

David Blanco Laserna

LA ISLA BAJO EL MAR

CÓDIGO
CIENCIA



ANAYA

APÉNDICE

Pero ¿a quién se le ocurre?

Marie Tharp

Para convertirse en una exploradora excepcional, a Marie Tharp no le hizo falta ni levantarse de la silla. A ella le gustaba explicarlo así:

Pocas personas pueden decir de su vida lo mismo que yo: «el mundo entero se extendía ante mí» (o, al menos, el setenta por ciento que cubren los océanos). Tenía a mi disposición un lienzo en blanco que podía cubrir con posibilidades extraordinarias, un puzle fascinante que montar: el mapa del vasto y oculto fondo marino del planeta. Se trataba de una oportunidad única en la vida (única en la historia del mundo) para cualquiera, pero en particular para una mujer en la década de 1940.

Marie Tharp nació el 30 de julio de 1920 en Ypsilanti, en el estado de Michigan, aunque si el parto se hubiera anticipado o retrasado unos días, hubiera podido nacer casi en cualquier otro rincón de Estados Unidos. Los Tharp hacían las maletas con la misma facilidad con que otras familias se preparan un bocadillo de mortadela.



Marie Tharp, cartógrafa de lo desconocido.

El padre recorría el país de punta a punta, estudiando la composición de los suelos y trazando mapas. En verano visitaban los estados del norte y en invierno, los del sur. Cada mañana, al despertarse, Marie se frotaba los ojos, un poco desorientada. «¿Estoy en Alabama? —se preguntaba— ¿o en Oregón?». Consiguió sacar adelante sus estudios un poco a salto de mata, después de pasar por treinta colegios. Imagínate cuántas veces tuvo que despedirse de sus amigos.

Tanta mudanza terminó por afectar a su carácter. Cuando le llegó el momento de ir a la universidad, fue incapaz de decidirse por ninguna carrera y cada semestre cambiaba de opinión. Parte del problema residía en que las mujeres, en aquella época, solo podían ser enfermeras, maestras o secretarias. Marie consideró las tres posibilidades: «No se me daba nada bien escribir a máquina y tampoco soportaba la visión de la sangre, así que decidí probar con la enseñanza y me apunté a varios cursos de pedagogía, que me convencieron de que tampoco me apetecía mucho dar clases».

Un suceso inesperado vino a sacarla del atolladero. El bombardeo japonés a la base militar de Pearl Harbor, en Hawái, provocó la entrada de Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial, en 1941. Los norteamericanos fueron llamados a filas y tuvieron que abandonar sus puestos de trabajo. Muchos oficios habían sido tradicionalmente masculinos: mineros, carteros, conductores de tranvía y... también científicos. Mientras los hombres estaban en el frente, ¿quién iba a hacerse cargo de ellos? Las mujeres tomaron el relevo. En 1944, Marie obtuvo un flamante título de Geología en la Universidad de Michigan. Dos años después firmó muy contenta su primer contrato con una compañía petrolera, pero se llevó un chasco monumental. Después de matarse a estudiar, sus jefes pretendieron emplearla como... secretaria. Marie los mandó a paseo y partió rumbo a Nueva York, en busca de oportunidades, en ese nuevo horizonte que se estaba abriendo a las mujeres.

Su destreza para el dibujo técnico llamó enseguida la atención de un grupo de oceanógrafos de la Universidad de Columbia. La contrataron como ayudante del departa-

mento, pero en cuanto Bruce Heezen, un joven geólogo marino, puso un ojo en sus mapas, se empeñó en que trabajara en exclusiva para él. Así se fraguó una de las alianzas científicas más productivas del siglo xx. Y también, una de las más explosivas. Muchos años después, un estudiante todavía recordaba las precauciones que había que adoptar antes de entrar en su despacho: «Se escuchaban bufidos y bramidos y, en ocasiones, el sonido de objetos que se rompían. Bruce se dedicaba a patear la papeletera por toda la habitación y Marie podía arrojarle un pisapapeles».

A partir de 1952, el tándem Tharp-Heezen se propuso retirar el velo de agua que cubría el misterioso fondo marino. Pocos científicos de la época compartían su interés. La mayoría consideraba el suelo oceánico tan excitante como el fondo de una piscina: una superficie más o menos plana, cubierta de agua estancada, que iba acumulando peces muertos y la arena que el viento y los ríos arrastran hasta el mar. Lo único atractivo que se podía encontrar allí abajo era un galeón hundido. Sin embargo, en la Universidad de Columbia se tomaban muy en serio el significado de la palabra *geología*. Se compone de dos términos griegos, *geo*, «Tierra», y *logos*, «conocimiento». Si aquella ciencia buscaba de verdad el «conocimiento de la Tierra» hasta entonces los geólogos habían sido un poco perezosos, porque se habían limitado a estudiar la tierra firme. Se estaban perdiendo la parte que quedaba sumergida, que era ¡el 70 % del total! Era como criticar un libro de doscientas páginas leyendo solo sesenta y al azar.

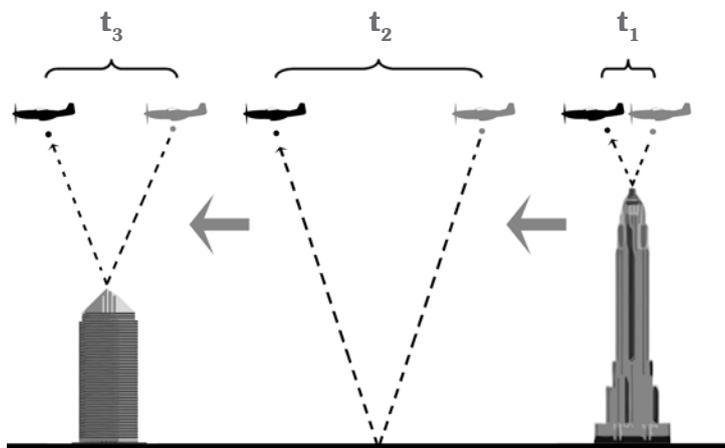
Con todo, no resultaba fácil leer las páginas hundidas. La luz apenas penetra más de 150 m en el agua. El

fondo del mar no se puede contemplar desde lo alto, no queda más remedio que bajar a echar un vistazo. Sin embargo, a medida que un cuerpo desciende en el mar, aumenta la columna de agua que se acumula encima de él. El agua pesa mucho más que el aire y los océanos tienen una hondura media de tres kilómetros y medio. A esa profundidad, el agua te somete a una presión de unas 300 atmósferas, es decir, una presión 300 veces superior a la que soportas sobre la superficie. ¡Imagina que tuvieras que caminar con una garrafa de agua de 3 000 metros de altura encima de la cabeza! Hasta un tanque se aplastaría bajo esas presiones formidables.

En los años en los que Marie entró a trabajar en la Universidad de Columbia, el récord de profundidad para un vehículo submarino se había fijado en 1 370 metros. Si los geólogos no podían desplazarse hasta el fondo del mar ni observarlo desde la superficie, ¿cómo averiguaron entonces qué aspecto tenía? La respuesta es que no lo vieron, lo escucharon. Aunque, por supuesto, el océano no se puso a contarles lo bonito que era por dentro.

Imagina que sobrevuelas una ciudad armado con una pelota y que la haces rebotar contra cualquier objeto que encuentres debajo, registrando el tiempo que tarda en ir y volver. Si la pelota choca contra la azotea de un rascacielos, regresará enseguida y medirás un tiempo corto. En caso de que no halle ningún obstáculo antes de tocar la acera, recorrerá una distancia más larga y tardará más en regresar. Conociendo la velocidad con que arrojas la pelota, puedes transformar los tiempos que mides en distancias. Así, para cada lanzamiento obtendrías un dato de profundidad y podrías ir trazando un perfil de la ciudad a lo largo de tu recorrido.

El sónar funciona de manera parecida, pero lo que rebota no es una pelota, sino una onda de sonido, que penetra muy bien en el agua.



Los tiempos más cortos corresponden a «profundidades» menores.

La primera región submarina que lograron cartografiar los geógrafos fue el Atlántico Norte. Comenzaron dibujando sobre una carta náutica una serie de líneas horizontales, que conectaban América, en un extremo, con la costa de Europa y África, en el otro. Después, organizaron una expedición que debía recorrer cada una de las líneas sobre el mar. A lo largo de la travesía, el barco iría sondeando el fondo. Como no contaban con demasiado presupuesto, solo pudieron pagar seis viajes. El dinero no fue la única limitación. El suministro eléctrico del barco era inestable y bastaba con que un marinero abriera la nevera para cortar la corriente al sónar. Cuando la tripulación estaba hambrienta, el registro del sónar se volvía un completo desastre.

Al capitán tampoco le resultaba fácil seguir al pie de la letra las líneas rectas que le habían trazado sobre el mapa. A veces no le quedaba más remedio que desviar el rumbo para huir de una tormenta o aprovisionarse.

Llegó el día en el que Heezen descargó una montaña de papel sobre la mesa de Marie y le espetó: «Toma, haz algo con todo esto». Con «algo» quería decir un mapa y con «esto» se refería a las decenas de miles de datos que había acumulado el barco. En lugar de desmayarse, Marie se armó de paciencia. Fue dibujando, uno detrás de otro, todos los registros de profundidad en una larguísima sábana de papel. Después fue uniendo los puntos y así obtuvo un perfil del fondo del mar a lo largo de la primera travesía. Repitió la operación con la segunda, y no se detuvo hasta que hubo completado los seis perfiles, que ordenó de norte a sur, colocándolos en paralelo. Ahora quedaba la parte más difícil. Aquellos perfiles eran toda la información que tenía para elaborar un mapa en tres dimensiones del Atlántico Norte. No conocía la profundidad en las zonas por donde no había pasado el barco que, por supuesto, eran mucho más numerosas que aquellas por las que sí lo había hecho. ¿Cómo rellenar las lagunas? Por suerte, Marie había crecido entre los mapas de su padre y recorriendo los paisajes que retrataban. Durante sus viajes había ido aprendiendo los gustos y costumbres de la corteza terrestre cuando se pliega. Allí donde no tenía información se dejaba guiar por su instinto. Con todo, para reflejar su incertidumbre, también quiso incluir sirenas y naufragios en los puntos inexplorados del mapa, pero Heezen no le dejó.

Al combinar los perfiles advirtió que, aproximadamente en el centro de los seis, asomaba la misma joroba. Correspondía a una larga cordillera montañosa, la dorsal

mesoatlántica, que dividía en dos la cuenca del océano Atlántico. Su aparición no sorprendió a Marie, porque se había descubierto en 1876, durante una expedición científica que buscaba la mejor ubicación para un cable de telégrafo intercontinental. Algo, sin embargo, hizo que frunciera el ceño. En lugar de un remate en forma de uve invertida (Δ), como había esperar de una montaña, Marie se encontró con una U. Es decir, la cumbre no sobresalía en punta hacia arriba, sino que se hundía en el centro, como si hubiera un canalón excavado a lo largo de la cresta de la dorsal. Este rasgo tan singular dio que pensar a Marie. Aquel paisaje le sonaba de algo. Entonces cayó en la cuenta: le recordaba al Valle del Rift, que se extendía en la región de los Grandes Lagos de África.

Años después, Heezen reconoció que al escuchar las conclusiones de Marie no se las tomó en serio: «Las descarté considerándolas como un simple parloteo de chicas». No solo se estaba dejando llevar por un prejuicio machista. El Rift es básicamente una grieta por la que aflora magma de las profundidades de la Tierra. A medida que la masa fundida se abre camino hacia la superficie, va desplazando hacia los lados la materia que encuentra a su paso, igual que una muela, cuando sale, desplaza al resto de los dientes. Marie estaba convencida de que a lo largo de la dorsal se generaba sin cesar corteza terrestre. Eso implicaba que el viejo suelo, al verse desplazado por el nuevo, tendría que poner en movimiento los continentes y separarlos. Parecía una idea bastante loca. ¿O no?

En 1912, un osado meteorólogo berlinés, Alfred Lothar Wegener, había propuesto que los continentes no se están quietos en su sitio, sino que se comportan como lentos peregrinos. La imagen resultaba sugerente, pero desa-

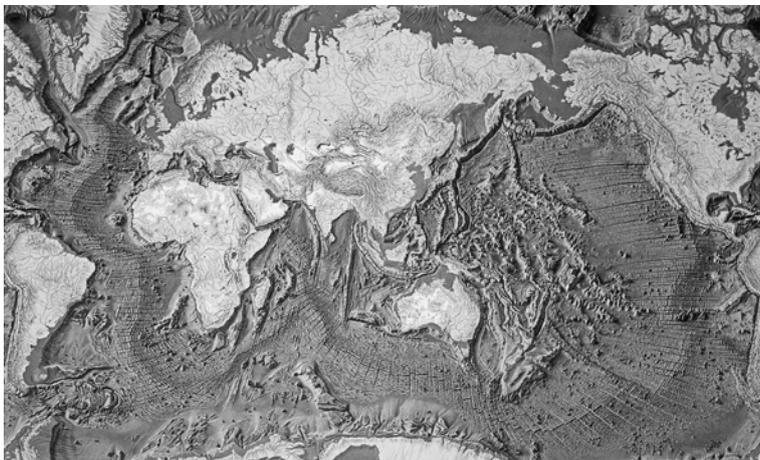
fiaba la noción tradicional que se tenía de una Tierra estática. Además, Wegener no logró definir un mecanismo convincente para explicar cómo ni por qué se desplazaban los continentes. Hacia 1940 la mayoría de los geólogos consideraba la teoría como un cuento de hadas. Según Marie: «la mera sugerencia de que alguien creía en ella servía para poner en evidencia que algo no funcionaba bien en su cabeza». Por tanto, Marie no solo había descubierto un rasgo curioso de una cordillera submarina. Se trataba de una prueba sólida a favor de una teoría revolucionaria, que alteraba por completo la visión de la Tierra, de su dinámica, su historia y de la propia evolución de la vida en su superficie.

Aunque se hubiera burlado de ella, Heezen se quedó con la mosca detrás de la oreja. En un momento de inspiración, se le ocurrió colocar un mapa que presentaba los puntos con más actividad sísmica submarina del Atlántico Norte encima del mapa de Marie. Al encender una lámpara debajo, se superpusieron las dos imágenes y comprobó que los terremotos se situaban justo a lo largo del canalón de la dorsal. Aquello lo convenció de inmediato. La actividad volcánica es una fuente de terremotos y allí donde aflora magma hay volcanes. Se trataba de un descubrimiento colosal, pero podía ser más grande todavía, porque se conocía la existencia de cinturones de actividad sísmica en el fondo de otros mares, en regiones que nadie había sondeado. ¿Allí también habría ocultas bajo el agua grietas donde nacía suelo oceánico? Marie y Heezen se morían por comprobarlo. Sin embargo, no todo el mundo compartía su entusiasmo. La gente que se había reído de Wegener a carcajadas ahora se sentía un poco estúpida. Entre ellos figuraba un gran geólogo, Maurice Ewing, jefe de Marie y Heezen, al que no hacían ninguna gracia los

derroteros que estaba tomando su investigación. Empezó por no compartir con ellos los datos de nuevos sondeos, después se dedicó a hacerle la vida imposible a Heezen y acabó por despedir a Marie.

Otra persona hubiera tirado la toalla, pero ella se empeñó en llevar su investigación hasta el final, al precio que fuera. Los estudiantes de Columbia la ayudaron, pasándole a escondidas los datos que atesoraba Ewing. Cada centímetro cuadrado de la casa de Marie quedó ocupado por láminas gigantescas, que reflejaban datos de las profundidades o el dibujo de sus accidentes. Los mapas inundaron las habitaciones como un mar encrespado de papel. El océano Índico pronto conquistó el dormitorio principal y luego se desbordó hasta la cocina; el Pacífico anegó el comedor.

En 1977 Marie completó la hazaña de dibujar, por primera vez, un mapa que cartografiaba toda la superficie de la Tierra, incluyendo el 70% que había permanecido oculto hasta entonces bajo el agua. Nadie antes había abordado un mapa de esas dimensiones. Ella resumió así su gesta: «No puedes encontrar nada más grande que esto, al menos, no en este planeta». Su dibujo revelaba con claridad que el canalón de la dorsal atlántica no era un fenómeno aislado. Formaba parte de una red de costuras de 50 000 km, que serpenteaba por toda la superficie del globo, como si la Tierra fuera un enorme balón compuesto a base de zurcidos. En palabras de Heezen, era una herida que nunca cicatrizaba. Los dibujos de Marie mostraban las líneas donde nacía la corteza terrestre. Al echar un vistazo a su mapa, la increíble teoría de Wegener parecía casi evidente.



El mapa más ambicioso del mundo, en la versión artística del paisajista austriaco Heinrich Berann.

Cuando en diciembre de 1981 la revista National Geographic publicó una versión artística del mapa, produjo un impacto extraordinario. Por primera vez los habitantes de la Tierra pudieron contemplar el verdadero rostro de su planeta, sin tapujos, como si el agua se hubiera evaporado y nos permitieran espiar, colgados de las nubes, el fondo del océano. El mapa no solo reflejaba datos. En gran medida era una creación de Marie, un compendio de todo su saber geológico y de su instinto cartográfico. Igual que había hecho en su primer trabajo con el Atlántico Norte, tuvo que rellenar numerosas lagunas a base de intuición. Hoy en día contamos con una información global más precisa sobre el relieve del fondo oceánico, gracias a los satélites. Sónares más sofisticados han sondeado con gran detalle áreas concretas del mar, pero en general, se puede decir que todavía conocemos mejor la geografía de planetas

como Marte o Venus, que no están velados por una capa de agua, que el fondo del nuestro. Allí nos siguen aguardando espléndidos paisajes, las montañas más elevadas, los valles más extensos, los abismos más profundos, a la espera del viajero que algún día se atreva a explorarlos. Como dijo una vez el zoólogo marino Mike deGruy: «Si quieres dejar todo atrás y ver algo que nunca hayas visto antes o tener la oportunidad de observar algo que nadie haya contemplado jamás, súbete a bordo de un submarino».

Los archivos de Código Ciencia

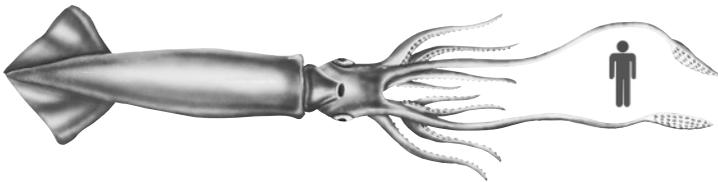
¿Quién mora en las profundidades?

El manto del mar no solo esconde paisajes imponentes. Entre su superficie, que agita el viento, y su fondo, que solo se atreven a perturbar los terremotos y los volcanes, se despliega un volumen de unas 1400 000 000 000 000 000 toneladas de agua, que constituyen un 99% de la biosfera. Este espacio acoge la mayor diversidad de especies conocida en el planeta. De entre todas ellas, hemos seleccionado tres de las más sorprendentes, que además se cruzaron con Rui en su accidentada aventura.

ARCHITEUTHIS

Los animales legendarios están condenados a desvanecerse una vez cruzas la frontera de la imaginación. Nadie se ha tropezado jamás con un dragón, un ave fénix o un unicornio. El Kraken de la mitología escandinava, el calamar gigante que robó el sueño de los marineros durante siglos, corrió una suerte muy distinta. No solo nos ha visitado en pesadillas. De vez en cuando su cuerpo vara en nuestras playas, aunque siempre llega sin vida, como si el mundo real fuera la última parada de sus quiméricas andanzas. Incluso muerto, el *Architeuthis* roba el aliento,

con su feroz mandíbula de pico de loro y un cuerpo que, erguido, alcanzaría el techo de un edificio de cinco plantas. No es de extrañar que los científicos se obsesionaran con observarlo vivo, mar adentro. Sin embargo, la timidez del *Architeuthis* resultó tan colosal como su tamaño y no se dejaba atrapar ni la sombra. Dos expediciones españolas, dirigidas por el biólogo Ángel Guerra, estuvieron a punto de conseguirlo, en 2001 y 2002. Por fin, en el verano de 2012, el *Architeuthis* se convirtió en uno de los pocos mitos que han sido grabados con una cámara de vídeo. El acontecimiento tuvo lugar al sur de Japón, en el archipiélago de Ogasawara. El calamar fue atraído gracias a un ingenioso cebo luminoso, ideado por la oceanógrafa Edith Widder.



El imponente Architeuthis o calamar gigante.

Dadas sus dimensiones, uno podría pensar que el *Architeuthis* poco o nada tiene que temer de otros animales, pero el mar alberga depredadores incluso mayores. El combate entre el *Architeuthis* y el cachalote debe de ser uno de los espectáculos más sobrecogedores que ofrece la naturaleza, pero ningún ojo humano ha tenido el privilegio de observarlo. Solo se han estudiado los restos de la batalla: señales de ventosas en torno a la boca de los cachalotes y restos de *Architeuthis* en sus estómagos.

Los calamares no solo destacan por el tamaño de alguna de sus especies, quizá sean, junto con los pulpos, los invertebrados más inteligentes. Ofrecen un vislumbre de hasta qué punto podría resultarnos ajena una inteligencia extraterrestre, ya que el sistema nervioso de los cefalópodos es muy distinto al de los vertebrados. Los calamares son capaces de cooperar, de utilizar herramientas y de dialogar entre sí como verdaderos artistas. Al relajar o contraer los cromatóforos —unas células que contienen pigmento, bajo la epidermis—, alteran el color de su piel. Algunos científicos conjeturan que llegan a manejar un lenguaje relativamente complejo, donde los cambiantes patrones de color que exhiben sus cuerpos funcionan como verbos, nombres y adjetivos.

SIFONÓFOROS

El agua, el cielo de los habitantes del mar profundo, con frecuencia se enciende bajo un glorioso espectáculo de fuegos artificiales. La capacidad de los seres vivos de emitir luz, la bioluminiscencia, se exhibe rara vez en tierra. ¿Alguna vez has visto una luciérnaga? En los océanos, sin embargo, puedes encontrar luz prácticamente en cada recodo del camino. La pólvora que emplean los animales marinos para alumbrarse se llama luciferina. En el mar relumbra casi cualquier clase de seres vivos: bacterias, medusas, peces, camarones, calamares, crustáceos, algas, corales, anémonas, estrellas de mar... Entre todos ellos, destaca la belleza de los sifonóforos. También ofrecen uno de los ejemplos más asombrosos de cooperación en la naturaleza. Cada sifonóforo está integrado por un equipo de pólipos y medusas. ¿Cómo se reparten las tareas?

- Una medusa llena de gas hace de flotador.
- Un puñado de medusas trabajan como motores de la colonia. La impulsan apuntando su cuerpo en una dirección determinada y expulsando agua a presión.
- Una cuadrilla de pólipos, armados de bocas y tentáculos, se encargan de la defensa y de capturar alimento. La comida se reparte entre todos los miembros del sifonóforo a través de un líquido interno que los conecta entre sí.
- Otro grupo de pólipos se ocupa de la reproducción.



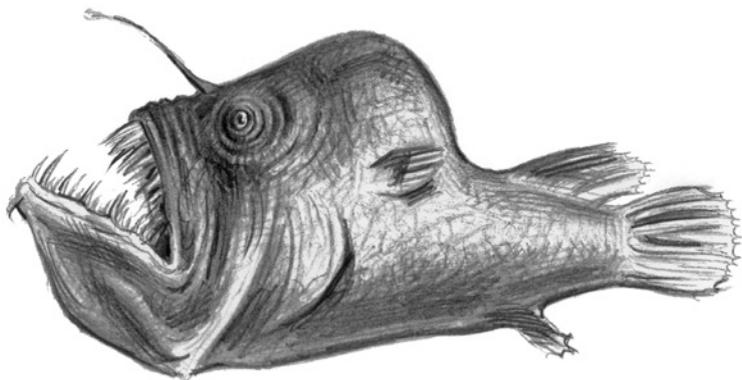
Un sifonóforo de lo más singular: la carabela portuguesa.

Los miembros de un sifonóforo no pueden desertar. Las medusas propulsoras son incapaces de alimentarse solas y los pólipos, que en libertad viven fijados al suelo o a una roca, no podrían subsistir a la deriva de las corrientes marinas. A pesar de su bonita apariencia de decoración navideña, conviene no acercarse demasiado a los si-

fonóforos, porque sus tentáculos, que alcanzan varios metros de longitud, están plagados de minúsculos aguijones venenosos. La perfecta coordinación de sus pólipos y medusas los convierte en depredadores implacables, que a veces logran capturar peces de tamaño considerable.

DIABLO NEGRO

Aquí tenemos un sólido candidato al animal más feo del planeta. Según criterios humanos, claro está, porque ellos probablemente consideren horribles a las personas. El diablo negro fue portada de la revista *Time* en agosto de 1995 y desde entonces se ha convertido en el gran icono de la fauna abisal.



Una irresistible diablesa (Melanocetus johnsonii).

Estos peces enarbolan una ampolla luminosa sobre la cabeza, como si sostuvieran un fanal con el que alumbrarse en las tinieblas submarinas.

Durante un tiempo intrigó a los biólogos el hecho de que solo conseguían capturar diablasas negras. ¿Dónde se escondían los machos? Después de una inspección más atenta, advirtieron que las hembras con frecuencia venían acompañadas de un pequeño parásito. ¡Allí tenían al diablillo que andaban buscando! En esta especie, la hembra es seis veces más grande que el macho. Cuando llega el momento de la reproducción, el diablo busca su diablesa y termina por instalarse para siempre en su organismo. Su piel se fusiona con la de ella, sus órganos se atrofian y pasa a convertirse en un invitado de lujo, que recibe alimento y riego sanguíneo a cambio de fertilizar de vez en cuando los huevos de la hembra.

Los alquimistas de la oscuridad

Hay que admitir que cuando la vida surgió en la Tierra, hace unos 3800 millones de años, nuestro planeta era cualquier cosa menos un lugar donde te apeteciera pasar las vacaciones. El sistema solar era bastante peligroso entonces y nuestra endeble atmósfera ofrecía escasa protección. Azotada por la radiación ultravioleta y acribillada por un continuo bombardeo de meteoritos, cualquier forma primitiva de vida que intentara abrirse camino corría el riesgo de acabar aplastada o achicharrada en menos que canta un gallo.

En contraste con el infierno que se desataba en la superficie, el fondo del mar profundo brindaba un refugio seguro. Hasta allí no llegaban los meteoritos, no llegaba la radiación ultravioleta... tampoco llegaba la luz. Sin ella, ¿era posible la vida? Hasta 1977 la mayoría de los biólogos hubiera respondido que no. Gran parte de los seres

vivos se alimenta de otros seres vivos, como las personas, que comemos plantas o carne de otros animales, pero no arena o trozos de metal. Solo las plantas, las algas y algunas bacterias son capaces de alimentarse a partir de materia inorgánica. No solo se alimentan: fabrican la materia orgánica que compone sus propios cuerpos, que sirven de comida para el resto de seres vivos. De este modo, forman la base de cualquier ecosistema. La receta con la que estos alquimistas cocinan materia viva a partir de materiales inertes se llama fotosíntesis y requiere tres ingredientes fundamentales:

- luz
- dióxido de carbono
- agua

Esta receta resulta impracticable en el fondo del mar, donde reina una completa oscuridad. Por tanto, el problema de cómo surgió la vida en la Tierra conduce a una paradoja desconcertante. Cuando tuvo lugar, la superficie iluminada del planeta parecía el escenario de una película apocalíptica, ideal para aniquilar cualquier atisbo de vida en lugar de favorecer su aparición. En el fondo de los océanos se disponía de la tranquilidad necesaria, gracias a un escudo de agua de varios kilómetros de espesor, que por desgracia también absorbía toda la luz. Entre tinieblas nadie puede sobrevivir. Con suerte, solo prosperan comunidades muy modestas de carroñeros, que dependen de las migajas que caen del banquete que otros seres vivos se dan en las capas superiores del mar, bañadas por el sol.

El 19 de febrero de 1977, el submarino Alvin se sumergió en aguas del Pacífico, en un punto al nordeste de

las islas Galápagos. Su cometido no tenía relación alguna con el estudio de la vida, sino con el de la actividad geológica del fondo. Por eso, no invitaron a ningún biólogo a bordo, aunque, la verdad, tampoco andaban sobrados de espacio. La cabina para la tripulación del Alvin se reducía a una esfera de titanio de tres metros de diámetro, donde se apretaron como buenamente pudieron el piloto y los geólogos John Corliss y John Edmond. Después de descender 2500 metros, alcanzaron el suelo del Pacífico, una desolada extensión de roca basáltica, que ofrecía pocas alegrías a la vista. Hasta que las luces del submarino enfocaron una misteriosa porción de agua que, frente a ellos, temblaba, como el aire caliente sobre el asfalto en un mediodía de agosto. Los sensores del Alvin detectaron que el mar estaba a una temperatura cinco grados por encima de lo habitual a esa profundidad. Cuando el piloto remontó un pequeño montículo, contemplaron una escena imposible. Según Corliss, había: «peces rosas merodeando en el agua caliente, cangrejos blancos correteando entre las rocas, enormes almejas blancas y mejillones marrones y amarillos, y gusanos tubícolas blancos, con plumas coloradas». Esta fauna exuberante no se podía sostener solo a base de las migajas orgánicas procedentes de las capas superiores del océano. Cuando regresaron a tierra y contaron a los biólogos lo que habían visto, estos pensaron que les estaban tomando el pelo.

Corliss y Edmond habían descubierto el primer ecosistema complejo que no dependía de la fotosíntesis. El sol del oasis abisal donde había recalado el Alvin no era una estrella, sino un puñado de fuentes termales o surtidores de agua caliente. Cerca de las dorsales oceánicas, el agua se filtra a través de las grietas del suelo resquebrajado. Des-

pués de hundirse varios kilómetros en la corteza, el agua entra en contacto con el magma. Allí alcanza altísimas temperaturas, pero no se evapora debido a la presión. Buscando una salida, regresa la superficie y escapa en potentes erupciones de agua abrasadora, a unos 350 °C. En su camino de subida, arranca gran cantidad de minerales de las rocas que encuentra, minerales que no se disolverían de no ser por el calor. De hecho, muchos se solidifican de nuevo en cuanto se enfrían al mezclarse con el agua del fondo, y se van amontonando, formando chimeneas.

El agua que escapa de una fuente termal se parece a un caldo nutritivo, bien calentito y cargado de compuestos químicos. Uno de ellos, el sulfuro de hidrógeno, huele a huevos podridos y resulta venenoso para la mayoría de los seres vivos, pero ciertas bacterias lo consideran una auténtica exquisitez. Al mezclarlo con oxígeno obtienen energía para cocinar materia orgánica, de forma parecida a como las plantas obtienen energía de la luz del sol. Estas bacterias se comportan como chefs de vanguardia, que elaboran en completa oscuridad materia orgánica a partir de sustancias tóxicas. Su receta es el reverso oscuro de la fotosíntesis, ya que no requiere luz. Se llama quimiosíntesis y precisa:

- sulfuro de hidrógeno
- dióxido de carbono
- oxígeno

Hay animales que se nutren de estas bacterias, o que las introducen en sus organismos para que cocinen para ellos. A su vez, otros seres vivos se alimentan de estos animales y, así, prospera una comunidad de criaturas tenebro-

sas que jamás ha contemplado un rayo de sol. Su energía no procede directamente de nuestra estrella, sino del núcleo de nuestro planeta, que caldea las fuentes termales. Quizá el escenario donde Hallucigenia efectuó su aterrizaje forzoso sea muy parecido al que presencié el origen de la vida en la Tierra. Así que quizá, después de todo, la vida no vino de la luz, sino de la más profunda oscuridad.

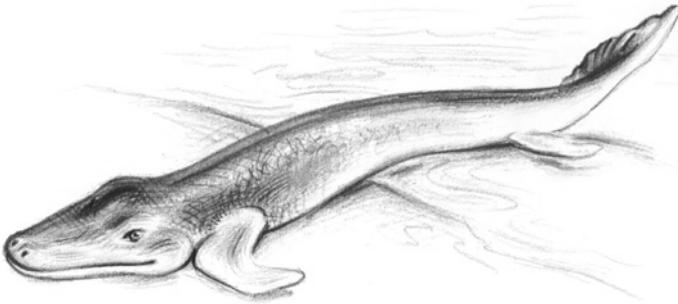
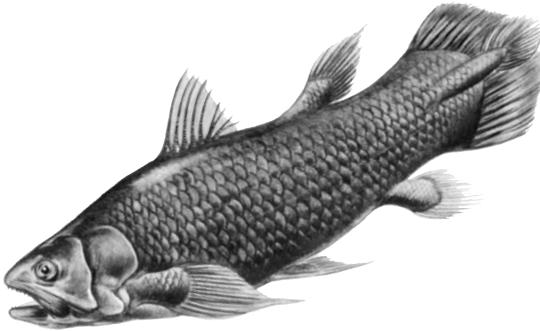
El enemigo en casa

Descubre el tiburón que llevas dentro

¿En qué te pareces a un tiburón? A primera vista, en muy poca cosa. A ver, si no, dónde están tus aletas y tus branquias. Pues no tan lejos como podrías pensar. Si te observas con atención, descubrirás que tienes más de pez de lo que parece. De entrada, eres un vertebrado y todos los vertebrados, desde los ratones a las águilas reales, descendemos de un pez. No de una sardina o de un boquerón, sino de un pez primitivo que surcó los océanos de la Tierra hace millones de años.

Una rama del vasto árbol genealógico de los peces dio lugar a los primeros animales con columna vertebral. Entre sus descendientes floreció una estirpe notable, la de los peces sarcopterigios, que presentan cuatro aletas lobuladas. Su disposición en paralelo, dos a dos, ofrece un excelente punto de partida para desarrollar brazos y piernas. Esta promesa se cumplió en *Tiktaalik*, un pez que chapoteó en los mares del Devónico. ¿Te has fijado en que las merluzas y las sardinias carecen de cuello? Por eso no pueden mirarte por encima del hombro mientras nadan: sus hombros están soldados a la cabeza. El *Tiktaalik* desató una revolución, fue el primer pez con cuello, capaz de girar la cabeza sin necesidad de mover el resto del cuerpo. Sus aletas seguían pareciendo aletas,

pero escondían mucho más en su interior. Un examen con rayos X mostraría una estructura de huesos articulada, con un codo y una muñeca. Le permitían nadar, pero también sostenerse en ellas, apoyándose en el suelo. Si a esto añadimos que venía equipado con pulmones y branquias, el *Tiktaalik* estaba listo para arrastrarse fuera del agua y fundar el ilustre linaje de los animales terrestres, que se diversificaría dando lugar a anfibios, reptiles, aves y mamíferos.



Un pez sarcopterigio (arriba), que ya apunta hacia la revolución del Tiktaalik (abajo).

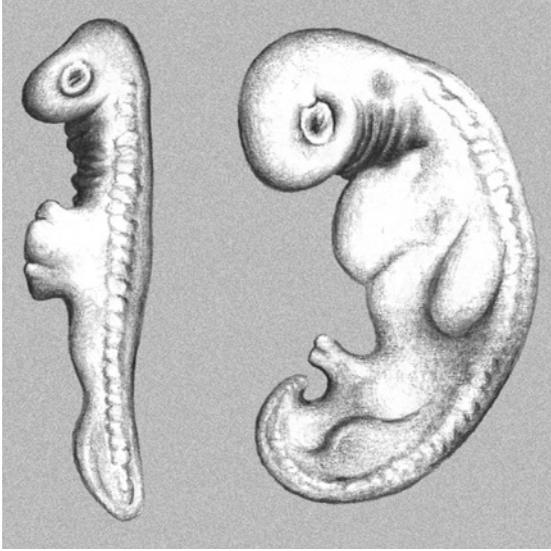
Podrías pensar que estas batallitas sucedieron hace ya mucho tiempo, pero en cierto sentido tú mismo, hoy en día, conservas aún sus cicatrices.

El *Tiktaalik* se extinguió, pero su espíritu sigue vivo en nosotros. Nuestro código genético, el conjunto de instrucciones que guardamos en las células y que permite fabricar un ser humano a partir de un óvulo y un espermatozoide, no surgió de la nada. Se ha ido escribiendo a lo largo de millones de años de evolución, reelaborando el código genético de los animales que nos precedieron.

Los seres vivos, al reproducirse, transmiten a sus descendientes las instrucciones que los modelaron. Con el paso del tiempo, esta información sufre toda clase de accidentes que la alteran. Se añaden secciones nuevas, otras se pierden y se reescriben párrafos enteros. Sin embargo, nuestras instrucciones retienen páginas que fueron escritas para fabricar peces sarcopterigios. Lo mismo le sucede al resto de los mamíferos, a los anfibios, a los reptiles y a las aves, aunque cada especie haya ensayado un sinfín de variaciones propias. Por encima de todas ellas, sin embargo, los vertebrados compartimos un patrón anatómico básico, con las extremidades articuladas del *Tiktaalik*, un cuello y pulmones.

Muchas instrucciones de nuestro código genético no se aprecian en el producto final: el bebé que asoma berreando en el parto. Se ejecutan a escondidas, en etapas intermedias de nuestra formación, dentro del vientre de la madre. Si espiáramos en su interior, comprobaríamos que durante una fase de nuestra elaboración somos más peces que nunca. Existe un viejo juego entre biólogos, en el que te presentan la imagen de varios embrio-

nes. Por ejemplo, uno de tiburón y otro, humano. ¿Dónde está el humano? Allá vamos:

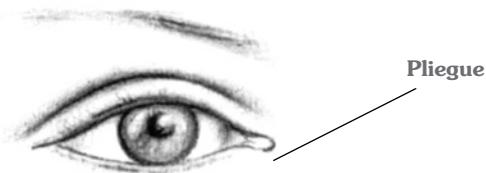


Estos dos embriones provienen de puntos de partida muy diferentes, pero llega un momento en su desarrollo en que las instrucciones sobre lo que hay que hacer con ellos se parecen notablemente en las dos especies. Algunas semejanzas resultan desconcertantes. Durante varias semanas, los humanos (*a la derecha*) tenemos cola, que se reabsorbe en el siguiente paso de nuestra formación. También compartimos con el tiburón (*a la izquierda*) una serie similar de pliegues en el cuello, que en un pez son la base para montar las branquias. En nuestro caso son un paso intermedio para fabricar cartílagos de la garganta y diversos músculos y tejidos del cuello y la cara. Esto no quiere decir que los embriones humanos atraviesen una fase de pez. Simplemente ejecutamos una serie de

pasos parecidos, igual que hace el resto de vertebrados, que corresponden a las instrucciones de montaje más antiguas, que conservamos de un antepasado común. Luego las instrucciones divergen en cada especie y modelan animales distintos.

Si nos examinamos con atención, podemos detectar trazas de las viejas instrucciones, incluso después de salir de la fábrica materna.

La próxima vez que te mires en un espejo, comprueba que tienes un pequeño pliegue en la comisura del ojo, pegado al lacrimal. Se trata de un vestigio de la membrana nictitante, un párpado transparente que en algunos tiburones llega a cubrir el ojo por completo, como una cortina que corren y descorren. Muchos vertebrados la tienen, desde los perros a los cocodrilos o las águilas.



El cóccix es el remate de nuestra columna vertebral y apunta la cola que pudo ser y no fue, porque la perdimos.

En ocasiones las reescrituras del código nos juegan bromas pesadas. El hipo se produce por una contracción involuntaria del diafragma, que nos obliga a tomar aire emitiendo un sonido bastante ridículo. Ese sonido se produce porque el aire inhalado se da de bruces contra la epiglotis, una barrera que bloquea el camino hacia los pulmones.

¿Qué sentido tiene tomar aire y, a continuación, impedirle que llegue a los pulmones una y otra vez, hasta que alguien nos pegue un susto? Algunos científicos creen que con el hipo se activa un viejo mecanismo que heredamos de los peces con pulmones, que debían manejar un doble sistema de respiración. Podían extraer oxígeno del agua, a través de las branquias, o del aire, a través de los pulmones. Imagina que por error dirigiesen el agua hacia los pulmones, en lugar de hacia las branquias. Para evitarlo disponían de un reflejo que, de manera regular, tomaba agua y cerraba la glotis, protegiendo la vía pulmonar.

En el largo camino de la evolución, también hemos perdido alguna que otra facultad interesante. Quizá alguna vez hayas oído hablar del «sexto sentido». La expresión se refiere a la intuición, pero lo cierto es que los seres humanos podríamos haberlo tenido de un modo literal. Un tataratataratarabuelo de los vertebrados terrestres, un depredador que acechaba en los mares de hace quinientos millones de años, contaba, como los tiburones, con un sentido adicional que le permitía percibir la presencia de campos eléctricos. El agua conduce mucho mejor la electricidad que el aire, así que ese sexto sentido se perdió en las ramas evolutivas terrestres que desembocaron en la especie humana. Solo lo conservaron algunos anfibios, como el ajolote.

¿Te atreves a...?

Poner en marcha un océano en casa

Los océanos del mundo nunca descansan. Sus 1 300 millones de kilómetros cúbicos de agua se comportan como un piloto de carreras tenaz, que recorre las cuencas del Pacífico, el Atlántico y el Índico una y otra vez, sin que se le agote nunca la gasolina. Gracias a su naturaleza líquida, no solo se desplazan en horizontal, también suben y bajan, completando un circuito en tres dimensiones, con corrientes profundas y superficiales.



■ Agua caliente

■ Agua fría

El circuito tridimensional del agua.

Una gota a la que diéramos el pistoletazo de salida en un punto determinado del mar, tardaría unos mil años en regresar a él. ¿Qué mecanismo mantiene al agua en movimiento? Su densidad. En el mundo de los líquidos, los menos densos flotan sobre los más densos, como puedes comprobar si viertes en un vaso aceite y agua. La densidad del mar no es constante a lo largo de su carrera alrededor del mundo y cambia en función de dos factores: la temperatura y las sales que lleve disueltas en cada instante. A través de un sencillo experimento, vamos a sorprender la danza invisible del agua, al ritmo que le dicta su densidad.

Montaremos nuestro circuito oceánico en un contenedor rectangular de plástico transparente. Unas dimensiones adecuadas son, por ejemplo, 30 cm de largo por 15 cm de alto. También vas a necesitar cinco tazas de desayuno iguales, cuatro platillos de postre, una cubitera y un cuentagotas. Para revelar los movimientos del agua, utilizaremos colorante alimentario de dos tonos: azul y rojo.

Con el colorante azul, tiñe medio litro de agua y llena con ella la cubitera. Guárdala en el congelador la noche antes del experimento, para que se formen cubitos de hielo azul. Cuatro de las tazas servirán de soporte para el contenedor. Para elevar un poco más su altura, coloca cada taza encima de un platillo de postre.

Llena tres cuartas partes del contenedor con agua de grifo y apóyalo con cuidado sobre las tazas. Espera a que el agua repose. Después, pon un poco más de agua a calentar en un cazo y apártala del fuego justo antes de que rompa a hervir. Si lo necesitas, en este paso recurre a la ayuda de un adulto.



Con el cuentagotas, deposita una mancha de colorante rojo en el fondo del contenedor, cerca de uno de sus extremos. Llena la quinta taza con el agua caliente y deslízala debajo del contenedor, de modo que la mancha quede justo encima. Observa lo que sucede. Al recibir el calor de la taza, el agua en torno a la mancha roja se expande, su densidad baja y flota sobre el agua del entorno, más fría. Al subir, arrastra al colorante.





En el otro extremo del contenedor, deposita con cuidado dos o tres hielos de color azul sobre la superficie del agua. ¿Qué ocurre ahora? A medida que se derriten, añaden a nuestro pequeño océano agua azul, más fría que la del entorno, sin colorear. El agua, por encima de los 4 °C, resulta más densa cuanto más fría esté, así que se hunde.

Si dejas pasar unos minutos, notarás que el agua también se desplaza horizontalmente. Tanto el agua caliente que sube, como el agua fría que baja, dejan tras de sí un hueco libre, que ocupa el agua de las inmediaciones. ¡Ya tienes montado un circuito oceánico!