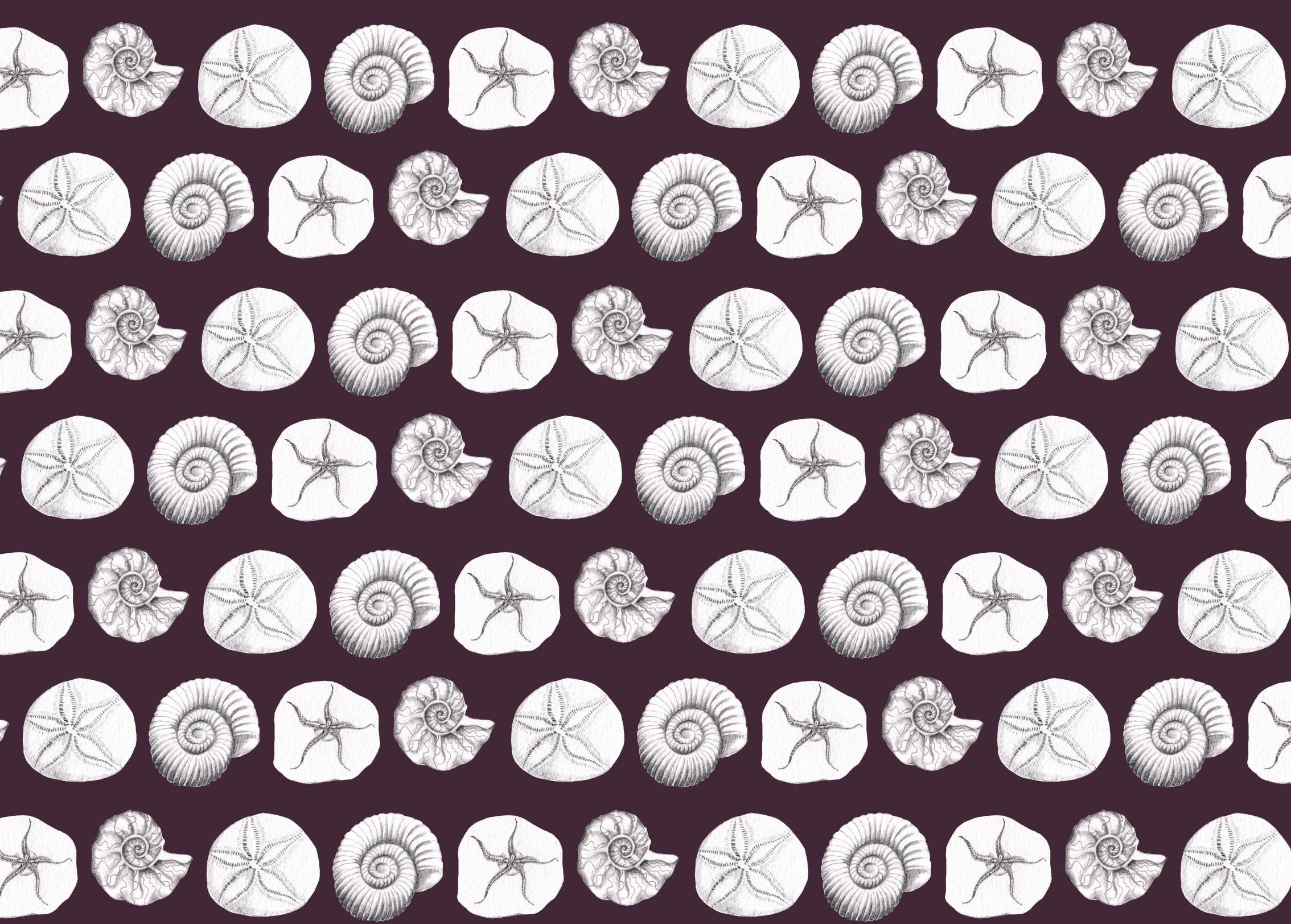


A detailed illustration on the left side of the cover features a woman's face in profile, looking towards the right. She has long, wavy, reddish-brown hair adorned with two large, white ammonite fossils. Her eyes are brown, and she has a gentle expression. On the right side, a pair of hands with red-painted fingernails holds a stylized Earth globe. The globe is white with black outlines of continents and oceans. It is decorated with various geological elements: a pink crystal on the North American continent, a blue crystal on the South American continent, a small white ammonite fossil on the African continent, and a small blue fish swimming near the bottom. A blue and red sprig of leaves is tucked behind the globe. The background is a light grey.

GEAS

Mujeres
que estudian la Tierra

Rosa María Mateos y Ana Ruiz Constán
ilustraciones Nívola Uyá



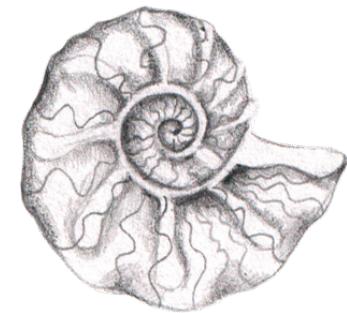
GEAS Mujeres que estudian la Tierra

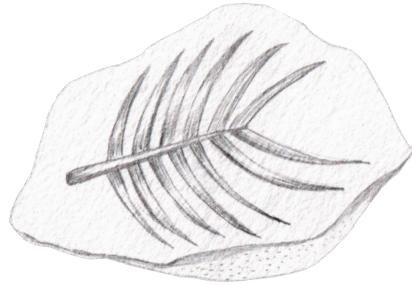
© De los textos Rosa María Mateos y Ana Ruiz Constán
© De las ilustraciones Nívola Uyá

Primavera de 2021
ISBN 978-84-09-30001-3
Depósito Legal GR 662-2021
Impreso en Andalucía

GEAS Mujeres que estudian la Tierra

Rosa María Mateos y Ana Ruiz Constán
ilustraciones Nívola Uyá





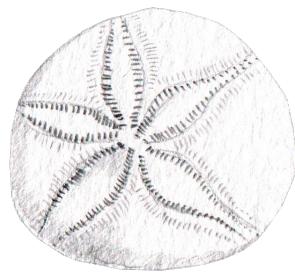
Agradecimientos

La *Comisión Mujeres y Geología de la Sociedad Geológica de España* (SGE), la *Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos* (ASGMI) y la *Federación Europea de Geólogos* (EFG) han hecho posible que esta publicación vea la luz en una primera versión en español e inglés.

Queremos dar también las gracias a la EIT *Raw Materials* que financia el proyecto europeo ENGIE: *Encouraging Girls to Study Geosciences and Engineering*, así como a GeoLatinas, por su apoyo en la traducción de GEAS al inglés.

Confiamos con esta hermandad que las vidas de estas doce pioneras de la Geología den la vuelta al mundo.



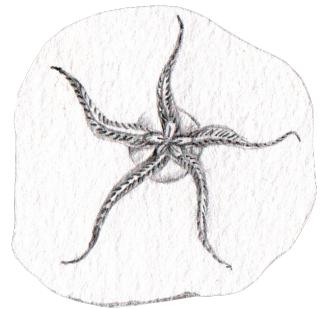


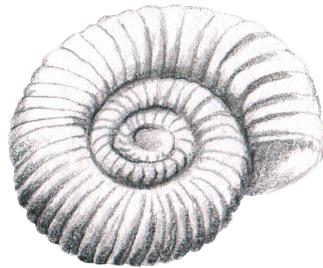
Geóloga | País | Especialidad | Época

- 1 Mary Anning | Reino Unido | Recolección de fósiles | 1799-1847
- 2 Florence Bascom | EEUU | Petrología y Docencia | 1862-1945
- 3 Inge Lehmann | Dinamarca | Geofísica | 1888-1993
- 4 Marguerite Thomas Williams | EEUU | Sedimentología | 1895-1991
- 5 Dorothy Hill | Australia | Paleontología | 1907-1997
- 6 Mary Leakey | Reino Unido | Paleoantropología | 1913-1996
- 7 Marea Nelle West | EEUU | Astrogeología | 1915-1998
- 8 Marie Tharp | EEUU | Cartografía | 1920-2006
- 9 Carmina Virgili | España | Estratigrafía y Política | 1927-2014
- 10 María Fernanda Campa Uranga | México | Ingeniería Geológica y Política | 1940-2019
- 11 Katia Kraft | Francia | Vulcanología y Riesgos Geológicos | 1942-1991
- 12 Kathryn Dwyer Sullivan | EEUU | Geología marina y planetaria | 1951

*Hay una historia que no está en la historia
y que sólo se puede rescatar aguzando el oído
y escuchando los susurros de las mujeres.*

Rosa Montero





Prólogo

La Geología es la ciencia que explora la Tierra, que remueve sus entrañas para conocer las sacudidas y desvaríos que vivió nuestro planeta bajo la plenitud del tiempo. Desde sus orígenes, el ser humano se ha sentido atraído por los interrogantes que esconde esa esfera achataada que se ve como un punto azul desde el espacio. Y aunque la curiosidad y el talento no entienden de géneros, la historia oficial ha omitido sin reparos las aportaciones de fabulosas mujeres que, no solo se enfrentaron a lo desconocido, sino que tuvieron que lidiar con estereotipos y convenciones sociales.

Con *GEAS: Mujeres que estudian la Tierra* viajaremos en el tiempo para dar voz a 12 geólogas de épocas, contextos históricos y nacionalidades diferentes, pero con un denominador común: dejaron una impronta imborrable sobre los estratos del conocimiento. Doce mujeres que retaron a la sociedad de su época para avanzar en el difícil y sacrificado camino de la Ciencia. Comenzaremos esta travesía con las desventuras de Mary Anning en los albores del siglo XIX; seremos testigos de avances revolucionarios en el XX y terminaremos flotando en el espacio de la mano de Kathryn Dwyer, ya en el XXI.

Es una realidad incontestable que nos hemos formado sin ellas, que hemos crecido sin sus nombres y afrontado nuestras carreras científicas sin apenas referentes femeninos. Ha llegado la hora de sacarlas a la luz, de sacudir el polvo de los libros y completar los renglones perdidos con sus logros, hazañas y descubrimientos.

Los perfiles y especialidades recogidos en ***GEAS*** son muy variados, y no sólo se hacen eco de los méritos científicos. Algunas de nuestras protagonistas, como la Chata Campa, Carmina Virgili y Kathryn Dwyer fueron mujeres con una gran conciencia social que dejaron una importante huella en la política de su época. Otras, como Florence Bascom o Mary Leakey, otorgaron una relevancia fundamental a la transmisión del conocimiento a las futuras generaciones y, en particular, a las mujeres.

Nívola Uyá ha logrado captar en sus ilustraciones el alma y la diversidad de estas damas del martillo y la brújula. Las pioneras se presentan ante nuestros ojos en plena actividad, auténticas, llenas de matices y rodeadas de multitud de detalles camuflados entre pinceladas terrenales, marinas y estelares.

Seguramente, las científicas veteranas que recalen en ***GEAS*** se verán reflejadas en multitud de lugares comunes descritos en sus páginas. Todas ellas, conocidas y anónimas, han hecho y siguen haciendo posible la imparable conquista de los derechos de la mujer en la Ciencia. A las jóvenes lectoras, que algún día continuarán esta cadena de transmisión, les dejamos el acertado consejo de la geóloga australiana Dorothy Hill: *no hay que esperar que el mundo nos ofrezca lo que creemos que nos merecemos.*

Rosa María Mateos y Ana Ruiz Constán

Rosa María Mateos

Biografías de Florence Bascom, Marguerite Thomas Williams, Dorothy Hill, Mary Leakey, María Fernanda Campa Uranga y Kathryn Dwyer Sullivan.

Ana Ruiz Constán

Biografías de Mary Anning, Inge Lehmann, Maretta Nelle West, Marie Tharp, Carmina Virgili y Katia Kraft.



Mary Anning

Vida insólita grabada en piedra

A principios del siglo XIX, cuando el coleccionismo de fósiles era un pasatiempo y la Paleontología no había sido bautizada como ciencia, una mujer soltera, de clase baja y sin formación hizo hallazgos que la introdujeron en los debates de la élite científica. En esos años, se asentaban los cimientos de la Geología con la recién creada Sociedad Geológica de Londres (1807), un selecto club que nunca aceptó entre sus miembros a la *Madre de la Paleontología* ni a ninguna otra mujer hasta 1919.

Mary Anning nació en 1799 en Lyme Regis, una localidad costera de Inglaterra que, 200 millones de años antes, ocupaba una posición cercana al ecuador bajo las aguas de un mar tropical. Las rocas de los acantilados, entre los que transcurrió la vida de Mary, eran ricos en fósiles del Jurásico que su padre recolectaba para completar los ingresos familiares. Su prematura muerte, cuando ella tenía sólo 11 años, abocó a la familia a vender *curiosidades* (ammonites y belemnites) para subsistir. De los 10 hijos del matrimonio, solo ella y su hermano Joseph sobrevivieron a la infancia. La fortuna les sonrió cuando Joseph encontró el cráneo de lo que parecía un cocodrilo. Tras un año de incansable búsqueda, Mary consiguió desenterrar el cuerpo de la extraña criatura de más de 5 metros de longitud, el primer ictiosaurio.

El reptil marino llamó la atención de los círculos científicos de Londres y la reputación de los Anning aumentó. Sin embargo, los ingresos eran exigüos y la profesión peligrosa. Requería caminar bajo acantilados en los que se producían frecuentes caídas de rocas y Joseph abandonó el oficio. En 1820, Mary encontró el esqueleto de un nuevo reptil marino, un plesiosaurio. Su cuello extremadamente largo levantó las sospechas del anatomista Georges Cuvier, que sugirió que era una falsificación. Resuelta la controversia, Cuvier rectificó y la tienda de Mary comenzó a ser frequentada por geólogos y coleccionistas internacionales.

Aprendió sobre fósiles de manera autodidacta: copiaba artículos científicos, realizaba ilustraciones, diseccionaba peces y sepías... Sin embargo, sus coetáneos achacaban sus méritos a un favor divino, pues con un año de edad fue la milagrosa superviviente del impacto de un rayo. Mary era consciente de que los *Caballeros de la Ciencia* la utilizaban para ganar prestigio sin mencionarla y esta situación no cambió hasta 1828, cuando localizó el primer esqueleto de pterosaurio fuera de Alemania y el geólogo William Buckland le otorgó la autoría del hallazgo.

“El mundo me ha usado con tan poca consideración que me ha hecho sospechar de cualquier persona”

Anning falleció de cáncer muy joven, con 47 años. Sus hallazgos evidenciaron que, en eras anteriores, la Tierra estuvo habitada por especies muy distintas a las actuales, lo que cuestionó las teorías creacionistas y creó las bases de la Teoría de la Evolución que Darwin formularía 50 años después. Y aunque su obra se hizo al margen de las instituciones, su nombre quedó grabado en ellas. En la iglesia de Lymes Regis se construyó una vidriera “*en conmemoración a su capacidad para fomentar la ciencia de la Geología*” y la Sociedad Geológica de Londres publicó un panegírico, el primero dedicado a una mujer y el único a alguien que no había pertenecido a ella. La humilde Mary Anning había conseguido pasar a la historia.

Florence Bascom

La geóloga que nos abrió el camino

A pesar de su aspecto frágil de una musa del Romanticismo, Florence Bascom fue una mujer moderna y singular, tanto que rompió en mil pedazos el techo de cristal de las sociedades científicas americanas para abrirnos una ventana a todas las geólogas que llegamos detrás.

No en vano fue hija de una sufragista, maestra vocacional, que dio luz a Florence en la verde localidad de Williamstown (Massachusetts), el 14 de julio de 1862. De pequeña, Florence presentó grandes dotes para el estudio y la observación, así como una curiosidad innata por la Naturaleza. Con 25 años era graduada en Arte y Letras, en Ciencias, y poseía un Máster en Geología por la Universidad de Wisconsin. Todo ello sorteando numerosas dificultades, ya que le estaba prohibido el acceso a la biblioteca y a determinadas clases reservadas en exclusiva para los varones.

Florence Bascom se apasionó tanto por las Ciencias de la Tierra que quiso dar un paso más. Obtuvo su doctorado en Geología en 1893 por la Universidad de Johns Hopkin, recibiendo las clases tras una pantalla para no distraer a sus compañeros. Su tesis no fue baladí, ya que echó por tierra numerosos estudios precedentes. Florence no solo puso en marcha nuevas técnicas para el estudio de las rocas (Petrografía) sino que reclasificó un buen puñado de rocas y minerales que no eran lo que parecían. La disertación de Florence al presentar su tesis fue tan brillante que al momento fue elegida miembro de la *Geological Society of America*; la segunda mujer en conseguirlo.

Pero aún tendría que romper nuevas barreras. Sus importantes avances en el campo de la cristalografía, mineralogía y petrografía llamaron la atención del Servicio Geológico Americano (USGS) que, por primera vez en su historia, fichó a una mujer. La señorita Bascom se arremangó las faldas para estudiar los afloramientos de los Apalaches, la costa americana del Atlántico y los curiosos depósitos hidrotermales de Yellowstone, liderando equipos punteros de investigación. Tal fue su actividad científica que la American Men of Science la nombró geóloga cuatro estrellas en 1906.

Pero lo más importante a destacar de Florence fue su madrinazgo, el empeño en formar a futuras geólogas y expandir por el campo americano las primeras semillas de lo que sería una brillante generación de mujeres. En los albores del siglo XX, Florence Bascom inició esa cadena de transmisión que se va montando eslabón tras eslabón, con la experiencia de las pioneras y la ilusión de las principiantes.

Su nombre permanece para la posteridad en un bello cráter de Venus, en un asteroide que orbita por el Sistema Solar y entre las gélidas aguas de un lago glaciar de Wisconsin.

“Lo fascinante de cualquier búsqueda no está en el logro, sino en el camino”





Inge Lehmann

El latido del sólido corazón de la Tierra

La invención del sismógrafo moderno, en 1880, provocó que las especulaciones sobre el interior de la Tierra fueran cayendo como un castillo de naipes. En esa misma década, en la que la ciencia seguía siendo territorio hostil para las mujeres, nació la científica que resolvería la última gran incógnita: la estructura del núcleo terrestre.

En 1888, una relevante familia de Copenhague recibía a la que, aún sin saberlo, sería su miembro más ilustre: Inge Lehmann. La niña fue educada en el ambiente igualitario de una escuela mixta y progresista. Este entorno, anómalo para la época, empujó a Inge a desarrollarse plenamente, pero no pudo evitar que años más tarde se diera de bruces con la realidad. Estudió matemáticas en las universidades de Copenhague y Cambridge. Tras licenciarse empezó a trabajar en una oficina de seguros hasta que, en 1925, fue contratada para instalar los primeros observatorios sismológicos de Dinamarca y Groenlandia. De esta manera fortuita se especializó en sismología en un país prácticamente asísmico pero, como más adelante sabría, con un emplazamiento idóneo para el registro de terremotos ocurridos en zonas geológicamente activas y distantes de la Tierra, como el Pacífico Sur.

En 1927, realiza estancias en centros de investigación de Alemania, Francia, Países Bajos y Bélgica que le permiten contactar con grandes especialistas de la época, como Beno Gutenberg. Tras su periplo europeo, Inge es nombrada primera jefa del departamento de sismología del «Real Instituto Geodésico Danés». Era la encargada del mantenimiento y reparación de los equipos, así como de interpretar los sismogramas y publicar los boletines de datos. Trabajaba prácticamente en solitario, lo que le brindó un conocimiento inigualable de los patrones que dibujaban las ondas sísmicas al atravesar la Tierra.

Aunque realizar trabajos científicos no era una de sus funciones, Inge estaba intrigada por el hecho de que las ondas P no se comportaran según la estructura hasta ese momento conocida. Empezó a sospechar que algo más se escondía en el núcleo líquido de la Tierra al observar los diferentes patrones de desviación y cambio de velocidad que experimentaban las ondas que conseguían atravesarlo. En 1929, un gran terremoto sacudió Nueva Zelanda y le ofreció la clave del problema. Tras años de concienzudo análisis, en 1936 publicó un artículo cuyo breve título (P') no permitía intuir la revolución que produciría. En él, Inge describe una nueva discontinuidad sísmica en la estructura de la Tierra, una nueva frontera que separaba el ya conocido núcleo externo líquido de un ignoto núcleo interno sólido.

“Nunca percibí diferencias entre el intelecto de niños y niñas, lo que me provocó cierta decepción cuando comprobé que esta no era la actitud general”

Tras este gran logro, Inge continuó investigando y se convirtió en una de las mayores expertas mundiales sobre el manto terrestre. Respetada internacionalmente, en 1953 se jubiló de su puesto en el observatorio y se dedicó a viajar por el mundo para colaborar allí donde la reclamaban. Fue la primera mujer en recibir la medalla William Bowie, el galardón más importante en geofísica, por ser *“la maestra de un arte negro para el cual un ordenador nunca podrá ser sustituto”*; una frase casi esotérica que reflejaba el análisis minucioso y los medios rudimentarios con los que Inge dio respuesta a grandes interrogantes científicos de una época pre-digital. Falleció en 1993, a los 104 años, en la asísmica Dinamarca.

Marguerite Thomas Williams

She had a dream

Las orillas del río Anacostia fueron lugar de asentamiento de numerosas tribus de indios nativos norteamericanos. El río fluye con pereza atravesando la ciudad de Washington, para verter sus aguas en el río Potomac, dejándole también como ofrenda una gran carga de sedimentos. La dinámica fluvial de la pequeña cuenca hidrológica del Anacostia fue objeto de la tesis doctoral de una mujer singular: Marguerite Thomas Williams, la primera persona afroamericana que consiguió un doctorado en Geología. Era el año 1942, en plena Guerra Mundial, cuando los derechos de la población negra de EEUU no estaban en el papel. Faltaban aún 13 años para que otra mujer de color, Rosa Parks, se negara a ceder su asiento del autobús a un blanco y encendiera la chispa del gran movimiento por los derechos civiles de los ciudadanos afroamericanos.

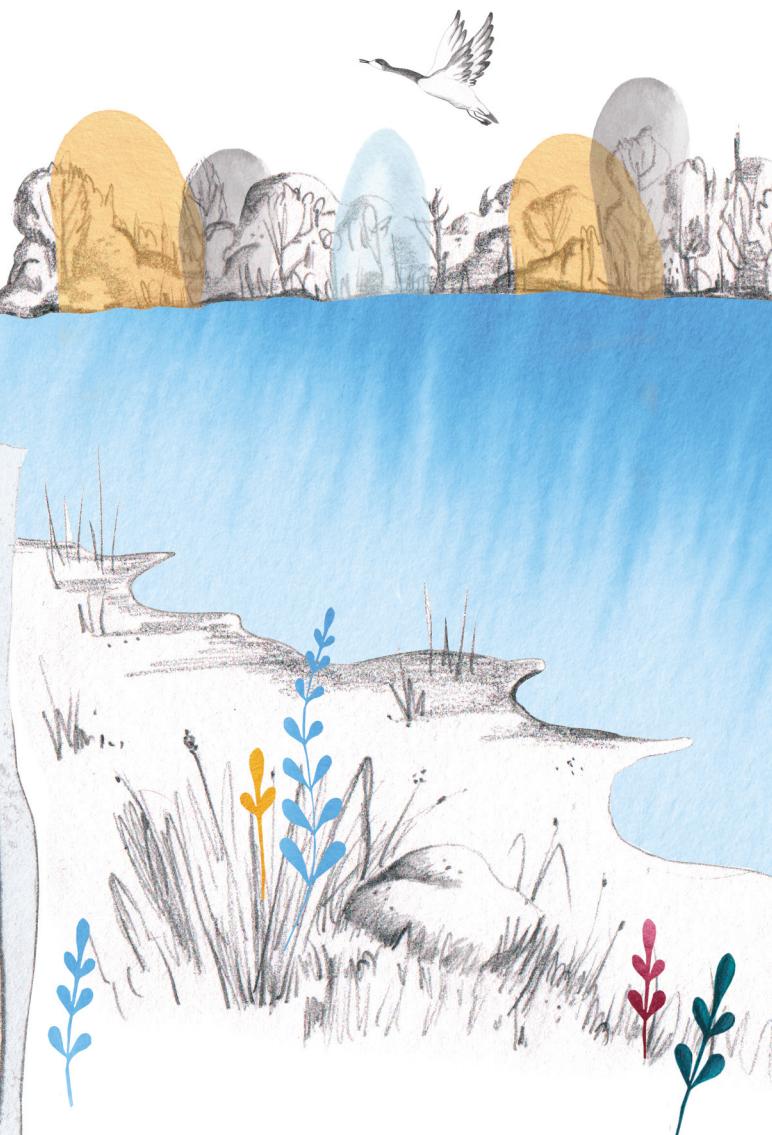
Marguerite Thomas nació el día de Nochebuena de 1895 en Washington D.C. Hija de Henry y Clara Thomas, fue la menor de una numerosa familia de seis hermanos. Asistió a la Escuela Normal para Niñas de Color y consiguió una beca de la Universidad de Howard para hacerse maestra, objetivo que alcanzó en 1916. Pero sus intereses estaban más allá de las ventanas del aula; su mente volaba atravesando ríos, montañas, lagos y bosques, porque la verdadera pasión de la joven Marguerite era la Naturaleza. De esta forma, compaginó el magisterio en la escuela elemental con estudios superiores en Ciencias Naturales, terminando su licenciatura en la especialidad de Geología en el año 1923.

El profesor y biólogo afroamericano Ernest Everett fue determinante en su carrera. Tomó la decisión de apadrinar y dirigir la carrera científica de dos muchachas de color: Roger Arliner (primera doctora afroamericana en zoología) y Marguerite Thomas. El Dr. Everett haría constar la alta cualificación académica de Marguerite, su agudeza para la ciencia y el sentido crítico de sus reflexiones. De esta forma, Marguerite consiguió una plaza permanente en el Miner Teacher's College, el principal centro universitario de formación del profesorado negro que muchos años después sería absorbido por la Universidad del Distrito de Columbia. Allí lideró durante una década el Departamento de Geología, e impartió clases a jóvenes universitarios segregados por el color de la piel.

En la disertación de su tesis sobre el río Anacostia, Marguerite Thomas apuntó que la virulencia del río, reflejada en trágicas inundaciones, estaba ligada a la transformación humana de su cuenca de drenaje: deforestación, agricultura intensiva, urbanización, etc. Marguerite no solo fue una visionaria sobre la relevancia de la actividad humana como agente geomorfológico, sino que despertó una nueva forma de entender los procesos geológicos. 60 años después de aquella tesis, en pleno siglo XXI, la comunidad científica se ve en la tesitura de plantear un nuevo periodo geológico: el Antropoceno, la Edad de los Humanos.

Mientras los grandes escaladores del mundo coronaban cimas jamás pisadas, como la del Everest, una mujer negra llegó con su esfuerzo y perseverancia a una cumbre aún más difícil: la que rompe prejuicios, desigualdades y racismo.

Ser mujer, negra y geóloga era una tremenda osadía en aquellos tiempos de postguerra.





Dorothy Hill

La Amazona de los Mares de Coral

Pocas geólogas hay en la historia de la Ciencia que atesoren tantas distinciones y homenajes como la australiana Dorothy Hill, reconocida mundialmente como una autoridad en Paleontología. Su investigación se focalizó en los restos fósiles de unos pequeños invertebrados que viven formando grandes colonias en mares tropicales y subtropicales, y que hoy en día representan uno de los ecosistemas más amenazados de la Tierra: los corales.

Dorothy Hill nació el 10 de septiembre de 1907 en Brisbane, una cosmopolita ciudad bañada por las nítidas aguas del Mar de Coral. Fue la tercera de siete hermanos y creció en una modesta familia sin relación alguna con la Ciencia. Según los recuerdos familiares, Dorothy tenía una mente muy despierta y comenzó a destacar en los estudios desde pequeña. Su vida escolar se resume en una sucesión de becas y logros que le permiten ingresar (con 17 años) en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Queensland. Allí, su primigenia vocación hacia la Química da un vuelco. Gracias a la influencia del profesor H.C. Richards, un entusiasta geólogo muy apreciado por los alumnos, Dorothy termina por graduarse en Geología en 1928. Y lo hizo a lo grande: con una medalla de oro al mérito excepcional.

La joven Hill no solo destacó en los estudios, también lo hizo en los deportes. Practicó el atletismo, la natación, el remo... Y se distinguió en el equipo femenino de hockey de la Universidad. Pero si hay una imagen simbólica de Dorothy Hill es la de amazona, ya que gran parte de su trabajo de campo lo realizó a lomos de caballo. De esta guisa abordó su primera investigación, cabalgando por los mares fósiles del oeste australiano en busca de los afloramientos de corales carboníferos.

Dorothy Hill se marchó a Inglaterra en 1931 tras conseguir una beca por la Universidad de Cambridge para realizar el doctorado. La joven australiana encontró los vericuetos para relacionarse con los grandes paleontólogos británicos de la época. Consiguió una sólida formación en su temática, la paleontología de invertebrados marinos, y asumió una rigurosa forma de abordar el trabajo científico que aplicó el resto de su vida. En paralelo, la vena aventurera de Dorothy se disparó por la verde campiña inglesa: consiguió una licencia para pilotar avionetas y participó en carreras de coches como avezada conductora. Permaneció en Inglaterra hasta 1937, aceptando el reclamo de su querido profesor, el Dr. Richards, para regresar a su universidad de origen.

Y aquí comienza una carrera científica sin parangón, no solo como investigadora en la Universidad de Queensland, sino como consultora para la industria del petróleo gracias a sus avanzados conocimientos en estratigrafía. Su fructífera trayectoria se vio únicamente interrumpida durante la Segunda Guerra Mundial, cuando Dorothy se alista en el Servicio Naval Australiano para dirigir un equipo de descifrado y codificación de mensajes.

De nuevo, la intrépida Hill. Esta gran amazona de la geología dejó un enorme legado de artículos científicos y publicaciones, así como una estela de primicias: fue la primera profesora de una universidad australiana (1959) y la primera mujer presidenta de la Academia Australiana de las Ciencias (1970). Murió en Brisbane el 23 abril de 1997.

"No hay que esperar que el mundo nos ofrezca lo que creemos que nos merecemos"

Mary Leakey

El Sol tiene el tamaño de un pie humano (Heráclito)

En 1871, Charles Darwin escribió la siguiente frase premonitoria: *es muy probable que nuestros primeros progenitores vivieran en el continente africano*. Hoy sabemos que las tierras bajas de la región de Afar, en las negritudes del África oriental, fueron nuestra cuna. Aún conservamos en el organismo los átomos de azufre de los volcanes del Rift y las moléculas de agua del Nilo Azul. Los primeros indicios de este pasado africano los desveló una pizpireta paleoantropóloga llamada Mary Leakey, un siglo después de la publicación del Origen de las Especies.

Mary Leakey nació en Londres el 6 de febrero de 1913 en el seno de una familia nómada y cosmopolita. Su padre fue un conocido pintor de acuarela que viajaba continuamente por el mundo en busca de paisajes. Mary tenía once años cuando visitó la famosa cueva de Cromañón, que despertó en la niña un gran interés por la antropología y la Prehistoria. Tras morir su padre en 1926, Mary regresa a Londres para comenzar una escolarización tradicional que, inevitablemente, fue un rotundo fracaso. Esta mujer, que en su vejez llegó a atesorar nueve doctorados *Honoris Causa*, apenas tuvo formación académica; tan solo asistió a unos cursos de geología y arqueología que le permitieron abrirse camino en el universo de las expediciones científicas de la época.

Curiosamente, las dotes de Mary para el dibujo, heredadas de su padre, le abrieron las puertas. Fue otra mujer, la Dra. Gertrude Caton, quien le propuso ilustrar uno de sus trabajos sobre un área fosilífera situada al norte de Egipto. Y así fue como la joven Mary quedó definitivamente atrapada por el indómito continente africano. Allí encontró también a su gran amor, Louis Leakey, el hijo de unos misioneros establecidos en Kenia que ya destacaba por sus trabajos paleontológicos. Se casaron en 1936, formalizando una pareja que escribió las páginas más brillantes de la Ciencia sobre la evolución humana.

La mañana del 17 de julio de 1959, en la Garganta de Olduvai (Tanzania), Mary identificó entre los sedimentos los magníficos restos de un humano fósil. Este muchacho, muy diestro en la fabricación de aparejos, tenía la friolera edad de 1,75 millones de años. El *Homo habilis* se mostró al mundo con un gran despliegue mediático, comenzando así un reparto de papeles a la vieja usanza. Mientras Mary quedaba a cargo del yacimiento, trabajando de una manera constante, discreta y rigurosa, Louis se dedicó a viajar por el mundo como la estrella científica del momento. Los Leakey consiguieron seducir a la National Geographic Society, que se convirtió en mecenas de las excavaciones africanas.

En 1972, tras la muerte de Louis, Mary quedó definitivamente al mando de la investigación. Esta etapa destaca por su enorme producción científica, por su interés en la formación de expertos locales, y por asentar las bases de una metodología de trabajo de campo que han seguido las generaciones posteriores.

Rozando la vejez (1978) le llegó el gran hallazgo de su carrera: las primeras pisadas humanas; el rastro del mono curioso que se bajó del árbol para caminar erguido sobre la Tierra. Las huellas de Laetoli estaban impresas sobre las cenizas volcánicas del Ngorongoro (Tanzania). El *Australopithecus afarensis*, nuestro antepasado remoto, hizo de Mary Leakey una leyenda universal.

Las cenizas de Marie Leakey duermen esparcidas sobre las ardientes tierras de Olduvai, al arrullo de nuestros ancestros.





Mareta Nelle West

La Luna a nuestros pies

¿Cuántas veces no se habrá pronunciado la frase *si me lo pides te bajo la Luna?* Mareta West no bajó el satélite terrestre, pero lo estudió y seleccionó el lugar donde posaría sus pies el primer astronauta que alunizó en 1969. Sin duda, su trabajo fue un pequeño paso para las geólogas, pero un gran salto para la humanidad.

Su historia comenzó 57 años antes, en el estado de Oklahoma (EEUU), donde nació en 1915 en el seno de una familia de pioneros estadounidenses. Varias décadas antes, sus abuelos habían emigrado al oeste para asentarse en *territorio indio*, como parte de la repoblación de tierras llevada a cabo por el Estado tras el desplazamiento de los indígenas americanos. Mareta se crio en las ciudades de Tulsa y Oklahoma City y, a la edad de 22 años, se licenció en geología en la Universidad de Oklahoma donde fue miembro de la sororidad Kappa Kappa Gamma.

Fue pionera no sólo por tradición familiar sino también por su empeño personal. En los inicios de su carrera, en los años 40, Mareta trabajó más de una década como geóloga petrolera en la floreciente industria del petróleo y del gas. Fue la primera geóloga consultora de Oklahoma antes de convertirse en la primera geóloga contratada por el Servicio Geológico de Estados Unidos en Arizona, en 1964.

Dos años antes, en plena Guerra Fría con la antigua Unión Soviética, el presidente John F. Kennedy había pronunciado el discurso que daría el pistoletazo de salida a la carrera estadounidense hacia la Luna, cuya superficie y geología era todavía una gran incógnita. El desafío de EEUU a la URSS, que hasta entonces había demostrado su supremacía espacial, convertiría a Mareta West en la primera astrogeóloga. Fue la única mujer en el Equipo Experimental de Geología de la NASA que preparó el primer aterrizaje lunar tripulado, la misión Apolo 11. Participó en la elaboración de los mapas que se utilizaron para el entrenamiento de los astronautas y fue la responsable de cartografiar y señalar el punto más idóneo (al sur del Mar de la Tranquilidad) donde alunizaría el frágil módulo de aterrizaje Eagle, en el que viajaban Armstrong y Aldrin en julio de 1969.

Mareta defendió sin reservas la investigación espacial como una vía para “descifrar gran parte de lo que permanece desconocido sobre nuestro propio planeta”. Tras el regreso del Apolo 11, se dedicó al estudio de la información, muestras de rocas y fotografías que los astronautas recopilaron y siguió involucrada, hasta su jubilación, en la evaluación y selección de lugares de aterrizaje para las siguientes misiones a la Luna y Marte. Murió en 1998, casi 30 años después de aquel gran desafío científico y tecnológico. Tras su muerte sus cenizas viajaron al espacio, ese lugar con el que tanto soñó.

“Estudiar geología otorga una excelente perspectiva y ayuda a comprender que una vida es apenas un instante en la historia de nuestro planeta”

Marie Tharp

Luz y taquígrafos para el fondo oceánico

Hay momentos en la Historia en los que personas con ideas aparentemente descabelladas rompen los esquemas hasta el momento establecidos y nos ofrecen una nueva forma de mirar y entender el mundo. Marie Tharp hizo frente a prejuicios y desprecios para poner luz y color al 70% de nuestro planeta, descubriendonos los misterios que permanecían ocultos bajo el agua de los océanos.

Nació en Michigan (EEUU) en 1920, en una familia que aunaba el amor por las ciencias y por las letras. Quiso estudiar literatura, pero solo admitían hombres, así que se graduó en inglés y música. Era consciente del futuro que le esperaba siendo mujer: maestra, secretaria o enfermera; y eligió la primera opción. Sin embargo, en 1943, inmersos en la II Guerra Mundial tras el ataque a Pearl Harbor, la escasez de hombres favoreció la apertura de nuevos campos profesionales. Marie se inscribió entonces en un máster sobre geología del petróleo y trabajó algunos años en la industria como una de las primeras *Petroleum Geology Girls*.

En 1948, dejó su puesto en la petrolera y probó suerte en Nueva York. Pese a sus másters en Geología y Matemáticas, solo pudo optar a un puesto de delineante en la Universidad de Columbia. En esos años de Guerra Fría, el gobierno de EEUU inyectó grandes cantidades de dinero para el estudio de los océanos y Marie se dedicó, junto al geólogo Bruce Heezen, a localizar aviones militares hundidos. Más tarde, comenzaron a cartografiar el fondo del Atlántico Norte en una colaboración que duró 25 años. Bruce adquiría los datos a bordo del barco y Marie los interpretaba en tierra, ya que las mujeres tenían prohibido embarcar.

En 1953, mientras dibujaba, descubrió que en medio de la dorsal Atlántica había una gran grieta (rift) que, por sus cálculos, debía ser enorme. Consciente de que el descubrimiento era revolucionario, comprobó varias veces sus resultados. Su compañero Bruce despreció inicialmente el hallazgo calificándolo de “*charla de chicas*” y hubo de pasar un año de sonoras discusiones y nuevas evidencias para que diera su brazo a torcer y reconociera que la *chica* tenía razón. El descubrimiento no era baladí, puesto que descartaba la hipótesis imperante de la *Expansión Terrestre* y daba credibilidad a una teoría hasta entonces despreciada, la *Deriva Continental*.

Al mapa del Atlántico Norte le siguieron el del Atlántico Sur, el del Índico, el del Antártico y, finalmente, el de la totalidad del fondo oceánico en 1977. Los océanos nunca volverían a ser una mancha azul uniforme y monótona. Sus mapas revolucionaron el pensamiento geológico y dieron luz a la teoría de la Tectónica de Placas. Sin embargo, su contribución fue silenciada y la comunidad científica no reconoció sus hallazgos hasta la década de los 90. Pese a esto, Marie nunca se abandonó al desánimo ni al resentimiento porque tenía ante sí un reto emocionante: “*un lienzo blanco que llenar con extraordinarias posibilidades, un rompecabezas fascinante que armar. Eso ocurriría sólo una vez en la vida, una vez en la historia del mundo. Hubiera sido una oportunidad para cualquier persona, pero especialmente para una mujer de la década de 1940*”. Y supo aprovechar la oportunidad con creces.

“Les dejé discutir y me dediqué a hacer mapas. Corroboré el viejo dicho de que una imagen vale más que mil palabras”





Ley de
Reforma
Universitaria

Carmina Virgili i Rodon

Un camino firme hacia la democracia

Alteraciones bruscas o prolongadas del clima han sido el detonante de 5 extinciones masivas a lo largo de la historia de la Tierra. Carmina Virgili se apasionó por la mayor de ellas, la del Pérmico-Triásico, que provocó la desaparición del 96% de las especies hace unos 250 millones de años. Lo que quizás no imaginaba, estudiando las rocas de aquella época, es que ella misma sería motor de importantes cambios en nuestra historia reciente.

Carmina nació en 1927 en una familia acomodada de Barcelona. Sus padres se preocuparon de que recibiera educación universitaria cuando aún no era común. Cursó magisterio y más tarde se licenció y doctoró (1956) en Ciencias Naturales por la Universidad de Barcelona, donde ejerció como profesora. Con su madre, farmacéutica, forjó una relación estrecha tras compartir innumerables jornadas de campo, recogiendo plantas primero y haciendo observaciones geológicas después. En una de sus salidas, un paisano que vio a la muchacha por el monte se acercó y les dio las señas de una costurera que le proporcionaría un trabajo con el que *dejar de hacer cosas que no eran de señorita*. Quizás fuera la primera vez, aunque no la última, que Carmina tuvo que enfrentarse a los prejuicios de ser mujer en un ambiente de hombres.

En 1963, se convirtió en la primera catedrática de la Universidad de Oviedo y en la tercera de España. Su presencia insólita y exótica no fue bien acogida en unos claustros universitarios todavía reticentes a la entrada de mujeres. Estas dificultades no consiguieron limitarla y desarrolló su liderazgo incluso en un contexto adverso. En 1968, se traslada a la Universidad Complutense de Madrid donde continúa investigando y dando clase hasta que es nombrada Decana de la Facultad de Ciencias Geológicas, la primera de una facultad española.

Se especializó en la estratigrafía del Triásico y del Pérmico, una época convulsa y de grandes cambios, como el momento político que le tocó vivir. En los últimos años de dictadura, Carmina formó parte de la organización socialista clandestina y se implicó en los cambios que se estaban produciendo en la universidad. En 1982, ocupó la Secretaría de Estado de Universidad e Investigación del primer gobierno de Felipe González y redactó la Ley de Reforma Universitaria y la Ley de la Ciencia. Estas leyes fueron el revulsivo para que la obsoleta universidad franquista se convirtiera en una universidad más democrática, comprometida con la investigación y abierta a la sociedad. Dimitió en 1985 debido a los problemas de salud de su madre. Algunos años después dirigió el Colegio de España en París, donde realizó una incansable labor de difusión cultural y, en 1996, retomó su actividad política como senadora.

“Me quedo con la pequeña satisfacción de pensar que contribuí a hacer los primeros zapatos con los que nuestra universidad comenzó el camino hacia su autonomía”

Su valía humana y científica le permitió superar multitud de prejuicios de género, convirtiéndose en un referente al alcanzar importantes hitos vetados a las mujeres. Su pasión por la geología y su lucha por la democracia y las libertades le valieron innumerables premios y reconocimientos de diferentes universidades y de los gobiernos de Francia y España. Falleció en 2014 y con la donación de su cuerpo a la ciencia perpetuó, más allá de la muerte, su compromiso con la investigación.

María Fernanda Campa Uranga, la Chata

Geología y Revolución

Hay países donde la geología está a flor de piel, y México es uno de ellos. Bañado por dos grandes océanos, México recibe los desvaríos de cinco placas tectónicas que tiñen su paisaje de volcanes, como el colosal Popocatépetl, y donde los grandes terremotos han marcado su historia pasada y reciente. En este revolucionario contexto solo podía surgir una mujer como la Chata Campa.

María Fernanda Campa Uranga nace en Ciudad de México el 22 de marzo de 1940, en el seno de una familia de izquierda militante y combativa. Su padre, Valentín Campa, fue líder sindical del ferrocarril, y pasó la mitad de su vida en la cárcel. Su madre, Consuelo Uranga (la Roja), fue incansable en la lucha por los derechos de la mujer y tenaz defensora de los trabajadores. También era una mujer muy culta, que sostenía a la familia con sus traducciones del francés e inglés, además de dirigir varios periódicos en la clandestinidad. Entre libros, militancia y referentes femeninos, se fue forjando la agitada personalidad de la Chata Campa.

Con apenas 17 años, María Fernanda ingresa en el Partido Comunista Mexicano, iniciando así una militancia activa como líder estudiantil que le permitió conocer al mismísimo Che Guevara en Sierra Maestra. Durante la revuelta de los estudiantes de 1968, tuvo la desgracia de vivir en primera persona la *Matanza de Tlatelolco*, un genocidio que marcó la historia mexicana del siglo XX y que dejó sobre la Plaza de las Tres Culturas un reguero de varios centenares de muertos.

Tras una escolarización brillante, la Chata cursó los estudios de ingeniería geológica en el Instituto Politécnico Nacional, siendo la primera mujer del país con este título bajo el brazo. Como geóloga, también revolucionó el panorama. Participó en la fundación del Instituto Mexicano del Petróleo y en la creación del Grupo de Ingenieros Constitución del 17, cuyo objetivo era defender el carácter público e inalienable de las riquezas del subsuelo. Trabajó durante años en la exploración de yacimientos para Pemex (Petróleos Mexicanos), donde realizó su doctorado en 1977. Fue entonces cuando la Chata dio el paso a la docencia, fundando la Escuela de Ciencias de la Tierra en la Universidad de Txaco, para terminar como profesora en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Su marca profesional fue la perseverancia y la generosidad. Durante el terremoto de 2017, ya anciana, lideró a un grupo de investigadoras para cartografiar los efectos de la sacudida sísmica en Ciudad de México.

En enero de 2019, a los 78 años de edad, murió la Chata Campa. La Cámara de los Diputados de México guardó un minuto de silencio en su memoria. Se marchó una mujer luchadora, reivindicativa, que dio un sentido ideológico a la profesión. Su gran amiga, la escritora Elena Poniatowska, le dedicó esta frase: *tú levantas torbellinos a tu paso*.

“Geología y Revolución” fueron las dos pasiones de esta geóloga menudita, de nariz aplastada, a la que le gustaba mucho leer y platicar en los cafés de sobremesa; trasegar por la vida con esa cadencia propia de los trópicos, al abrigo también de las turbulencias de la Tierra.

“Sólo leyendo, estudiando y cuestionando podemos salir de la ignorancia. Nuestra sacudida pasa por la cultura”





Katia Krafft

Vida (y muerte) al borde del volcán

La majestuosidad de los volcanes ha cautivado a todas las culturas desde tiempos inmemoriales. No en vano, han protagonizado multitud de mitos y leyendas que pretendían dar algún sentido a su pavorosa y letal belleza. Katia Krafft no fue inmune a esa atracción y su osadía al acercarse a ellos nos ha proporcionado un legado científico inigualable.

Katia Conrad nació en la región francesa de Alsacia en 1942. Durante su adolescencia devoraba todo lo que cayera en sus manos sobre volcanes. Sus padres, una maestra y un obrero sin relación alguna con la geología, la llevaron de viaje a Sicilia para que saciara su sed de estos grandes colosos viendo el Etna, el Stromboli y el Vulcano. Estudió en la Universidad de Estrasburgo, donde se especializó en física y geoquímica. Curiosa y metódica, su primer trabajo científico le brindó reconocimiento como joven promesa de la vulcanología. En esos años conoció a quien sería su marido y compañero, Maurice Krafft; un geólogo que, como ella, había crecido soñando con volcanes. A partir de aquí, sus trayectorias personal y profesional se hacen indisolubles.

Katia y Maurice dedicaron su vida a viajar a cualquier lugar del mundo ante el mínimo indicio de erupción inminente. Cámara en ristre, fueron pioneros en fotografiar y filmar volcanes a poca distancia de la lava. Eran conscientes de que su pasión por los volcanes eclipsaba por completo su percepción del peligro. Como si fueran atraídos por hechizantes cantos de sirenas, se acercaban sin reservas a un peligro del que cualquiera huiría sin dudar. A veces, decían, no podían grabar y todo lo que hacían era quedarse quietos, hipnotizados por el calor y la lava que desprendían. Tachados de extravagantes en sus inicios, erupción tras erupción, sus reportajes comenzaron a despertar mayor interés entre la comunidad científica, público y autoridades.

A pesar de que las muestras de gases y rocas que tomaban permitieron desarrollar investigaciones relevantes, fue la divulgación de ese conocimiento lo que hizo a los *Demonios del volcán* cada vez más reconocidos. En los últimos años, trabajaron en el diseño de campañas de información sobre el riesgo volcánico y en el desarrollo de dispositivos de alarma y auxilio. Su documental sobre las devastadoras consecuencias de la erupción del Nevado del Ruiz (Colombia, 1985) sirvió para convencer a las autoridades Filipinas, en 1991, de que la evacuación de la población era necesaria ante la inminente erupción del Pinatubo, salvando miles de vidas.

“No es que coquetees con la muerte, a estas alturas no me importa, está el placer de acercarse a la bestia pese al riesgo de que te pueda atrapar”

Ese mismo año despertó el Monte Unzen tras más de dos siglos de letargo. Como era habitual, Katia y Maurice lo dejaron todo para viajar a Japón y filmar la que calificarían como “*la erupción más peligrosa que habían visto en su vida*”, y ya habían sido testigos de más de 150 en sus 25 años de carrera. Pese a su experiencia y precauciones, no pudieron evitar que una nube ardiente de gases, rocas y cenizas les envolviera en cuestión de segundos. Fallecieron junto a otro vulcanólogo y cuarenta periodistas que cubrían la noticia de la erupción. Aunque ante nuestros ojos su final pueda parecer trágico, los Krafft murieron como eligieron vivir: juntos y “*cerca de un cráter, sintiendo su calor en la cara*”.

Kathryn Dwyer Sullivan

Nuestra EVA espacial

«*Pelo castaño, ojos verdes, 1,67 m de altura y 68 kg de peso*», así describe la ficha oficial de la NASA a la primera mujer de la historia que caminó por el espacio.

Kathryn Dwyer Sullivan nació el 3 de octubre de 1951 en Paterson (New Jersey). Su padre, ingeniero aeroespacial, transmitió a su hija el entusiasmo por todo lo relacionado con el Cosmos. Pero hete aquí que la joven Kathryn decidió poner los pies en la Tierra y estudiar Geología en la Universidad de California, licenciándose con honores en 1973. Cinco años más tarde, en las frías y viejas tierras de Nueva Escocia (Canadá), consiguió su doctorado por la Universidad de Dalhousie. Durante sus estudios en Canadá, Sullivan participó activamente en una serie de expediciones oceanográficas sobre la dorsal Atlántica y el Océano Pacífico.

En el verano de 1979, la Dra. Sullivan dio un giro copernicano a su carrera, cambiando las turbulentas aguas marinas por el atronador silencio espacial. Tarde o temprano, uno regresa a la infancia. Ya convertida en una aventajada astronauta de la NASA, se embarcó en el Transbordador Espacial Challenger para vivir su primera misión espacial. Con 33 años recién cumplidos, el 11 de octubre de 1984, Kathryn Dwyer Sullivan hizo historia: fue la primera mujer en realizar una EVA (Actividad Extra-Vehicular). Junto a su compañero, David Leetsma, caminaron durante tres horas y media por el ingravido espacio para mostrar al mundo que el Challenger podía repostar en órbita.

Kathryn Sullivan protagonizó dos vuelos espaciales más. En abril de 1990, en el Transbordador Espacial Discovery, contribuyó al despliegue del telescopio Hubble, el ojo humano más allá de la atmósfera terrestre. Dos años más tarde, en abril de 1992, Sullivan fue nombrada comandante del Laboratorio Atmosférico de Aplicaciones y Ciencias, ubicado en el módulo de carga del Transbordador Espacial Atlantis. Desde allí dirigió 12 experimentos científicos para escudriñar la atmósfera de la Tierra.

Tras contar en su haber con 532 horas en el espacio, Kathryn Sullivan abandona definitivamente la Nasa en 1993 para ocupar cargos de relevancia en diferentes instituciones científicas. En el año 2011, el senado de los Estados Unidos ratifica -por unanimidad- la propuesta del presidente Barack Obama de nombrar a la Dra. Sullivan con el cargo de Subsecretaria de Comercio para la Observación y Predicción Ambiental, así como Administradora Adjunta de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA). La geóloga consigue aunar Tierra, Mar y Aire bajo el ala de una gran responsabilidad política.

En el año 2017, cesa de los cargos públicos y se permite una vida dedicada a la divulgación científica. Pero aún le quedaba una hazaña más para sorprender al mundo. En junio de 2020, 36 años después de la caminata espacial, Sullivan se convierte en la primera mujer en llegar al *Challenger Deep*, el punto más profundo de la Tierra, ubicado a casi 11,000 m de profundidad en el Pacífico Sur.

Kathryn D. Sullivan ha llevado una vida de altibajos, en el sentido más literal de la palabra. Es lo que tiene ser una mujer de altos vuelos y honda sabiduría.

El ruido de sus pasos
por el espacio seguirá
deambulando por los
confines del Universo.



Plumas y pincel



Rosa María Mateos

Es geóloga y escritora. En su profesión, Rosa tiene que lidiar con las montañas que se caen y otros delirios de la corteza terrestre.

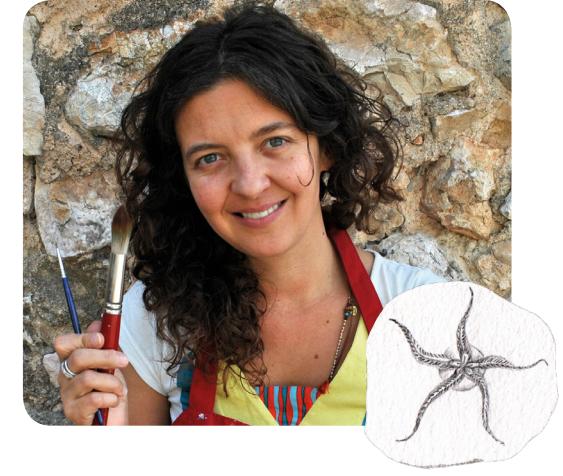
Como escritora, es una cuentista empedernida, aunque últimamente se ha pasado al rollo de la novela corta. El blog www.laletradelaciencia.es refleja su faceta literaria. En el universo de la divulgación científica, *la Mateillo*s lo da todo y mucho más.



Ana Ruiz Constán

Es geóloga. Curiosa y amante de la naturaleza, nuestro planeta pronto la embaucó con reclamos de terremotos y volcanes.

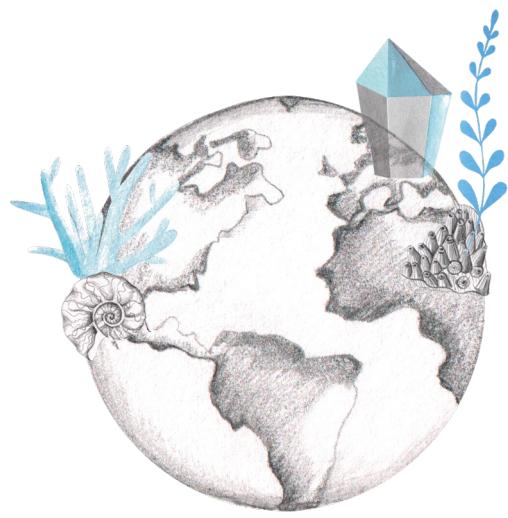
Ahora radiografía el interior de la Tierra y analiza sus cicatrices externas para acercarse un poco más a su historia y secretos más íntimos. Anda en busca y captura de cualquier iniciativa que ayude a mostrar la Geología como lo que es, una ciencia apasionante y útil para la sociedad.

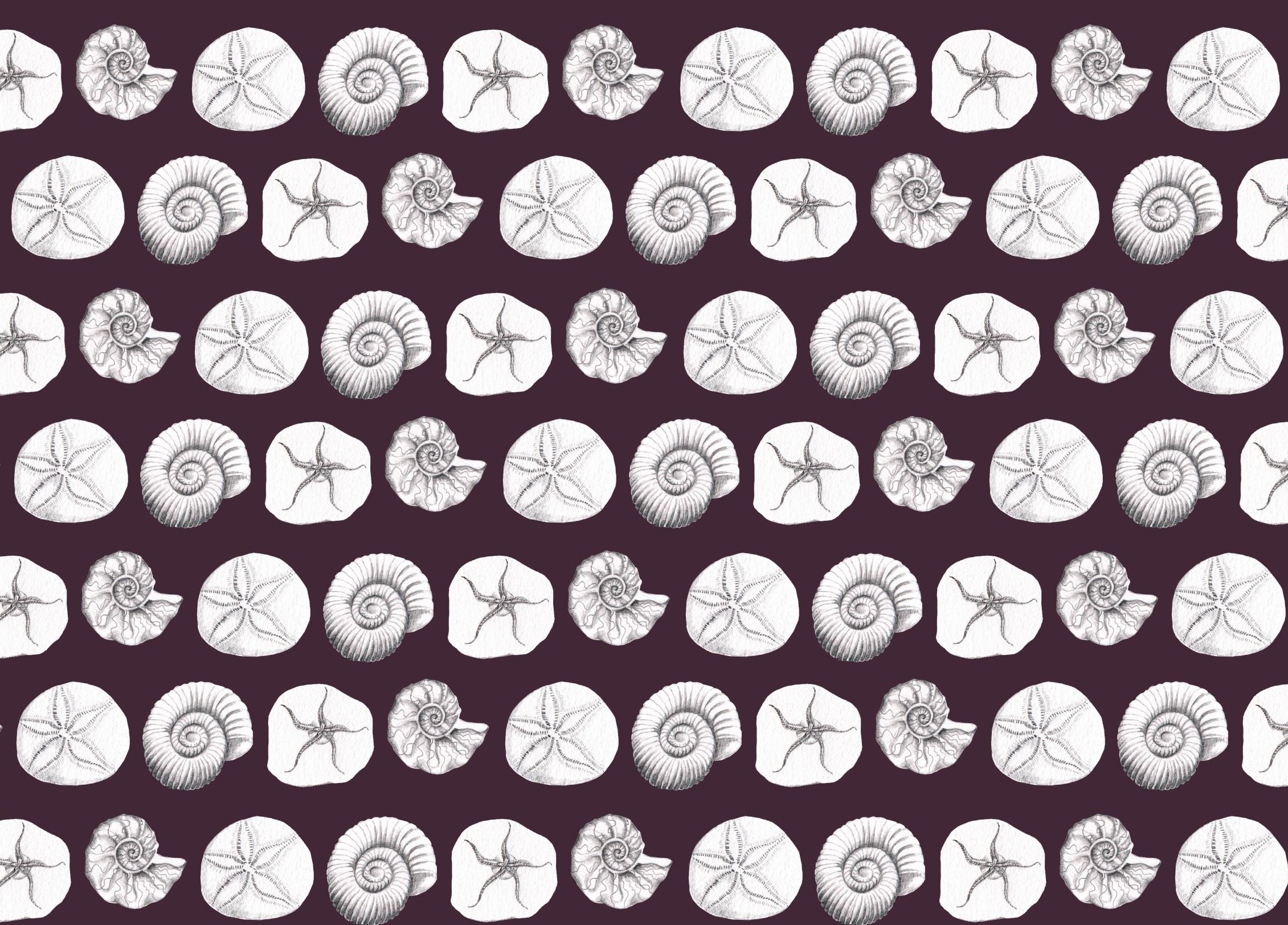


Nívola Uyá

Es ilustradora y ambientóloga. Cambió los informes por los pinceles, y ahora traslada el amor a la Tierra y a la Naturaleza en libros, murales y materiales divulgativos.

Con sus colores ha visitado los afloramientos de estromatolitos en Mallorca, los baobabs del África occidental, el bosque húmedo de la Huasteca mexicana o las altas cumbres del Himalaya. Tiene estrella, pues siempre se embarca en proyectos luminosos con personas inspiradoras de las que aprender, como aquí, en GEAS. www.nivolauya.com







GEAS: Mujeres que estudian la Tierra nos invita a recorrer las diferentes disciplinas de las Ciencias de la Tierra de la mano de doce mujeres valiosas y valientes. Sus vivencias y desafíos vitales son un bello e ilustrador testimonio de la evolución del papel de la mujer en la Ciencia.

