de seu equipo, continuou as súas investigacións e obtivo o Premio Nobel de Química en 1982.**

Rosalind Franklin **foi obxecto de discriminación por ser muller no contorno machista da ciencia inglesa**, en particular no King's College. Os seus colegas considerábanla demasiado «francesa», ou sexa, liberal nos seus costumes, vestidos, intereses intelectuais e temperamento. Era directa e apaixonada, encantáballe o debate, era seria e, ás veces, dura e abrasiva. **Wilkins, por exemplo, considerábaa desagradable porque sempre miraba aos ollos do seu interlocutor**, cousa que Wilkins non facía. Watson foi o máis cruel e, no seu libro de memorias *A dobre hélice*, escribe parágrafos que rozan o insulto.

Quizais o que mellor demostraba o problema de Watson no seu trato con colegas científicas é no que lle aconsella a Wilkins que «era evidente que, ou Rosy se marchaba, ou habería que poñela no seu sitio». Por certo, ninguén chamaba Rosy a Rosalind Franklin, só Watson e Wilkins, e quizais Crick, e ás súas costas.

**Nin Watson nin Crick, e tampouco Wilkins, mencionaron a Rosalind Franklin nos seus discursos de aceptación do Premio Nobel.** Anos máis tarde, tanto Watson, con reticencia, coma Crick, máis sincero e elegante, recoñeceron a extraordinaria calidade como científica de Rosalind Franklin e a súa participación esencial e insubstituíble no descubrimento da estrutura do ADN.



David Requeiro Fernández

O caso de Rosalind Franklin, marxina-  
da do descubrimento da estrutura do  
ADN, non é único. Ao longo da historia  
da ciencia déronse grandes descubri-  
mentos realizados por mulleres, cuxos  
méritos non foron recoñecidos no seu  
momento. A piques de cumprir 90 anos,  
**Marthe Gautier** segue loitando porque  
se recoñeza o seu papel no descubrimento  
da causa da síndrome de Down. O mérito  
levouno Jérôme Lejeune, outro pediatra  
do seu equipo no Hospital Trousseau de  
Paris. **Esther Lederberg**, microbióloga  
estadounidense, conduciu investigacións  
pioneiras no campo da xenética. O seu  
traballo foi fundamental para que o seu  
marido, Joshua, gañase o Premio Nobel de  
Fisioloxía ou Medicina en 1958. Foi tan  
pouco elegante que nin a mencionou nos  
agradecementos. **Marianne Grunberg-  
Manago** bioquímica francesa que descubriu,  
xunto con Severo Ochoa, a ARN-polimerasa,  
unha encima que se converteu nunha  
ferramenta esencial para descifrar o  
código xenético. El levou o premio Nobel  
de Fisioloxía ou Medicina polo descubrimento  
que non compartiu coa súa compañeira.



Sara Quiroga Vázquez

«É moi bonito,  
pero como o van comprobar?»





# Elena García Armada



Naceu en 1971, en Valladolid, España.

Elena García Armada, doutora en Enxeñaría Industrial, é especialmente coñecida por ser a creadora do primeiro exoesqueleto pediátrico do mundo.

**Dende moi pequena foi unha persoa moi creativa, apaixonábana os xogos de construcións e montar e arranxar aparellos.** O seu ambiente familiar favoreceu a súa creatividade, os seus pais nunca lle puxeron limitacións e sempre lle ensinaron o porqué das cousas. Por iso, aínda que pensou en dedicarse á arte, terminou como enxeñeira, o que lle permitiu mesturar a paixón creativa e a técnica.

Inicialmente, Elena, tras acadar o seu título de doutoramento en 2002, **dedicouse ao deseño de robots para a industria. Pero algo cambiou no ano 2009 cando coñeceu a Daniela, unha nena tetrapléxica** por mor dun accidente de tráfico.

«O ser humano é a máquina perfecta e todas as aproximacións que podemos facer desde a tecnoloxía van ser inferiores, pero fascinantes».

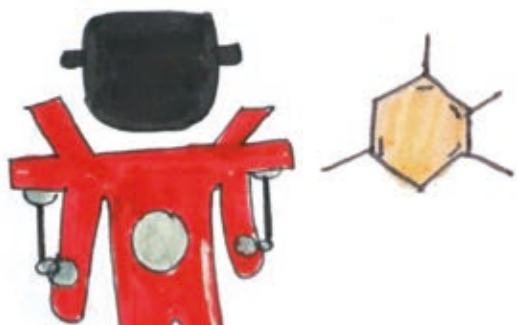
Este feito levouna a centrarse en desenvolver **exoesqueletos biónicos para axudar a nenos e nenas** con problemas de mobilidade. Un exoesqueleto é un dispositivo externo ao corpo humano, que se constrúe para facilitar que as persoas con limitacións nos seus movementos se poidan pór en pé ou andar. Serve de apoio para os movementos e pode asistir as persoas ou aumentar as súas capacidades físicas.





Nese momento xa se traballaba nestes dispositivos para persoas adultas, pero non había persoas científicas que se centrasen no eido pediátrico. Así que **Elena aceptou o reto de liderar un grupo de investigación que crease un dispositivo que permitise que nenos e nenas con tetraplexía ou atrofia muscular puidesen andar.** Tras anos de traballo, conseguíuse un primeiro modelo. Tratábase dunha estrutura que se adapta ás pernas e ao tronco e que incorpora articulacións intelixentes que interpretan o movemento que quere facer o neno ou nena e fan o movemento por el. O dispositivo está conectado a unha batería e dispón dunha rede de sensores, un conxunto de programas de software (soporte lóxico) e motores que realizan todo este traballo. Grazas á intelixencia artificial, anticipa o movemento da persoa achegándolle a forza necesaria para completar a marcha. A particularidade fundamental neste caso é que se pode adaptar dende os 3 ata os 12 anos. Nos anos seguintes, a investigadora perfeccionou, xunto co seu equipo, aquel primeiro prototipo, bautizado como Atlas 2020, ata chegar a unha versión máis evolucionada, o Atlas 2030.

A pesar deste logro, o exoesqueleto non se podía vender, xa que era un prototipo de investigación e tiña que ser homologado para poder usarse no eido sanitario e cumprir todas as normativas asociadas.



Por este motivo, **Elena funda en 2013 unha empresa (Marsi Bionics) para dar maior difusión e poder comercializar os exoesqueletos creados por ela e polo seu grupo de investigación.** Por fin, en 2021, o dispositivo acadou a autorización médica. A empresa, que ela mesma dirixe, segue desenvolvendo hoxe en día esta tecnoloxía, traballando no desenvolvemento de robots que axuden aos nenos e nenas con enfermidades de mobilidade, especialmente aos afectados por atrofia muscular. O obxectivo final é que estes poidan usar nas súas casas os exoesqueletos, aínda que polo de agora só se empregan en hospitais e clínicas de rehabilitación e fisioterapia, ademais de venderse a distintos hospitais de España e de México.

**O exoesqueleto úsase en sesións de rehabilitación onde os rapaces e rapazas andan, xogan etc.** Os beneficios destas sesións van moito máis aló de que poidan camiñar. Grazas a el, lógranse importantes melloras na súa saúde: respiran mellor, fortalecen a súa musculatura, e evítanse algunhas complicacións presentes neste tipo de enfermidades. Tamén ten un efecto moi importante na súa saúde psicolóxica, autonomía persoal ou na sociabilidade.

«Ver o sorriso dun neno que pasa dunha cadeira de rodas a camiñar, cambia a túa vida».

Elena ten gañado moitos recoñecementos polo seu traballo, como o Premio Talgo á Excelencia Profesional da Muller na Enxeñaría (2019); o Premio Hipatia, Mulleres na Ciencia 2019 á Traxectoria Científica; ou o Premio Mulleres a Seguir 2017. Ademais, **no ano 2016 foi elixida entre as dez persoas científicas máis brillantes de España**. No ano 2022 recibiu o Premio Inventor Europeo 2022 outorgado pola Oficina Europea de Patentes polo seu pioneiro exoesqueleto pediátrico. Neste premio recoñeceuse a determinación, o enxeño e a súa contribución para mellorar a vida de moitos nenos e nenas.

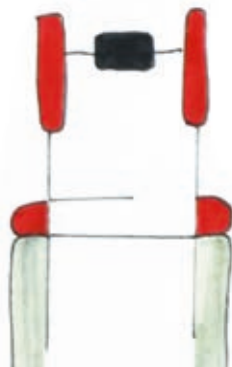
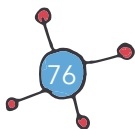
Segundo ela, **as catro virtudes que máis lle serviron na súa carreira profesional e investigadora son a paciencia, a confianza, a resiliencia e a constancia**. A paciencia parécelle o máis importante, xa que seguindo o refraneiro «é a nai da ciencia». En segundo lugar, a confianza tanto nun mesmo coma na súa idea, no seu proxecto e nos seus obxectivos. A resiliencia permite non virse abaixo cando as portas se pechan nalgún momento, o que ocorre con moita frecuencia. E, por último, a constancia para perseverar no que unha cre. Co seu talento e esforzo, **Elena logrou axudar a moitas persoas con problemas de mobilidade, centrándose na utilidade das ciencias e da tecnoloxía para mellorar a vida das persoas e integrando tecnoloxía e saúde**.

**A tecnoloxía é vital para garantir os avances da sociedade e no campo da saúde** é fundamental que traballen xuntos para mellorar. Moitas veces, dende a perspectiva feminina, pensamos que só as carreiras sanitarias poden axudar ao benestar das persoas, pero dende outras áreas como a enxeñaría tamén se pode axudar.

O caso de Elena non é o único. **Patricia Bath** en 1981 concibiu a sonda Laserphaco, un dispositivo médico que mellora o uso do láser para eliminar as cataratas. Bath foi titular de catro patentes nos Estados Unidos. A ourensá **Montserrat Calleja Gómez**, física de profesión, investiga o desenvolvemento de tecnoloxías físicas, en particular a nanomecánica e a optomecánica, para a súa aplicación en microbioloxía e oncoloxía. **Margarita Salas descubriu** que unha proteína, a polimerasa phi29, era capaz de ampliar millóns de veces o ADN para ser analizado. Esa técnica, fundamental para facer análises xenómicas completas, é actualmente **a patente máis rendible da historia da ciencia española**.



«As estudantes adolescentes teñen que percibir que as científicas ou que as enxeñeiras son, ante todo, mulleres normais».



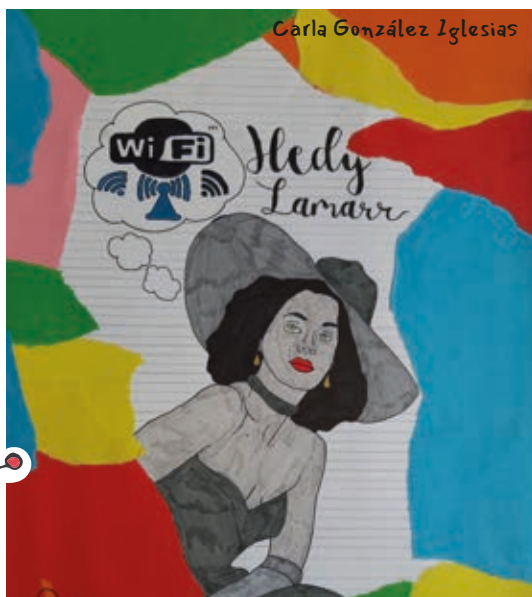


# Hedy Lamarr


 Naceu en 1914, en Viena, Austria.

Hedy Lamarr é ben coñecida pola súa faceta de actriz, **foi denominada «a muller máis bela da historia do cine»**. Menos coñecida é a súa faceta como inventora, que proba que **beleza e intelixencia non son incompatibles**. Hoxe, todos os ordenadores e teléfonos móbiles poden navegar por internet grazas a un dos seus inventos: o sistema de comunicación denominado «técnica de transmisión no espectro ensanchado», no que se basean os sistemas de comunicación sen fíos que usamos na actualidade, como a *wifi* ou o *bluetooth*.

Hedy criouse no seo dunha familia xudía de clase alta e recibiu clases de profesores particulares dende os 4 anos; destacaba pola súa intelixencia, xa que **antes dos 11 anos xa tocaba o piano e falaba catro idiomas**.



Aos 16 anos comezou os seus estudos de artes escénicas na escola de cine e do director teatral de Berlín Max Reinhardt. Estes estudos sentaron as bases para a súa carreira no cine que comezou en Europa e logo **trasládouse a Estados Unidos, para ser unha das actrices en nómina dos estudos Metro Goldwyn Mayer (MGM)**.



A carreira de Hedy non foi longa: trinta películas en dúas décadas de 1938 a 1958; porén, pola súa carreira no mundo do cine, **ten unha estrela no Paseo da Fama de Hollywood.**

Hedy era actriz a tempo parcial, xa que combinaba os seus papeis cinematográficos coa creación de inventos no seu tempo libre. **No seu camerino tiña unha mesa con ferramentas coas que trababa de entender como funcionan as cousas** e facía uso dos coñecementos adquiridos nos seus estudos de enxeñaría. Ademais, grazas aos contactos do seu primeiro marido, provedor de munições, obtivo información dos sistemas de control de avións de combate e doutros dispositivos bélicos de Hitler e de Mussolini, e decidiu dedicar todos estes coñecementos a mellorar as ferramentas coas que loitarían os aliados na guerra.

**Inimiga declarada do nazismo,** deuse conta de que se se transmitisen sinais de radio a través de frecuencias que cambian rapidamente, as armas guiadas por radio dos estadounidenses serían moito máis resistentes á detección. Tanto o transmisor coma o receptor coñecerían a secuencia de frecuencias antes de tempo, pero para os detectores alemáns a súa mensaxe parecería un galimatías.

«Calquera rapaza pode ser glamurosa. Todo o que hai que facer é quedar quieta e parecer estúpida».

Grazas a esta idea, ao comezo da segunda guerra mundial (1939-1945), xunto co compositor George Antheil, **creou un sistema de guía por radio para torpedos que utilizaba o espectro ensanchado e a tecnoloxía de salto de frecuencia para evitar que o sinal puidese ser interceptado polos inimigos.** Inspirado nun principio musical, o invento funcionou con oitenta e oito frecuencias, equivalentes ás teclas de piano, e era capaz de saltar os sinais de transmisión entre as frecuencias do espectro magnético.

Para isto, usaba un par de tambores perforados e sincronizados (a modo de piano) para cambiar entre as oitenta e oito frecuencias. Era un **sistema de comunicación secreta que evitaba as interferencias do inimigo** saltando de frecuencia cun patrón aleatorio, con tempos de transmisión que se espazaban de maneira irregular e que eran curtos, polo que era practicamente imposible interceptar unha mensaxe a menos que se tivese o código polo que cambiaban as canles.

O sistema foi patentado en 1942, pero nunca se usou en tempos de guerra, pois rexeitouno o exército dos Estados Unidos, cando os inventores o ofreceron. Non foi ata 1957 **cando a compañía Sylvania Electronics conseguiu transformar o sistema mecánico ideado por Hedy e George nun dispositivo eléctrico baseado nel (os seus enxeñeiros recoñeceron a totalidade da patente a Lamarr e Antheil).** Este último empregouse en 1962 durante a crise dos mísiles de Cuba.



Abraham Blanco Celis

Tamén permitiu por primeira vez transmitir sinais secretos sen interferencias e utilizouse en Vietnam. A partir dos anos oitenta, **utilízase na enxeñaría civil no ámbito das telecomunicacións, especialmente nas comunicacións sen fíos, facilitando a implantación da comunicación de datos wifi, as comunicacións cos satélites ou a da tecnoloxía de telefonía móbil.**

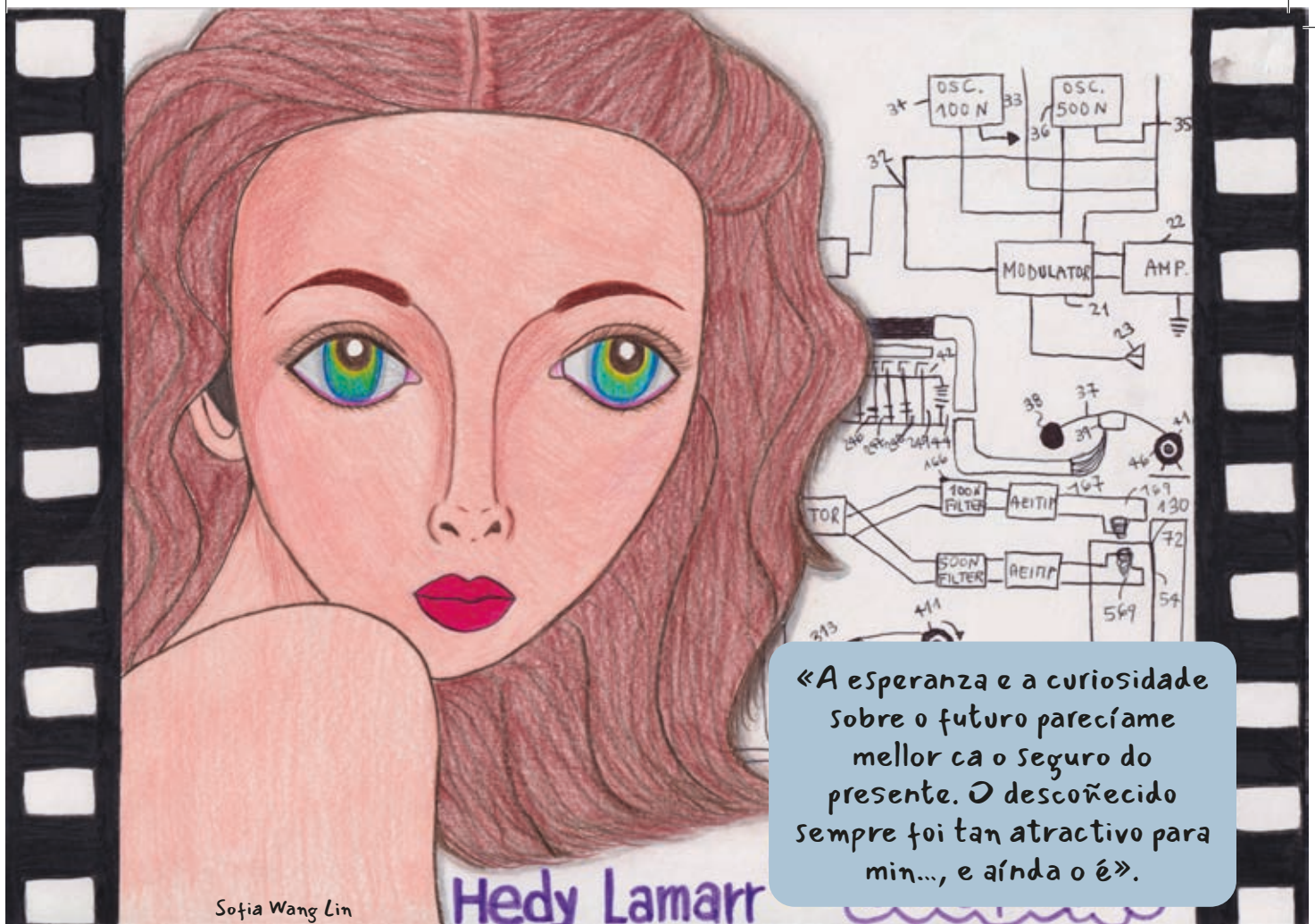
A súa creatividade foi elevada, xa que ao longo da súa vida desenvolveu outros inventos, ademais do sistema de comunicacións secretas; entre eles, un semáforo mellorado e unha pastilla que se disolvería en auga para crear unha bebida carbonatada.

**O recoñecemento aos seus inventos non chegaría ata 1997**, cando recibiu o Electronic Frontier Foundation Pioneer Award (en galego, Premio Pioneiro da Fundación Fronteira Electrónica), un premio anual que lles concede a devandita fundación a persoas que contribuíron dalgún xeito á protección das persoas usando ordenadores. Un ano despois, obtivo a medalla Viktor Kaplan, da asociación austríaca de inventores. En 2005 instaurouse a **data do seu nacemento, o 9 de novembro, como o Día do Inventor, na súa honra.**

Hedy Lamarr finou nos Estados Unidos no ano 2000. Catorce anos máis tarde foi incluída no Salón da Fama de Inventores Nacionais polo desenvolvemento da súa tecnoloxía de salto de frecuencia, logro polo que foi nomeada **«a nai da wifi».**



Paula Somoza Castro



Sofia Wang Lin

Hedy Lamarr

«A esperanza e a curiosidade sobre o futuro parecíame mellor ca o seguro do presente. O descoñecido sempre foi tan atractivo para min..., e aínda o é».

Outras mulleres destacadas entre os inventores foron **Beulah Louise Henry**, inventora estadounidense responsable de 110 invencións e 49 patentes ao longo da súa vida.

Sarai Seara Fidalgo



Por esta razón, tamén é coñecida co nome de «Señora Edison»; **Melitta Bentz** que en 1908 patentou o filtro de café; **Nancy Johnson** desenvolveu unha máquina para facer xeados de accionamento manual e obtivo a primeira patente en Estados Unidos en 1843; ou **Marie Curie**, que é unha das científicas máis famosas polo seu descubrimento da radioactividade. Pero tamén foi a inventora dun grande avance médico: a máquina de raios X portátil. Todas elas e moitas máis aparecen no marabilloso libro de Mercedes Palacios *Visionarias. Inventoras desconocidas*.

# Margaret Hamilton

 Naceu en 1936, en Indiana, Estados Unidos.

Margaret Hamilton é unha muller estadounidense que dedicou a súa vida á informática. **Dirixiu o equipo que desenvolveu o software (soporte lóxico) para o programa espacial Apolo**, que tiña o obxectivo de aterrar na Lúa. Encargáronse do software de voo e de sistemas, incluídas as funcións de detección e reparación de erros e as rutinas de visualización. Margaret traballou en todas as misións Apolo tripuladas e algunhas sen tripulación, pero o seu traballo contribuíu de xeito determinante ao éxito da misión do Apolo 11.

Margaret criouse nun ambiente familiar cun pai filósofo-poeta e un avó pastor cuáquero que a animou a estudar e ser o que ela quería ser. **Despois de licenciarse en Matemáticas, tivo que abandonar os seus estudos para que o seu marido rematase a carreira en Harvard e traballou como profesora de matemáticas e de francés nun instituto.**

«Non hai que ter medo de equivocarse, de admitir os erros; os que saben fracasar rotundamente son os que poden conseguir grandes cousas».



En 1960, comezou a traballar no Departamento de Meteoroloxía do Instituto Tecnolóxico de Massachusetts (MIT). Grazas aos seus coñecementos de matemáticas e á súa aprendizaxe autodidacta de varias linguaxes de programación, **foi unha das encargadas de deseñar o software que permitía predicir o tempo empregando os ordenadores.**

Un dos maiores fitos do século xx, a chegada do ser humano á Lúa, parece que foi cousa de homes. E iso non é certo. Foron moitas as mulleres que fixeron posible os grandes avances da carreira espacial. No caso concreto de Margaret, ela colaborou nesta xesta da humanidade ao desenvolver o *software* que se executaba nos foguetes. **Dende os anos corenta, a creación do software, a programación realizábase as mulleres.** Como esta tarefa se baseaba na obtención das tarxetas perforadas que contiñan o programa, parecía simplemente mecanografía e considerábase unha cuestión menor e puramente mecánica. Porén, na época de Margaret e no caso do proxecto Apolo, o traballo tamén incluía o desenvolvemento e o deseño destes programas, dese *software*.

«Tiven a sorte de que tanto o meu pai coma o meu avó me animasen a seguir calquera carreira ou camiño que escollese na vida. Nunca se lles ocorreu que a elección tivese que ver con ser home ou muller».

**Os programas creados por Margaret** tiñan características moi innovadoras, xa que ademais de facer as funcións necesarias, **tiñan a capacidade de supervisarse a si mesmos para responder con rapidez e flexibilidade.** A enxeñeira deseñara o que se coñece como un sistema asíncrono, que permitía darlles prioridade ás funcións esenciais, descartando as que non o eran. Isto foi fundamental **no caso do Apolo 11**, xa que minutos antes de que o módulo lunar aterrase, houbo un fallo no sistema. As pantallas de alarma prioritarias deseñadas por Margaret interromperon a visualización normal dos astronautas para advertilos dunha emerxencia que se podería resolver antes de pousaren na Lúa. **Grazas a como fora deseñado o software,** púidose detectar o erro e darlles prioridade ás funcións críticas necesarias para aterrar e «esquecer» as funcións non importantes nese momento, o que **evitou a sobrecarga do sistema.** Segundo as súas propias palabras: «Se o ordenador non fora deseñado para recuperar erros, dubido que o Apolo aterrase na Lúa». Pero fíxoo.

A súa aproximación ao deseño de *software* foi pioneira para a época, xa que os requisitos de robustez eran unha prioridade para a seguridade e a supervivencia dos astronautas. **Estas ideas puxeron a primeira pedra para conceptos que hoxe se consideran esenciais no desenvolvemento de programas,** como a tolerancia a fallos (que o programa siga funcionando correctamente aínda que se produza un erro) e a fiabilidade (confiabilidade do sistema).

Tamén foi unha das pioneiras en utilizar o nome de «enseñaría do *software*», que impulsaba a idea de que a construción de programas tiña que ser unha disciplina científica, coma outras enxeñarías, fronte á idea xeral que o consideraba arte ou maxia, non ciencia. Así, **loitou desde os comezos para lexitimar o *software* e para que tanto a enxeñaría de *software* coma os que o construísen recibisen o respecto que merecían.**

En 1986, recibiu o Premio Augusta Ada Lovelace da Asociación de Mulleres en Computación, unha organización profesional estadounidense para profesionais relacionados coa información e a tecnoloxía, dedicada ao avance da muller nos campos tecnolóxicos. Na primeira década do novo milenio recibiu outros dous premios: o Premio NASA Exceptional Space Act por contribucións científicas e técnicas, cunha dotación económica de 37200 dólares, a maior cantidade concedida a calquera persoa na historia da NASA, e un premio para alumnado sobresaínte do Earlham College. Pero, seguramente, **a maior das distincións que posúe é a Medalla Presidencial da Liberdade** (2016). Na súa entrega, o presidente Obama dixo que esta enxeñeira representa «o espírito de descubrimento que existe en cada nena e cada neno».

En 2019, para celebrar os cincuenta anos do desembarco do Apolo 11, Google decidiu renderlle homenaxe.

Utilizáronse 107000 espellos que se instalaron no deserto de Mojave (California), cubrindo unha superficie máis grande ca Central Park, e que reflectían a luz da Lúa e recreaban a imaxe de Margaret Hamilton e do Apolo 11.

Tamén **en 2017, LEGO creou un xogo denominado «Mulleres da NASA»**, no que se incorporaron figuras da propia Margaret Hamilton e outras compañeiras científicas e enxeñeiras como **Mae Jemison** (primeira muller negra astronauta), **Sally Ride** (primeira muller en alcanzar o espazo exterior) e **Nancy Roman** (coñecida como «a nai do Hubble» polo seu papel no deseño do telescopio espacial Hubble).

Margaret traballou na NASA xunto con outras enxeñeiras de soporte lóxico relevantes dentro da carreira espacial como **Annie Easley, Saydean Zeldin, Susan G. Finley,...** Moitas das pioneiras da programación foron mulleres coma **Grace Hopper**, inventora da linguaxe de programación Cobol e contraalmirante da Mariña dos Estados Unidos. Esta muller tamén é lembrada por acuñar o termo «depurar», despois de descubrir que un dos ordenadores do laboratorio non funcionaba correctamente por mor dunha avelaiña (*bug*); por iso hoxe denominamos os erros *bugs* nos programas. E por suposto non debemos esquecer a **Ada Lovelace**, filla do prestixioso poeta Lord Byron, é considerada a primeira programadora da historia. En homenaxe a Ada Lovelace, foi posto o nome á linguaxe de programación Ada.



«A muller que nos  
levou á Lúa».



# Vera Rubin

 Naceu en 1928, en Filadelfia, Estados Unidos.

Vera Rubin foi unha astrónoma estadounidense quen de medir a rotación das estrelas dentro dunha galaxia. **As súas medicións revelaron** que as curvas de rotación galáctica eran planas, o que contradí o modelo teórico e constitúe **a evidencia máis clara da existencia da materia escura**.

Filla de inmigrantes xudeus e nada en Filadelfia, **desde pequena mostrou un grande interese polo movemento das estrelas** que vía dende a fiestra da súa casa. O seu pai, enxeñeiro eléctrico, animouna a seguir coa súa paixón, axudouna a construír un telescopio e acompañábaa a reunións de astrónomos afeccionados. Ela mesma dicía que **decidiu estudar astronomía despois de ler a historia da descubridora de cometas do século XIX, Maria Mitchell**, profesora e investigadora durante 23 anos no Vassar College (unha universidade privada na que só estudaban mulleres).

«Nas galaxias espirais, a materia escura é unhas dez veces máis abundante ca a luz. Esa é probablemente tamén unha boa estimación da relación entre a nosa ignorancia e o noso coñecemento».

Seguiu, pois, os seus pasos e estudou tamén no Vassar College; **foi a única muller que se graduou en astronomía en 1948**. Despois, intentou facer o seu doutoramento en Princeton pero non a admitiron, xa que non se permitiron mulleres no programa de astronomía ata 1975. Decidiu, entón, estudar física en Cornell. Alí contou co apoio de **Martha Stahr**, a única profesora da universidade, que a introduciu no fascinante mundo das galaxias, a súa dinámica e os seus movementos.



**Defendeu a súa tese sobre a distribución das galaxias en 1954 na Universidade de Georgetown.** Nela buscaba responder a pregunta de se as galaxias están distribuídas uniformemente no universo. Para buscar esta resposta, desenvolveu un método para a descrición estatística da distribución das galaxias e aplicouno a un catálogo que formaba parte dun mapa do ceo. Ao observar que había un alto índice de agrupación na distribución das galaxias, conxecturou que estas se concentraban en determinadas zonas, deixando espazos baleiros entre elas, formando acios de galaxias.

En 1965, Vera converteuse na **primeira muller da historia autorizada para utilizar os telescopios do Observatorio do Monte Palomar.** É coñecida a anécdota de que **tivo que pegar un recorte en forma de saia á figura nun dos baños masculinos,** xa que no observatorio non había instalacións para as mulleres.

O seu escaso éxito no estudo da distribución espacial levouna a cambiar o seu campo de actividade. Así, continuando cos seus estudos, **nos anos setenta conseguiu a primeira proba da existencia real da materia escura.** A teoría física determinaba que as estrelas da periferia dunha galaxia se deberían mover máis lentamente ca as máis próximas ao centro, xa que a atracción gravitatoria decae coa distancia e a masa visible se concentra arredor do núcleo. Porén, as medicións de Vera demostraron que a velocidade das estrelas na periferia é similar á das rexións máis internas. Isto só se podía explicar se existía unha gran cantidade de materia invisible ou «escura» que aumentase a atracción gravitatoria sobre esas estrelas. Ademais, **calculou que para manter unidas estas estrelas, as galaxias terían que conter unhas dez veces máis materia escura ca a materia ordinaria.** Estes resultados non se valoraron no momento da súa publicación, pero confirmáronse quince anos despois e agora constitúen a base para o estudo da estrutura a grande escala do universo.

Desde 1978, Vera e o seu equipo observaron máis de 200 galaxias e puideron calcular que unha elevadísima porcentaxe da materia do universo é «materia escura», non visible, pero **detectable polo efecto gravitatorio que produce.** A materia escura é hoxe un concepto fundamental na ciencia, e crese que a materia «normal» constitúe aproximadamente só o 5 % do universo.



Motivada pola súa propia batalla como muller nun campo dominado por astrónomos masculinos, **Vera Rubin loitou toda a súa vida por lograr un maior recoñecemento das mulleres na ciencia** e para a alfabetización científica animando as mozas a investigar e a perseguir os seus soños.

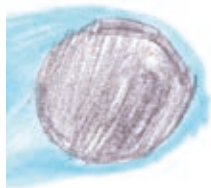
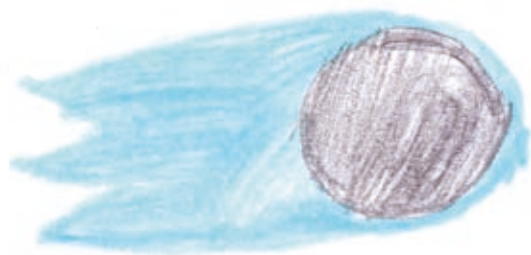
Vera converteuse na segunda muller astrónoma en ser elixida para a Academia de Ciencias, despois da súa compañeira **Margaret Burbidge**. Ademais, en 1996, foi a segunda muller en recibir a medalla de ouro da Royal Astronomical Society, despois de **Caroline Herschel**. Tamén posúe a Medalla Nacional da Ciencia, a máxima distinción científica do Congreso dos Estados Unidos e foi nomeada doutora honoris causa de numerosas universidades, entre elas Harvard e Yale. **Aínda que nunca recibiu o Premio Nobel, moitas das colegas do seu campo argumentan que os seus descubrimentos, que cambiaron para sempre a forma de entender o cosmos, eran máis ca merecedores de tal premio.**

Vera Rubin, nunca buscou prestixio nin aclamacións. Ata a súa morte en decembro de 2016, o seu obxectivo sempre foi a satisfacción persoal que se deriva dos descubrimentos científicos. A día de hoxe, a súa figura serve como referente para moitas mulleres, demostrando que os límites son os que unha se pon.

Xunto con Vera Rubin, algunhas das astrónomas máis importantes do século xx foron **Ruby Payne-Scott**, a primeira muller radioastrónoma e fundadora dunha das grandes ramas da astronomía moderna; **Nancy Grace Roman**, nai do telescopio espacial Hubble e primeira xefa de astronomía da NASA; **Carolyn Porco**, unha das expertas máis importantes do mundo nos aneis e lúas planetarias que rodean os planetas exteriores xigantes; ou a española **María Asunción Catalá** que descubriu a radiación do cinto de Van Allen e investigou a estrutura da nube de Oort, así como a dinámica dos sistemas estelares.



VERA RUBIN



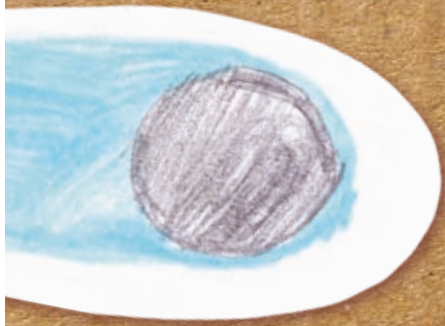


Daniel Fernández López



Catalina Riveiro Bouzas





Sara Varela



# Agradecementos

Queremos agradecer ás maravillosas ilustracións que fixeron posible este libro, recibidas dos seguintes centros educativos:

**CEIP Curros Enríquez**, Ourense.

**CEIP Rodolfo Núñez**, Vilardevós.

**CPR Plurilingüe Santo Ángel**, Ourense.

**CPR Plurilingüe La Purísima**, Ourense.

**CPR Plurilingüe Padre Feijoo-Zorelle**, Ourense.

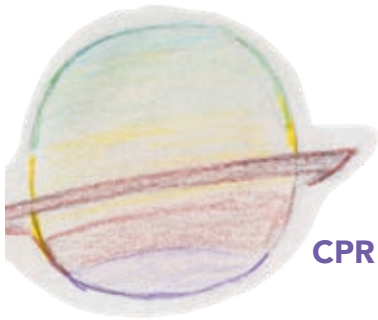
**CPR Plurilingüe Santa María Maristas**, Ourense.

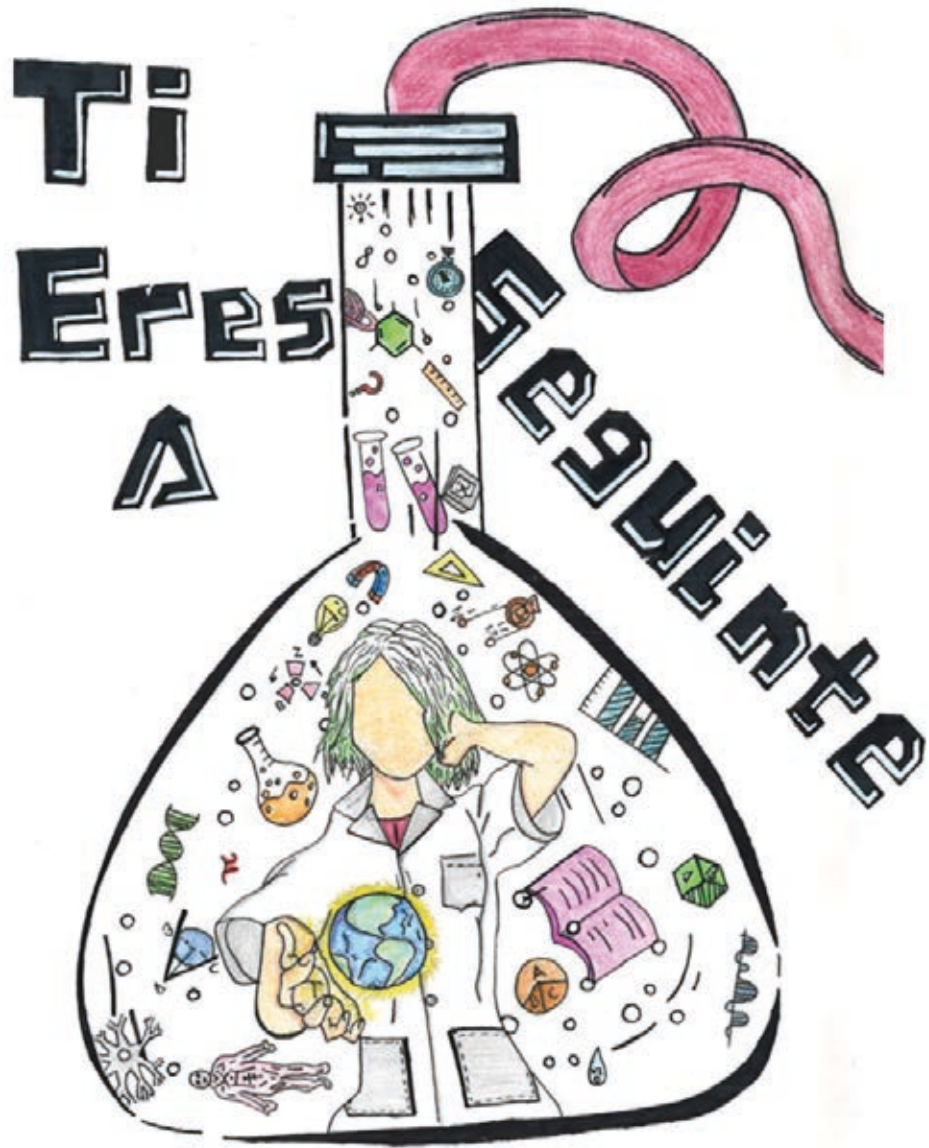
**CPR Plurilingüe Santa Teresa de Jesús Carmelitas**, Ourense.

**IES Castro de Baronceli**, Verín.

**IES Lagoa de Antela**, Xinzo de Limia.

**IES Xesús Taboada Chivite**, Verín.





Rosa María Rodríguez Diz







# E ti,

## que científicas coñeces?

Con este libro agardamos achegar a ciencia feita por mulleres á nosa rapazada, tan falta de referentes. Esperamos que esperte a súa curiosidade por saber máis da ciencia e, en especial, da ciencia feminina. E parafraseando o poema de Xohana Torres:

**«Eu tamén navegar, investigar e innovar».**

É preciso ter na nosa bancada de talentos científicos e tecnolóxicos os das mulleres e nenas. Se prescindimos delas nas carreiras científicas, estamos a comprometer a nosa capacidade de resolver problemas complexos.

Unidade de Igualdade  
Universidade de Vigo

EXPERIMENTA  
en feminino

XUNTA  
DE GALICIA

