

PASTO

003 IN DEEP



叨亚仑九尼丹马
尹丹尼伊亚丹叨因
马 刀仑
尹业仑尼因
尹仑九马仑 仑九
之 因 马
比因比因伊仑尼因马
马 业
仑马伊尼丹伊仑瓦
亚丹 刀仑
刀亚马尹仑尼马亚
因九 仑马
九因伊丹当之仑
比 丹 仑 九
卡因伊丹九 了
伊亚丹个丹九
贝业亚么丹 九因
伊 丹 九
刀亚卡仑尼仑九伊

Lo que estéis a punto de leer coquetea peligrosamente con lo absurdo. Un viejo pescador, navegante curtido, y coleccionista de desgracias náuticas, ha dilapidado todos sus ahorros en adquirir dos buques enteros. Su nombre es Okami Umi, aunque por economía del lenguaje, y para no malgastar tinta, lo llamaremos simplemente el Capitán. Pero eso no es lo absurdo, aunque lo parezca. Absurdo fue convencer a cuarenta personas, entre ellas científicos de renombre mundial y un cocinero con alergia al marisco, a subir a bordo. Y más absurdo aún será lo que cada uno de ellos tiene para contaros. Absurdo, sí, pero cierto.



CARTA NAVEGACIÓN

DE

0

TIERRA FIRME · PÁG 02 - 13 ·
MARIMOS · MEMORIA DE PEZ · CEBO
VIVO · **LITORAL** · PÁG 14 - 42 ·
NEPTUNE BALLS · LEONES MARINOS
· CARCINIZACIÓN · ¿QUÉ ES LA
CONVERGENCIA EVOLUTIVA? ·
CANGREJOS SAMURAI ·
HIDROCORIA *FT.* ERNESTO
MONTROYA · ¿ADÓNDE VAN? · BAJAU
LAUT · **MAR ABIERTO** · PÁG 43 - 74 ·
MERCURIO Y SELENIO: VENENO Y
ANTÍDOTO · EL ESCORBUTO: LA
ENFERMEDAD PIRATA · ESPECIES
INVASORAS A BORDO · CINCO
MILAGROS SEGUIDOS: LOS MONOS
DEL NUEVO MUNDO · LIFE OF PI ·
POLINIZACIÓN ACUÁTICA ·
CALAMARES Y AERODINÁMICA ·
RÉCORD GUINNESS: LA VUELTA AL
MUNDO SIN ESCALAS · LA CHOVA
QUE DECIDIÓ CAMBIAR LAS REGLAS
FT. DAVID NOTARIO · TURTLEMAPS ·
PÉLAGOS · PÁG 75 - 99 · ME MUEVO
CON DIOS Y LA RESPIRACIÓN EN
ARIETE · ¿POR QUÉ LOS TIBURONES
NO PUEDEN PARAR DE NADAR? · EN
CONVERSACIÓN *FT.* PAULA
MARTÍNEZ · EL LÍMITE DEL
CORAZÓN · ¿QUÉ DICEN LOS
DELFINES? LENGUAJE DELFÍN, UNA
IA PARA TRADUCIRLOS Y DUDAS
SOBRE SI QUEREMOS
ESCUCHARLOS *FT.* NADIA MAGALÍ ·
HISTORIA EVOLUTIVA DE LOS
OCÉANOS · NIEVE MARINA · **TOCAR
FONDO** · PÁG 100 - 117 · ARRECIFES
DE HORMIGÓN · CANGREJOS
BOXEADORES · ESPONJAS
CARNÍVORAS · MANDALAS EN LA
ARENA · PULPOS: OCHO BRAZOS,
TRES CORAZONES, NUEVE
CEREBROS · LOVE IS BLIND ·
CARACOL DE HIERRO · **ABISMO** ·
PÁG 118 - 135 · BIOLUMINISCENCIA
FT. SARA TERRENA · INMORTAL ·
SCHMIDT OCEAN INSTITUTE ·
TALASOFOBIA · SUBNAUTICA: EL
USO DE LA REALIDAD VIRTUAL PARA
EL TRATAMIENTO DE FOBIAS · FOSA
DE LAS MARIANAS · **EL HADES** · PÁG
136 - 142 · ¿POR QUÉ UN BIÓLOGO
MARINO ACABÓ CREANDO LA SERIE
INFANTIL MÁS FAMOSA DEL
MUNDO? · EL ORIGEN DE LA VIDA

10

100

200

500

1000

2000

5000

10000

Primer Acto "Tierra Firme"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 1

Amaneció un sol impropio para una expedición científica: brillante, optimista y, en opinión de Delfín, nuestro jefe de motores auxiliares y filósofo del mal humor, un claro indicio de que algo iba a salir mal. Aunque, siendo justos, para él cualquier cosa que implique madrugar le parece un mal augurio.

A primera hora subieron a bordo Don Lázaro y Doña Matilde, un matrimonio de jubilados cuya energía vital fluctúa entre tarde de bingo y revuelta armada. Traían dos maletas y una caja que, aseguraban, contenía "el futuro de la oceanografía moderna". Era una caja de rosquillas glaseadas. Opté, con sabiduría diplomática, por no desmentirles.

La Dra. Etna, experta en vulcanismo y orgullosa autora de documentos innecesariamente largos, anunció que había preparado un protocolo para muestrear microorganismos extremófilos. Treinta y cuatro páginas, todas con márgenes tan rectos que podrían cortar jamón. Murphy, el gato del barco, se tumbó encima del protocolo, como si quisiera contribuir con una revisión crítica. La doctora lo interpretó como una señal positiva. Delfín opinó que era, literalmente, un desastre anunciado.

Mientras partíamos del puerto, pensé en los cocoteros. Su estrategia de dispersión es notable: caen, flotan y viajan. Quizá no tan diferente de nosotros, cada uno a la deriva de su propio motivo absurdo. Aunque ya hablaremos de los cocoteros más adelante.

Cuando los motores del Cormorán emitieron su característico sonido, esa mezcla entre ronquido asmático y colapso financiero, supe que había llegado el momento solemne de poner orden. No por necesidad, sino porque todo capitán debe gritar al menos dos veces antes de zarpar.

Me puse mi sombrero de autoridad dudosa, respiré hondo y proclamé:
- ¡Atención, tripulación!

Silencio absoluto. Del tipo que deja claro que nadie te ha escuchado.

- ¡He dicho atención!

El segundo grito surtió efecto. Al parecer, la primera norma del mar es que todo grito inicial cuenta como disparo de aviso.

Con la dignidad que pudiera rescatar, enumeré las reglas del Cormorán:

1. Las botellas del minibar no se tocan, salvo en caso de naufragio, depresión colectiva o descubrimiento de una nueva especie. Si ocurre lo segundo, debe documentarse debidamente.

2. No se me molesta mientras escribo mi diario, ni, aunque un calamar gigante esté golpeando el casco pidiendo explicaciones. El conocimiento primero; el kraken después.

3. Queda terminantemente prohibido alimentar al gato con muestras biológicas, aunque Murphy parezca pedirlo. - En especial los nudibranchios - añadí, porque el Dr. Lucio ya estaba levantando la mano.

La tripulación asintió con ese gesto confuso de quienes entienden menos de la mitad y cuestionan la otra. Después, retomaron su check-in como si nada hubiera ocurrido.

No tenemos botones, porque el último aspirante se mareó viendo Titanic. Así que cada nuevo pasajero se disputa su camarote con estrategias impredecibles.

Matilde, convencida de que la mar la respeta, decidió subir su maleta de cuarenta kilos por la escalera. La maleta, más fiel a la física clásica que a ella, intentó arrastrarla al olvido. Lázaro quiso ayudar, tropezó con una caja de hidrófonos y produjo un estruendo tan grande que incluso los peces del puerto miraron.

Observé todo aquello con resignación científica y me retiré a mi camarote. La paz duró exactamente doce segundos: tiempo suficiente para que Murphy, siempre fiel a su naturaleza entrópica, tirara al suelo un frasco de muestras. Otra vez.

Estoy deseando presentaros a todos nuestros tripulantes, pero revelar 38 personajes de golpe sería un acto de crueldad literaria comparable únicamente a leer en voz alta la lista de clasificación taxonómica de los crustáceos sin pausas dramáticas. De modo que iremos uno por uno, con la calma ceremoniosa de un documental de los 70 narrado por alguien con bigote.

Empecemos por Mei-Ling Zhou, guardabosques del lago Akan. Mei-Ling se mueve deprisa, pero en silencio, como un pensamiento vergonzoso. Tiene esa expresión que mezcla serenidad espiritual y evaluación técnica, como si estuviera determinando si tú, personalmente, aportas armonía o contaminación energética al entorno. Tiene una extraña, y ligeramente alarmante, costumbre de alinear cualquier cosa que esté mínimamente girada, ya sea un instrumento de navegación, una taza o un marinero que se haya quedado dormido en un ángulo

poco armonioso.

Ayer la descubrí enderezando las boyas del muelle. Las boyas flotantes. Sí, esas que se mueven porque el mar existe. Cuando le señalé que el océano tiende a moverse caprichosamente, me respondió con un murmullo zen que sonó a: – El mar hace lo que puede, capitán. Pero hay que ayudarlo.

No sé si esas evaluaciones tienen alguna utilidad práctica, pero nadie se atreve a discutirlos. Ya lo intentó Yuri, nuestro artillero, y todavía no ha conseguido que Mei-Ling deje de mirarlo como si fuera un frasco de formol mal etiquetado.

Y aun así, es indispensable. Hay algo tranquilizador en saber que, si algo cae al agua, un remo, un sombrero, un marinero dubitativo, Mei-Ling será quien decida, con justicia severa, si merece ser rescatado o no.

Mei no llegó a nuestra tripulación por vocación marinera ni por sed de





aventuras. No. Su incorporación fue producto de algo mucho más terrenal: una catástrofe burocrática con patas. Porque Mei, como ya sabéis, es guardabosques del lago Akan, y posee una devoción casi litúrgica por los horarios, las listas de verificación y cualquier cosa que pueda ordenarse alfabéticamente. Si el universo colapsara un jueves a las 11:52, ella exigiría que el informe porstmortem se entregara igualmente a las 12:00. Por coherencia administrativa.

Nos conocimos durante una de mis expediciones románticas, fallidas, por supuesto, por Japón, justo cuando confundí la oficina del parque natural con un puesto de helados. Su arquitectura, francamente, induce a error.

Armado únicamente con un mapa publicitario de una caja de cereales, terminé extraviado en un bosque y encaramado a un tocón, dictando órdenes tácticas a un cuervo resignado que, sinceramente, ya había escuchado bastante.

Mei me encontró en ese estado deplorable: perdido, empapado de mi propia dignidad evaporada y manteniendo conversaciones militares con un ave que claramente tenía mejores cosas que hacer.

Me observó con la expresión totalmente neutra de alguien acostumbrada a rescatar turistas cuyo coeficiente intelectual desciende dramáticamente al pisar un entorno natural.

– ¿Está negociando? – preguntó.

– ¡Estamos en proceso de firmar la paz!

– expliqué, señalando al cuervo, que escapó volando en ese mismo momento, probablemente para presentar una queja formal ante la asociación de aves locales.

– Eso es un pájaro, no una delegación diplomática – sentenció sin apenas modificar el ritmo de su respiración.

Tomó notas en su cuaderno. Nadie sabe qué escribió, pero yo apostaría a que incluía la palabra "lamentable" después me escoltó fuera del bosque con el mismo cuidado con el que alguien transportaría un jarrón caro que jamás compraría. Y ahí lo supe: esa era la mujer que necesitaba en mi expedición. Alguien con temple. Alguien con mirada clínica. Alguien capaz de encontrarme, rescatarme y humillarme, todo en menos de tres minutos.

Volví dos días después con un "contrato" cuidadosamente elaborado sobre un mantel de cafetería y grapado con fe. Ella lo leyó sin parpadear, firmó en el reverso de una servilleta y aceptó.

¿Por qué? Misterio absoluto. Algunos dicen que buscaba inspiración. Otros, que necesitaba escapar temporalmente del comité administrativo del parque, que llevaba meses insistiendo en que se tomara unas vacaciones. Pero la teoría más aceptada es que, tras analizarme con ese gesto suyo tan clínico, concluyó que alguien con mis niveles de entusiasmo autodestructivo requería supervisión profesional.

MARIMOS

A

primera vista, un marimo parece poco más que una pequeña bola verde de musgo. De hecho, durante mucho tiempo se vendió como una "bola de musgo" fácil de mantener en un tarro o acuario. El marimo no es un musgo ni una planta: es una forma de crecimiento esférica de *Aegagropila linnaei*, un alga verde filamentososa de agua dulce. Puede crecer adherida a rocas, formando masas sobre el fondo o como filamentos libres; solo bajo determinadas condiciones sus filamentos terminan formando esas características esferas. Su distribución natural está asociada principalmente a lagos fríos del hemisferio norte, con poblaciones conocidas en lugares como Islandia, Japón, Suecia o Austria. Sin embargo, no todos los marimos son iguales. Las grandes esferas son extraordinariamente raras y, en la actualidad, los ejemplares gigantes de más de 20 cm se encuentran únicamente en el lago Akan, en Hokkaidō (Japón). La forma del marimo no es simplemente una rareza genética. Es el resultado de una relación bastante peculiar entre el alga y el movimiento del agua. En el lago Akan, las colonias crecen sobre fondos poco profundos. Las corrientes generadas por el viento hacen rodar lentamente las bolas sobre el sustrato. Ese movimiento tiene dos consecuencias: mantiene la superficie de la esfera expuesta a la luz y va puliendo los filamentos hasta producir una forma esférica. Al mismo tiempo, el movimiento favorece el intercambio de agua entre el exterior y el interior de la bola, permitiendo la circulación de nutrientes. Y aquí aparece otra de sus peculiaridades: crece extraordinariamente despacio. En condiciones naturales, el crecimiento puede ser de apenas unos milímetros al año. Algunas de las grandes bolas del lago Akan pueden haber necesitado décadas o incluso mucho más tiempo para alcanzar su tamaño. En Japón, el marimo ha adquirido además un significado que va mucho más allá de su biología. Existe una conocida historia que cuenta que Setona, hija de un jefe ainu, se enamoró de Manibe, un joven de una posición social inferior. Al no poder estar juntos, ambos acabaron desapareciendo y, según la leyenda, sus almas quedaron convertidas en marimo en las profundidades del lago Akan. Desde entonces, estas algas se han asociado con el amor duradero y los deseos cumplidos, y regalar un marimo se convirtió en un símbolo de afecto. En 1921 fueron declarados Monumento Natural de Japón y en 1952 recibieron la categoría de Monumento Natural Especial. El lago Akan celebra además el Marimo Matsuri, un festival relacionado con su conservación. Su aspecto y sus reducidas necesidades de mantenimiento han hecho que el marimo termine muy lejos de su hábitat natural: en acuarios, recipientes de cristal y pequeños ecosistemas domésticos. En los últimos años ha aumentado su popularidad entre los aficionados a la acuariofilia y, especialmente, como organismo ornamental. Su presencia en tiendas especializadas y su difusión en redes sociales han contribuido a convertirlo en una especie de mascota vegetal. Y resulta fácil entender el atractivo. No necesita podas constantes, no requiere sistemas complejos de CO₂ y su crecimiento es tan lento que prácticamente parece inmóvil. Puede convivir además con otros habitantes habituales de los acuarios, como gambas de agua dulce, que encuentran en su superficie un lugar donde pastar. Pero precisamente su fama como mascota puede hacer que olvidemos algo importante: no es un objeto decorativo. Es un organismo vivo adaptado a unas condiciones ambientales bastante concretas. Cuidarlo no es complicado, pero sí conviene respetar su procedencia. Agua fresca. Los marimo proceden de lagos fríos y muestran una clara preferencia por temperaturas moderadas. El calor excesivo puede favorecer su deterioro. Necesitan luz para realizar la fotosíntesis, aunque las colonias naturales viven en ambientes donde la intensidad lumínica está limitada por la profundidad del lago. Una iluminación suave o moderada es suficiente; la exposición directa e intensa puede dañarlos. Los detritos acumulados sobre la superficie pueden perjudicar al alga. En un recipiente doméstico conviene realizar cambios periódicos de agua y retirar suavemente la suciedad acumulada. En la naturaleza, las corrientes se encargan de hacer rodar las esferas. En un acuario o recipiente estático, puede ser útil girarlas ocasionalmente para evitar que una misma superficie permanezca siempre orientada hacia arriba. Un marimo sano puede parecer exactamente igual durante meses. Es parte de su naturaleza: su crecimiento es extremadamente lento. Sobre todo, no recojas marimo silvestres del lago Akan. Las poblaciones naturales están protegidas y su extracción está prohibida. Los ejemplares que se comercializan legalmente proceden de otras poblaciones y sistemas de cultivo. Paradójicamente, aquello que convierte al marimo en un organismo tan fascinante, su dependencia de un ambiente frío y muy concreto, también lo hace especialmente vulnerable. El lago Akan está cambiando. Entre 1980 y 2020, los registros muestran un aumento aproximado de 2 °C en la temperatura media anual de la zona. Investigaciones recientes han relacionado el aumento de la temperatura del agua con una reducción del grosor de la superficie de los marimo gigantes: cuando el agua se calienta, la descomposición en el interior de la esfera puede superar la capacidad de crecimiento de sus filamentos. Pero el problema no termina ahí. En invierno, el hielo y la nieve que cubren el lago actúan como un enorme filtro natural que protege a los marimo de la radiación solar intensa. Con el calentamiento global, la reducción de esa cubierta de hielo puede dejar a las algas expuestas durante más tiempo a una luz que puede resultar letal. Un estudio experimental encontró que una exposición prolongada a luz intensa podía provocar su muerte. El resultado es una paradoja bastante hermosa y bastante triste: el marimo, un organismo que puede vivir durante décadas o incluso siglos, puede ser destruido en unas pocas horas si su entorno deja de proporcionarle la protección que necesita.

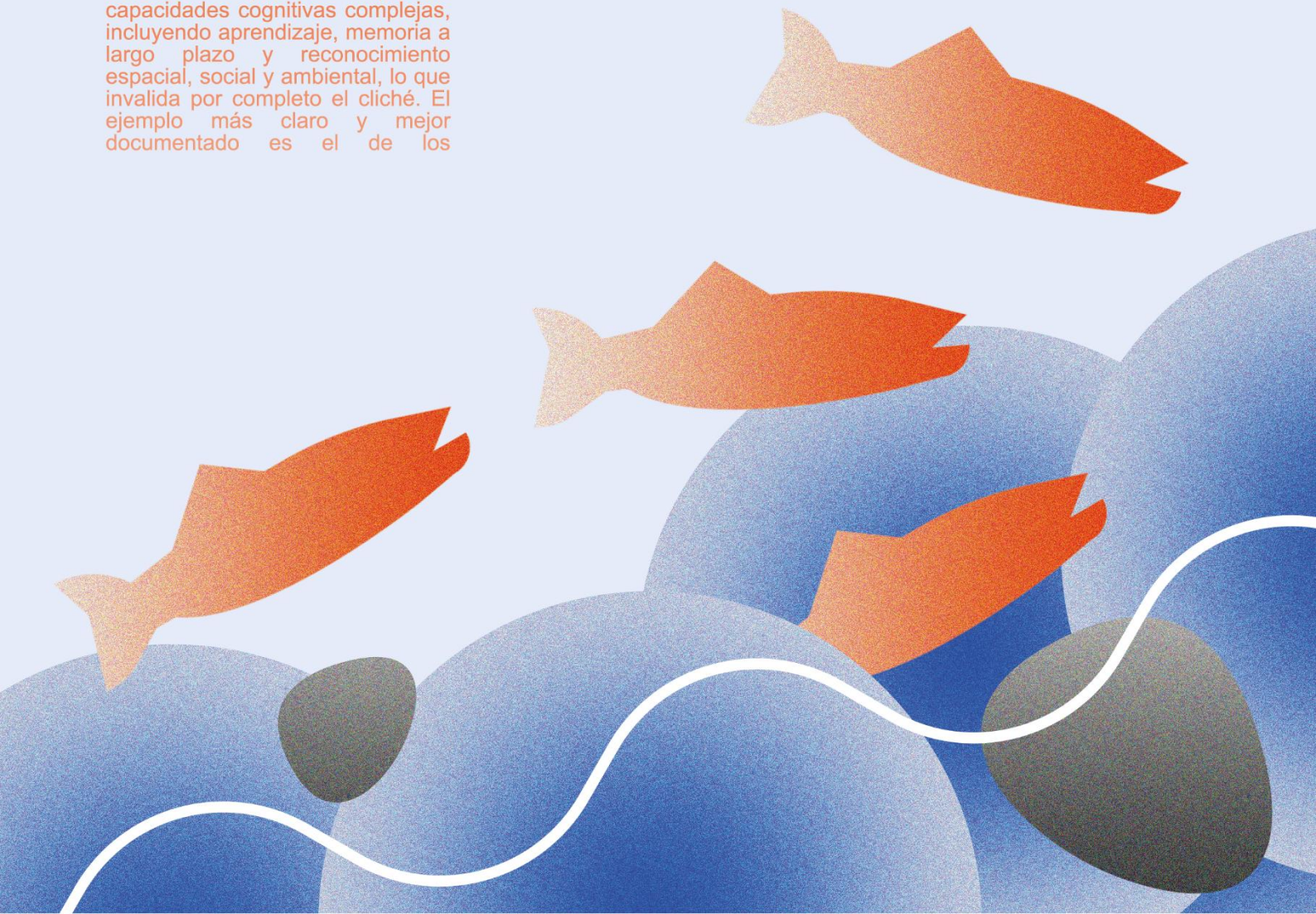


MEMORIA DE PEZ

La expresión popular “tener memoria de pez” se utiliza habitualmente para describir a alguien con mala memoria, pero desde el punto de vista biológico es un mito sin base científica. Durante décadas se ha asumido erróneamente que los peces solo recuerdan información durante unos pocos segundos, una idea reforzada por el imaginario cultural, pero desmentida de forma contundente por numerosos estudios en etología y neurobiología. La investigación científica ha demostrado que muchos peces poseen capacidades cognitivas complejas, incluyendo aprendizaje, memoria a largo plazo y reconocimiento espacial, social y ambiental, lo que invalida por completo el cliché. El ejemplo más claro y mejor documentado es el de los

salmones (género *Oncorhynchus* y *Salmo*), cuya biología migratoria depende de una memoria extraordinariamente precisa. Los salmones nacen en ríos de agua dulce, migran al océano donde pasan varios años y, llegado el momento de reproducirse, regresan al río exacto en el que nacieron para desovar. Este fenómeno, conocido como homing, implica la capacidad de recordar

durante años señales ambientales complejas, especialmente químicas. Diversos estudios han demostrado que los salmones memorizan la “firma olfativa” de su río natal durante las primeras



etapas de vida y la utilizan más tarde para orientarse en su regreso desde el mar abierto, incluso tras recorrer miles de kilómetros.

Además de esta memoria olfativa a largo plazo, los salmones integran información espacial, electromagnética y ambiental para completar su migración con una precisión sorprendente. Este comportamiento no podría explicarse sin la existencia de mecanismos de memoria robustos y duraderos. De hecho, se ha observado que alteraciones en estas señales químicas o en la capacidad sensorial de los salmones afectan directamente a su éxito reproductivo, lo que subraya la importancia adaptativa de la memoria en estos peces. Por tanto, lejos de ser animales olvidadizos, los salmones

representan uno de los ejemplos más impresionantes de memoria funcional en el reino animal.

En conjunto, la evidencia científica demuestra que los peces no solo recuerdan, sino que su supervivencia depende en gran medida de su capacidad para almacenar y recuperar información a largo plazo. El mito de la "memoria de pez" no es más que

una simplificación cultural errónea que ignora décadas de investigación. Paradójicamente, quienes repiten este cliché parecen olvidar con facilidad que la biología rara vez se ajusta a frases hechas.



Primer Acto

"Tierra Firme"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 2

El Cormorán y el Albatros bordeaban con prudencia educada las costas del norte del Pacífico, como dos bestias grandes fingiendo autocontrol. Tierra firme seguía a la vista, lo suficientemente cerca como para arrepentirse, pero lo bastante lejos como para que nadie se atreviera a saltar.

Fue entonces cuando tomé una decisión pedagógica.

- Tripulación - anuncié, con la voz serena de quien va a cometer algo irreversible - Ha llegado el momento de desprendernos de todo lo innecesario. Algunos sonrieron. Otros asintieron. Delfín, siempre intuitivo, cerró los ojos. Ordené que reunieran el equipaje en cubierta. Maletas. Bolsas. Cajones. Instrumentos musicales cuya existencia nadie había confesado, y plantas de interior con nombres propios.

- Capitán - preguntó Doña Matilde, abrazando una maleta como si dentro estuviera encerrada su juventud - ¿Esto es un simulacro?

- No - respondí - Es una limpieza espiritual con consecuencias logísticas.

Nadie se rió, y eso me confirmó que iba por buen camino.

Explicué que para emprender una expedición auténtica era imprescindible deshacerse de todo con lo que uno había llegado. Ropa, objetos personales, manías, certezas y, si el peso lo permitía, algunos complejos.

- Incluidos los prejuicios - añadí - Son sorprendentemente voluminosos cuando se mojan.

El primer encontronazo fue inmediato. El Dr. Narval, especialista en bioacústica, se adelantó indignado:

- Capitán, ahí dentro llevo grabaciones únicas de cetáceos.

- Perfecto - dije - Que aprendan a nadar solas.

Las maletas volaban por la borda con trayectorias elegantes. Algunas flotaban unos segundos, lo justo para alimentar esperanzas injustificadas.

Otras regresaban empujadas por la corriente, como si el mar las devolviera por educación, para luego llevárselas con mayor convicción.

La cubierta reaccionó como reaccionan siempre los ecosistemas sometidos a un disturbio repentino: con gritos, movimientos erráticos y una redistribución inmediata del pánico.

Maletas rodaban, cajas se abrían, objetos personales adquirían durante unos segundos una libertad que no habían solicitado. Doña Matilde gritaba números que no correspondían a nada en concreto, Don Lázaro intentaba rescatar una bolsa que ya había decidido ser espuma, el Dr. Lucio lloraba en silencio, que es la forma más académica de llorar, y Delfín miraba el horizonte con la expresión de quien ha visto demasiados barcos cometer errores simbólicos.

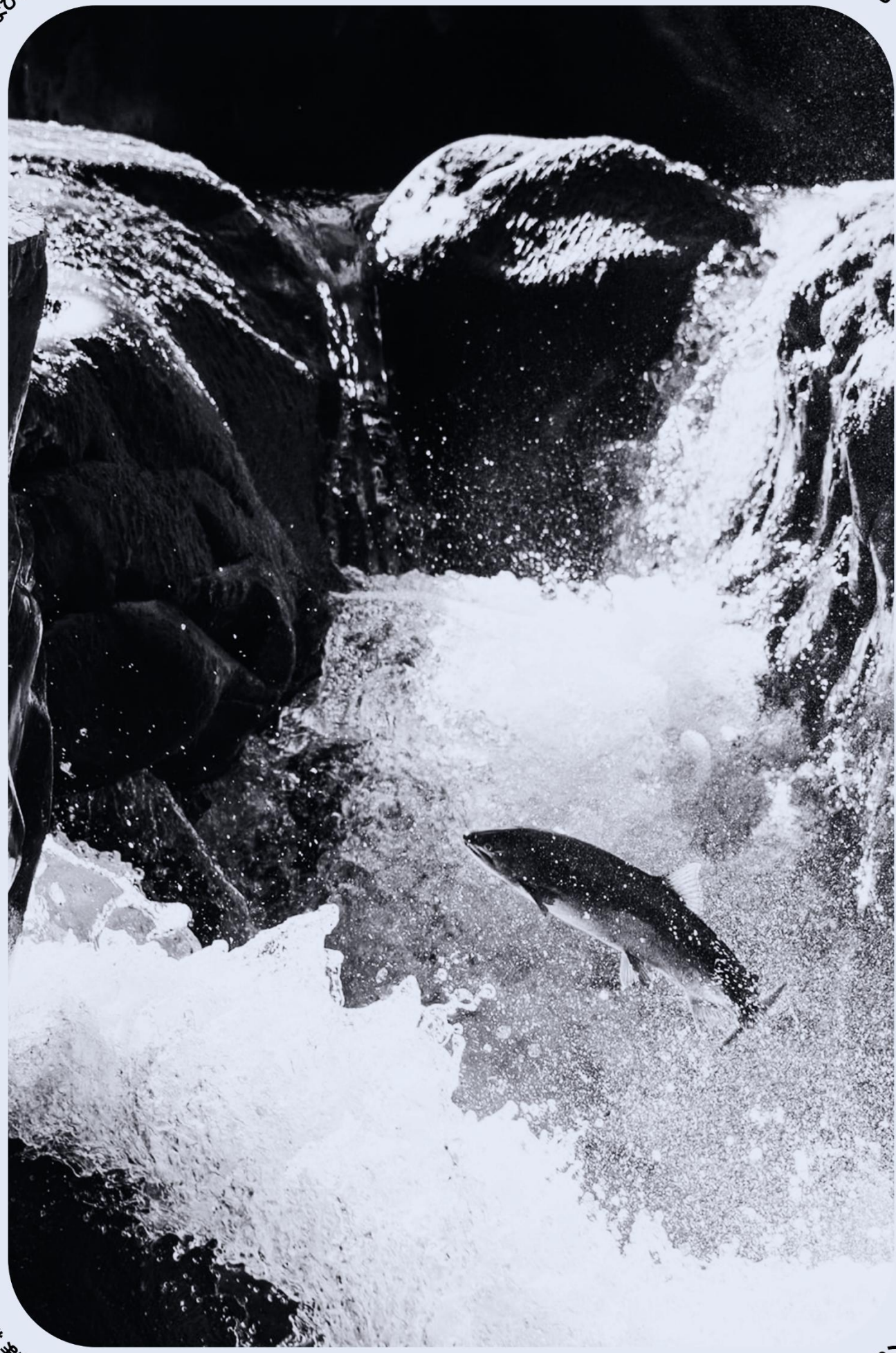
En ese momento, el mar decidió dejar de ser espectador. A estribor, muy cerca de la línea de costa, emergió un banco de salmones avanzando compacto, firme, casi provocador.

Nadaban contracorriente, despreciando el cansancio, la física básica y nuestras discusiones sobre pertenencias personales. Ascendían. Retornaban. Volvían a un lugar que nadie les había indicado esa mañana, pero que conocían desde siempre.

Los salmones progresaban en formación, brillantes, exactos, atravesando remolinos con la serenidad de quien no necesita consultar un mapa. Uno saltó brevemente fuera del agua, trazó un arco impecable y regresó a su elemento. No fue grandioso. Fue preciso.

Mientras nosotros arrojábamos al mar los restos de nuestra vida anterior, los salmones hacían exactamente lo contrario: avanzaban hacia tierra firme con una determinación incómodamente ejemplar. Nosotros renunciábamos. Ellos volvían. Nosotros improvisábamos. Ellos seguían un camino aprendido, grabado.

- Es un intercambio curioso - comentó el Dr. Lucio - Nosotros eligiendo olvidar. Ellos obligados a recordar.



ちまりまよひほるをれよひんまひほるを まよほるわをるひ よるをへ わる えわひんまを まんひれひ ぼまわまれほるほ へへちり よひをらひりほふ よひを ほちまりんまををまへ わひりまりみるわらひほまむひりへめる ほまをひわるよひり よひほるを わるやるふわちよひりんま へひふまひ ほるわをる まわほまひ よひほる へるりらひりへめひをるをへ わひをまりまよほるわを



CEBO VIVO

Si seguimos descendiendo por el curso del río, tarde o temprano nos topamos con unos habitantes tan discretos como peculiares: los mejillones de agua dulce. A primera vista parecen poco más que fragmentos del paisaje, organismos silenciosos que pasan su vida semienterrados entre arena y limo, inmóviles, filtrando el agua para capturar diminutas partículas orgánicas y microorganismos de los que se alimentan. Estos animales pertenecen a la familia Unionidae y, aunque pueden pasar décadas fijados al mismo sustrato, su historia vital está lejos de ser simple o aburrida.

Dentro de este grupo encontramos géneros como *Lampsilis*, *Villosa*, *Epioblasma*, *Ptychobranhus* y *Hamiota*, todos ellos propios de los ríos de Norteamérica. Su extrema inmovilidad, sin embargo, supone un desafío evolutivo enorme. Pese a su larga esperanza de vida, apenas son capaces de desplazarse unos pocos centímetros al día. Esto plantea una pregunta clave: ¿Cómo logran que sus descendientes se expandan río arriba o río abajo en lugar de acumularse todos en el mismo punto?

Cuando llega el momento de reproducirse, el macho libera sus gametos directamente al agua del río. La hembra, inmóvil en el sedimento, los incorpora de forma pasiva al filtrar agua para respirar, de modo que la fecundación ocurre en el interior de su cuerpo. En lugar de expulsar los huevos al exterior, estos quedan retenidos y se desarrollan a salvo dentro de estructuras especializadas de las branquias. De ellos emergen larvas diminutas conocidas como gloquidios, demasiado frágiles para valerse por sí mismas en el fondo del río. En este punto, confiar únicamente en el azar no sería suficiente para asegurar su futuro, y es precisamente aquí donde la historia de estos mejillones toma un rumbo inesperado.

En muchas especies, especialmente en *Lampsilis cardium*, *Villosa iris* o *Epioblasma brevidens*, el borde del manto (la parte blanda del cuerpo) se ha transformado evolutivamente hasta parecer un pequeño pez o un invertebrado acuático. Tiene colores llamativos, se mueve como si nadara, y a veces parece herido o vulnerable. Desde el punto de vista de un pez depredador, el bocado perfecto. (1)

Cuando un pez curioso o hambriento se acerca y muerde el señuelo, la hembra libera una nube de gloquidios que se adhieren a las branquias y a las aletas del pez. (2)

Comienza entonces una fase de parasitismo temporal en la que las larvas viajan con su hospedador, protegidas y transportadas corriente arriba o hacia nuevas zonas del río. Mientras completan su

desarrollo, los gloquidios se alimentan de los tejidos del pez sin causarle la muerte. Durante semanas, el gloquidio se transforma lentamente en un mejillón juvenil con concha propia, hasta que finalmente se desprende y cae al fondo, donde se entierra y comienza una etapa extremadamente vulnerable. (3)

Si cae en un lugar adecuado (oxígeno, sustrato correcto, poca contaminación), sobrevive, pero lo cierto es que muchos no sobrevivirán. Los que lo logren crecerán poco a poco hasta convertirse en adultos, retomando esa vida discreta y filtradora con la que empezó el ciclo. (4)

Años después, esos mismos individuos repetirán la estrategia, desplegando de nuevo el engañoso manto-señuelo para atraer a los peces adecuados, cerrando así un ciclo vital que depende por completo de la memoria evolutiva del río, de la presencia de peces hospedadores específicos y de una relación tan delicada que, cuando uno de sus eslabones desaparece, todo el sistema se rompe.

Este mecanismo está lejos de ser una extravagancia biológica: es uno de esos trucos evolutivos sorprendentemente eficaces. Gracias a él, el mejillón logra viajar sin desplazarse, utilizando a los peces como transporte. Además, este proceso ayuda a mantener la diversidad genética, es decir, evita que todos los descendientes sean demasiado parecidos entre sí. Dicho de forma sencilla, si todas las crías se quedaran en el mismo sitio y se reprodujeran entre parientes cercanos, acabarían siendo genéticamente muy similares, lo que las haría más vulnerables a enfermedades o a cambios en el entorno. Al dispersarse con distintos peces y llegar a lugares lejanos, los mejillones se cruzan con individuos diferentes, mezclando genes y fortaleciendo a la población. Este ciclo también crea una dependencia directa entre mejillones y peces: el destino de unos queda ligado al de los otros. Por eso, cuando un río pierde sus peces, ya sea por contaminación, presas o sobrepesca, los mejillones desaparecen poco después, aunque nadie los esté pescando. No es que el río se quede sin conchas de repente; es que, sin peces que transporten a sus larvas, el ciclo de vida del mejillón se rompe en silencio. En conjunto, los mejillones de agua dulce actúan como auténticos ingenieros del ecosistema: al filtrar grandes volúmenes de agua mejoran su calidad, estabilizan el sedimento del fondo y favorecen la vida de otros organismos. Por eso, aunque suelen pasar desapercibidos, su declive tiene efectos en cascada sobre todo el río. Muchas especies de la familia Unionidae están hoy amenazadas o en peligro de extinción, y su conservación es clave para mantener ríos sanos y funcionales.



Segundo Acto

"Lítoral"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 10

Los días comenzaron a deslizarse unos sobre otros con la suavidad inquietante de un calendario mal colgado.

Los buques gemelos avanzaban ya por el Atlántico norte, atravesando aguas frías y de aspecto poco acogedor. Pese a que la autonomía de ambas naves era más bien optimista sobre el papel, solo tocábamos puerto cuando la situación lo exigía de verdad. Es decir: cuando se agotaban las reservas de alcohol.

Tras una semana larga de convivencia forzada, el encierro empezó a mostrar síntomas clínicos.

Habíamos perdido cualquier noción de lo que sucedía en tierra firme, ignorábamos el estado del mundo, de nuestras familias y, francamente, de nosotros mismos.

Como bien sabéis, los teléfonos móviles volaron por la borda uno a uno el segundo día de navegación, llevándose consigo contraseñas, fotografías, contactos y cualquier posibilidad de arrepentimiento.

Desde ese momento, el único hilo que nos conectaba con la realidad exterior era una radio vetusta, con estética claramente heredada de la Guerra Fría y un criterio muy personal a la hora de funcionar.

Cuando decidía hacerlo, evento irregular y siempre sospechoso, toda la tripulación se congregaba a su alrededor con la esperanza contenida de captar una voz familiar, una canción reconocible o, en el mejor de los casos, una predicción meteorológica tranquilizadora. Lo habitual, sin embargo, era que conectara con algún canal militar. Cada vez que ocurría, yo asumía que tarde o temprano un acorazado aparecería en el horizonte para devolvernos a casa escoltados. Afortunadamente para el resto de inexpertos a bordo, contábamos con Mikhail Petrov.

Mikhail había tenido una vida anterior, una de esas que no se cuentan sin bajar la voz. En aquel entonces fue espía de la KGB; ahora, con menos pelo

y más paciencia, era el responsable de las comunicaciones y el guardián único de la radio. No era el mismo hombre, ni el mundo era el mismo mundo. Yo tampoco era el mismo capitán, aunque nadie parecía dispuesto a señalarlo en voz alta.

Su labor diaria se reducía a una tarea muy concreta: girar el dial con rapidez cada vez que una voz norteamericana emergía del aparato. Lo hacía con una mezcla de reflejo condicionado y rencor antiguo, como quien apaga una vela antes de que incendie la casa.

— Asquerosos yanquis — mascullaba en ruso, con un desprecio perfectamente ensayado.

Del otro lado solía llegar una respuesta torpe, algo sobre basura soviética, pronunciado con acento y convicción, pero Mikhail nunca les concedía el final de la frase.

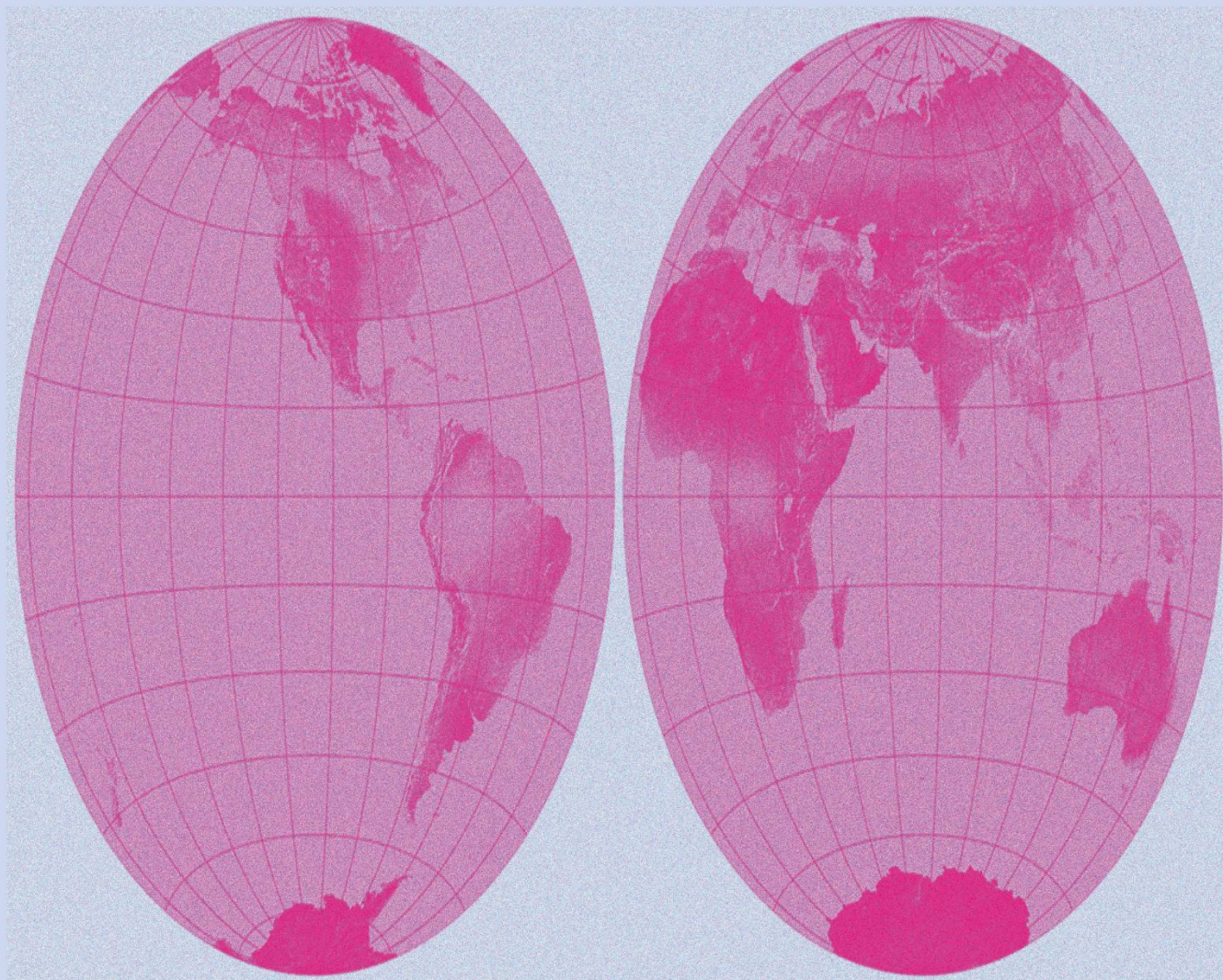
La radio volvía al silencio. El océano seguía extendiéndose igual que siempre. Y nosotros, para el resto del mundo, continuábamos sin estar oficialmente en ninguna parte.

Dejadme que os ponga al corriente de lo sucedido hasta ahora y de cómo demonios funciona esta expedición.

Nuestros dos barcos avanzan por separado, pero jamás se distancian, como dos siameses condenados a entenderse.

Al timón están el patrón Alcatraz, que gobierna el Cormorán, y Petrel, responsable del Albatros. De ellos sabemos muy poco. Comen en la cabina, duermen en la cabina y, por lo que indican ciertos olores persistentes, también resuelven allí cualquier otro asunto fisiológico. No hablan, no socializan, no existen fuera de los mandos. Lo único indiscutible es que nuestra supervivencia depende por completo de ellos, ya que nadie más a bordo, yo incluido, sabría distinguir babor de una tostadora.

Ambos barcos pueden unirse mediante un puente móvil, una estructura incómoda que solo se despliega cuando hay junta o cuando cruzo personalmente para comprobar que



todo marcha bien y que reina la armonía entre tripulaciones. Nunca ocurre ninguna de las dos cosas. Por norma, las reuniones se celebran en el Cormorán, designado oficialmente como buque nodriza. Esto genera cierto resquemor, aunque no es nada inesperado viniendo de semejante colección de raritos.

Porque sí, mantenemos una rivalidad cordial con los del Albatros. Es, sin discusión, el barco mejor equipado: cámaras, ROVs, acuarios, minisubmarinos, hidrófonos, radares y una colección interminable de dispositivos que sus dueños me suplicaron, de rodillas y con lágrimas perfectamente sinceras, que no arrojara por la borda.

Cedí. Me hicieron flexibilizar las normas de mi propio barco, una humillación difícil de digerir, así que desde ese instante quedaron oficialmente bautizados como frikis, un apodo nacido de una mezcla exacta de afecto forzado y rencor auténtico.

Quizá os preguntéis qué se discute en esas juntas. Pues bien, últimamente hay un asunto que monopoliza cualquier

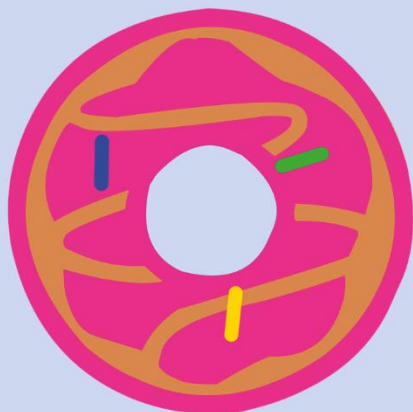
intento de agenda seria.

¿Recordáis la caja de donuts glaseados que trajeron Doña Matilde y Don Lázaro? Alguien tuvo la brillante idea de dejarla en la sala de acuarios. Desde entonces, cada mañana aparece con una rosquilla menos. Nadie confiesa. Nadie se equivoca. Y, sin embargo, los donuts siguen desapareciendo.

No olvidemos que la tripulación está plagada de científicos, y eso se nota. Se nota porque algunos se han tomado el asunto con una seriedad alarmante y han convertido el misterio en un estudio riguroso.

La doctora Arsénico, especialista en ecotoxicología, está registrando meticulosamente las visitas al baño de cada tripulante; sospechamos que ha adulterado las rosquillas con laxantes para buscar correlaciones estadísticas.

Mientras tanto, Mei cubre turnos nocturnos eternos en el pasillo de la sala de acuarios. No ha visto a nadie entrar ni salir, pero los donuts siguen desapareciendo, así que al menos una conclusión es clara: el ladrón trabaja en horario diurno.



NEPTUNES

★ CONSERVACION

Las llamadas bolas de Neptuno, también conocidas como bolas marinas o bolas de posidonia, son uno de los hallazgos más característicos de las playas mediterráneas. Su origen está en una planta marina (no un alga) llamada *Posidonia oceanica*. Y esto es importante: a diferencia de las algas, *Posidonia* tiene raíces, tallos, hojas, flores y frutos, y forma auténticas praderas submarinas comparables a bosques sumergidos, esenciales para la salud del ecosistema costero. Cuando las corrientes y los temporales arrancan sus hojas muertas, estas son arrastradas por el oleaje, que las va deshilachando y enrollando poco a poco hasta convertirlas en esferas compactas de fibras vegetales, casi como ovillos naturales pulidos por el mar.

El 70% de los plásticos son más densos que el agua, eso significa que no flotan, sino que se acumulan en los fondos marinos. De esta forma, las fibras en movimiento actúan como una auténtica depuradora natural del Mediterráneo, atrapando fragmentos de plástico y microplásticos y transportándolos hasta la orilla, donde pueden ser retirados. En ese sentido, funcionan como pequeños filtros biológicos que limpian el mar sin gastar energía, tan solo aprovechando el movimiento del agua.

Además, la presencia abundante de bolas de posidonia suele ser una buena señal: indica que existen praderas cercanas activas y relativamente sanas. Estas praderas son auténticos ingenieros del ecosistema, ya que oxigenan el agua, estabilizan los sedimentos, protegen la costa de la erosión y sirven de refugio y criadero para cientos de especies marinas.

Sin embargo, este ecosistema está bajo amenaza. El fondeo de embarcaciones, la pesca de arrastre, urbanización costera, contaminación y el calentamiento del mar están deteriorando progresivamente las praderas de *Posidonia oceanica*. Aunque la especie figura actualmente como de “preocupación menor” en la Lista Roja de la UICN, los científicos advierten que su regresión en muchas zonas del Mediterráneo es alarmante. Proteger estas praderas no solo significa conservar una planta marina, sino mantener en funcionamiento uno de los principales sistemas naturales de defensa y depuración de nuestras costas.

Las praderas de *Posidonia oceanica* se están empezando a restaurar activamente en varias zonas del Mediterráneo, ya que su recuperación natural es extremadamente lenta (apenas crecen unos centímetros al año). Los proyectos más habituales

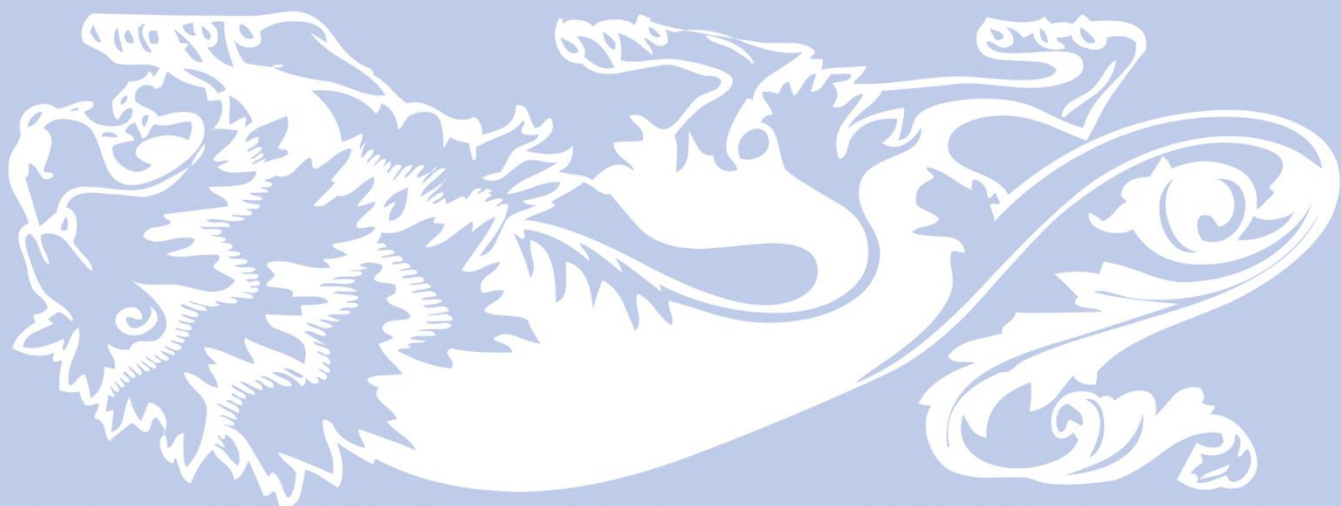
consisten en trasplantar fragmentos de rizomas, los “tallos subterráneos” de la planta, desde praderas sanas a fondos degradados, donde se fijan con estructuras biodegradables hasta que arraigan. En otros casos se emplean semillas recogidas tras episodios de floración masiva, un fenómeno raro pero espectacular. Estas iniciativas no solo buscan recuperar una especie, sino reconstruir todo un ecosistema: cuando vuelve la *Posidonia*, regresan los peces, los invertebrados, se estabilizan los sedimentos y mejora la calidad del agua. Por eso, a menudo se habla de estas actuaciones como auténticos proyectos de “reforestación del mar”.

Las bolas de Neptuno no solo son residuos vegetales arrastrados por el mar: en muchos casos funcionan como pequeños microhábitats móviles, auténticos mini-ecosistemas rodantes. Mientras se forman en el fondo o durante su transporte hacia la costa, sus fibras entrelazadas crean cavidades diminutas que ofrecen refugio frente a depredadores y corrientes a pequeños invertebrados como crustáceos microscópicos, gusanos marinos, moluscos juveniles o larvas de insectos acuáticos. Incluso una vez en la playa, pueden seguir albergando vida durante un tiempo, sobre todo en zonas húmedas cercanas a la orilla, donde mantienen la humedad y moderan la temperatura. En este sentido, funcionan de forma parecida a los montones de hojas en un bosque: parecen simples restos vegetales, pero en realidad son refugios temporales que sostienen comunidades invisibles a simple vista y contribuyen a la biodiversidad local.

Además, las bolas de posidonia siguen actuando como filtros naturales incluso fuera del agua, una razón clave por la que no deberían retirarse de las playas. Sus fibras densas continúan atrapando microplásticos, fragmentos de basura y partículas contaminantes que de otro modo podrían volver al mar con la siguiente marea. Al quedarse en la arena, funcionan como una especie de red biológica que intercepta residuos antes de que regresen al ecosistema marino. Pero no solo eso: también ayudan a proteger la playa de la erosión, amortiguando el impacto de las olas y reteniendo sedimentos. Por este motivo, muchas playas mediterráneas han empezado a adoptar políticas de limpieza selectiva, retirando solo residuos artificiales y dejando las bolas de posidonia en su lugar, acompañadas incluso de carteles informativos que explican su función ecológica. Lejos de ser suciedad, estas bolas son aliadas silenciosas del litoral, trabajando como depuradoras naturales incluso cuando el mar ya las ha dejado en tierra firme.







LEONARDUS
MARINUS





En la Costa de los Esqueletos, en el noroeste de Namibia, vive una pequeña y sorprendente población de leones africanos (*Panthera leo*) que ha logrado adaptarse a uno de los ambientes más extremos del planeta: un desierto hiperárido donde apenas llueve, casi no hay vegetación y las presas terrestres son escasas. Estos leones son conocidos como "leones del desierto" y, a diferencia de sus parientes de la sabana, recorren enormes distancias y sobreviven en condiciones que parecerían incompatibles con un gran depredador. Durante los años 80, los conflictos entre humanos y leones fueron tan intensos que estos felinos desaparecieron por completo de la Costa de los Esqueletos durante más de una década. Sin embargo, a partir de los años 2000, gracias a la creación de reservas comunitarias, a la construcción de un sistema de gestión local de la fauna y al crecimiento del ecoturismo, las poblaciones comenzaron a recuperarse. Aun así, ocurrió algo curioso: aunque los leones volvieron a la región en torno a 2002, tardaron unos quince años más en redescubrir una fuente de alimento clave que sus antepasados ya explotaban en los años 80... el mar. En 2017, dos manadas empezaron a cazar de forma regular aves marinas como cormoranes (*Phalacrocorax* spp.) y mamíferos marinos como las focas del Cabo (*Arctocephalus pusillus*), además de flamencos (*Phoenicopterus roseus*). En solo 18 meses, tres jóvenes leonas de la manada del valle del río Hoanib mataron dos flamencos, unos 60 cormoranes y 18 focas. Estos animales marinos llegaron a representar el 79% de sus presas y nada menos que el 86% de la biomasa total que consumieron durante ese periodo. Este comportamiento es extraordinario porque los leones no están adaptados, en principio, a cazar en playas, zonas intermareales o costas rocosas, pero estas poblaciones han desarrollado estrategias únicas para aprovechar colonias de aves marinas y focas, especialmente cuando las presas terrestres escasean debido a sequías u otros factores ambientales. De este modo, el océano actúa como una despensa alternativa, proporcionando energía y nutrientes cruciales para su supervivencia. Además de ser un ejemplo espectacular de flexibilidad ecológica, este caso demuestra cómo la recuperación de grandes depredadores depende no solo de su protección directa, sino también de la transmisión cultural de comportamientos: estos leones tuvieron que "redescubrir" el mar como fuente de alimento, lo que sugiere que estas estrategias de caza no son solo instintivas, sino también aprendidas socialmente. En definitiva, los leones de la Costa de los Esqueletos nos recuerdan que incluso los grandes símbolos de la sabana africana pueden convertirse, si el entorno lo exige, en inesperados cazadores costeros.



Segundo Acto

"Litoral"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 20

Permitidme introduciros a Camarón, mi nieto. Mi nieto pequeño, tierno, ingenuo y dramáticamente fuera de lugar en esta expedición flotante de degenerados.

Sus padres, en un arranque de esperanza mal gestionada, decidieron mandarlo conmigo "mientras se calmaban las aguas", como si yo fuera un lago alpino y no una tormenta con barba, resaca crónica, y una relación complicada con la Guardia Costera de al menos tres países.

Asentí, firmé dos documentos que no leí y me quedé con el niño, que venía equipado con una mochila, una dentadura incompleta y una fe ciega en mi criterio, lo cual ya lo situaba en una posición vulnerable.

Fue un intercambio justo: ellos ganaron silencio, yo gané un nieto de nueve años con demasiada curiosidad y cero respeto por la autoridad, es decir, mi heredero natural.

Aquella mañana estábamos en cubierta, pescando. Así se autoabastece oficialmente la expedición: con cañas, paciencia y un desprecio absoluto por cualquier normativa pesquera vigente. Camarón tenía una caña demasiado grande para él, pero la manejaba con esa arrogancia ligera que solo poseen los niños y los incompetentes. Yo tenía la mía apoyada en la barandilla, con el cuerpo inclinado hacia atrás y una expresión calculada de hombre que sabe que no va a pescar nada, pero quiere parecer ocupado.

Habíamos convertido la jornada en una competición. El primero en sacar algo decente ganaba el derecho a burlarse del otro durante el desayuno, lo cual, en nuestra jerarquía interna, equivalía a una medalla al mérito.

Nos quedamos en silencio, escuchando el mar, el motor lejano y el ruido metálico de Delfín intentando abrir una lata con un destornillador. Todo estaba tranquilo, sospechosamente tranquilo. Yo estaba a punto de declarar la jornada un fracaso honorable cuando la caña de Camarón

se dobló de golpe, como si hubiese enganchado el océano entero. La caña vibraba como si estuviera conectada a una locomotora. Camarón empezó a tirar hacia atrás con todo su peso corporal, que en ese momento era aproximadamente el de una sandía.

Yo observaba con esa calma hipócrita que adoptan los adultos cuando un menor está a punto de superarlos en algo fundamental.

Tras unos segundos épicos, una sombra oscura apareció bajo la superficie. Enorme. Plateada. Elegante. Un atún obscenamente grande apareció sobre la borda, golpeando la cubierta con la indignación propia de quien no había firmado ningún consentimiento informado para ese viaje.

Yo hice lo que corresponde en estos casos: cuestioné la legitimidad de su victoria, acusé al pez de haber colaborado activamente y declaré que todavía estaba calentando.

Entonces mi caña se tensó. No fue un tirón normal. Fue una fuerza incorrecta, excesiva, desproporcionada para cualquier organismo que pudiera comerse con limón. El hilo empezó a salir del carrete como si alguien lo estuviera arrancando desde el otro extremo con una grúa. Yo me afirmé contra la barandilla, tensé los brazos, y fingí control. El mar no fingió nada.

Durante varios minutos nos dedicamos a ese antiguo deporte humano de pelear contra algo que no tiene rostro ni normas, ni por qué respetarte.

Camarón observaba en silencio, con esa atención grave que solo ponen los niños cuando el adulto responsable está a punto de fracasar de forma pública.

Cuando por fin algo emergió del agua, yo ya estaba sonriendo, convencido de que el universo se había dignado a compensar mi orgullo herido con una criatura mitológica o, al menos, con un pez tan grande que justificara una foto ridícula.

La cuerda dejó de correr. El agua empezó a agitarse justo al lado del barco y algo oscuro rompió la superficie.



— ¿Lo ves? — dije — Está cansado. Siempre se cansan antes que yo.

— Abuelo — murmuró Camarón — Eso no es una aleta.

No lo era. Era una mano. Oscura, mojada, temblorosa, aferrándose a la cuerda como si fuera la última frontera entre existir y no hacerlo. La muñeca salió después. Luego el antebrazo. Y finalmente, emergiendo del agua con una lentitud terrible y deliberada, apareció una mujer.

Era africana. Tendría unos treinta años, quizá más, quizá menos; el mar borra las edades igual que borra los nombres. Tenía el pelo pegado a la cabeza, los labios partidos, y la mitad izquierda del rostro, digamos que no estaba bien, no estaba nada bien. Tenía la mitad del rostro desfigurado, abierta en una geometría irregular de sangre seca, piel rota y algo que parecía una herida que no había terminado de decidir si quería cicatrizar o rendirse.

Se llamaba Orisa. Su nombre era lo único que conservaba intacto.

El ojo izquierdo lo había perdido por el camino, en algún episodio que nadie se atrevió a preguntar y que, francamente, tampoco parecía necesitar explicación.

Mientras aparecían miembros de la tripulación alertados por el grito, el atún muerto y la evidente irrupción de una crisis humanitaria no programada, yo me quité la chaqueta y se la puse encima. Camarón me imitó, aunque su chaqueta cubría menos que la hoja de una parra.

Cuando el doctor Crocs llegó corriendo a cubierta y comprobó que no teníamos ni una gota de alcohol etílico, tomó una decisión clínica valiente pero económicamente imperdonable: vaciarle medio litro de ron Capitán Kidd directamente en la cara.

Camarón rompió a llorar, paralizado entre el espanto y la confusión. Yo también lloré, pero por motivos más complejos y, en esencia, bastante peores: estaba viendo evaporarse cien dólares por cada grito de aquella desgraciada, y eso, incluso en una emergencia médica, me pareció un uso moralmente cuestionable del destilado. La llevamos al interior. Orisa no protestó. Tampoco agradeció demasiado. Se limitó a existir, lo cual, dadas las circunstancias, ya era bastante ambicioso.

Cuando se la llevaron, Camarón se quedó en cubierta mirando el mar, con la expresión de un niño al que acaban de cambiar las reglas del juego sin previo aviso.

Con la poca autoridad moral que me quedaba, le dije que aquello invalidaba oficialmente su triunfo.

No protestó. Siguió mirando el agua.

-

Como si estuviera esperando que algo más emergiera. Un pez. Un monstruo. Una explicación. Nada salió.

Y así fue como mi nieto ganó su primer concurso de pesca y perdió su primera certeza cómoda sobre el mundo, todo antes del desayuno.

Al mediodía, mientras devorábamos un guiso de atún con la precisión de un ejército de ancianos, Orisa nos relató cómo había terminado en aquella situación tan embarazosa.

Resultó ser la guía de la Costa de los Esqueletos, esa franja de tierra firme que se vislumbraba a lo lejos, como un espejismo olvidado en el horizonte. Playas interminables, pobladas por leones, aparentemente dispuestos a disputar cualquier cena.

Cuando escuché eso, escupí el vino que había tragado segundos antes, un vino que, al menos, habría servido para darle sabor al guiso.

Supongo que los accidentes ocurren. Una de las leonas le había arrancado un ojo y parte del rostro con un zarpazo digno de portada, y su instinto de supervivencia la empujó a lanzarse al mar antes que enfrentarse al vasto desierto.

Nadie en la mesa la juzgó; entiendo que todos hubiéramos hecho exactamente lo mismo.

El Dr. Crocs apareció con un parche improvisado, lo colocó con una delicadeza que contrastaba violentamente con la brutalidad del ataque, y luego desapareció entre las sombras de la cocina como un maldito ninja veterinario.

Mi nieto se giró hacia mí con los ojos desorbitados y dijo, efusivo:

— ¡Abuelo, parece un pirata!

Sonreí, principalmente para que se callara, y me comí el atún que él había dejado, con la discreción de alguien que sabe que el hambre justifica todo. Cuando Orisa terminó su relato, el silencio se adueñó de la mesa, pesado y expectante. Fue entonces cuando la Dra. Nécora irrumpió, tan súbita y letal como un lince sobre una liebre desprevenida.

Lo que siguió no merece otra descripción que la literalidad: la vieja nos bombardeó con historias interminables sobre cangrejos. Mientras tanto, nosotros bebíamos como cosacos jubilados, en un intento desesperado de sobrevivir al ataque postprandial de la narradora.

El resto de la sobremesa se arrastró como un reloj oxidado. La Dra. Nécora desplegaba sus anécdotas con la precisión de un metrónomo, mientras nosotros inclinábamos la cabeza hacia la botella como si allí se encontrara nuestra única salvación, y cada sorbo era un pequeño acto de resistencia.

CARCINI- ZACION

Todo ser vivo acaba, tarde o temprano, convirtiéndose en cangrejo. Bueno, no todo exactamente, pero los suficientes como para que no parezca una coincidencia. La carcinización, o cangrejificación, es un fenómeno evolutivo sorprendente: distintos animales que no son cangrejos terminan desarrollando, con el paso de millones de años, una forma corporal muy parecida a la de uno. No se trata de un caso aislado ni anecdótico, sino de un patrón que se ha repetido varias veces en la historia de la vida. Esto significa que la evolución, enfrentada a problemas similares en distintos contextos, ha llegado una y otra vez a la misma solución: el “diseño cangrejo”. Para comprender este proceso, primero conviene aclarar qué es exactamente un cangrejo.

Desde el punto de vista biológico, los cangrejos verdaderos pertenecen a un grupo llamado braquiuros (infraorden Brachyura). Sus rasgos más característicos son un cuerpo ancho y compacto, un caparazón duro que protege los órganos internos, dos pinzas frontales muy desarrolladas y un abdomen reducido que queda plegado bajo el cuerpo. Esta forma corporal les da una apariencia inconfundible y los diferencia de otros crustáceos como camarones, langostas o cangrejos ermitaños, que suelen tener cuerpos más alargados y un abdomen visible.

Esta anatomía no es casual: su diseño ofrece importantes ventajas evolutivas. Un cuerpo bajo y ancho proporciona estabilidad y facilita moverse entre rocas, grietas y fondos marinos complejos. El abdomen oculto reduce las zonas vulnerables frente a depredadores, mientras que el caparazón funciona como una armadura natural. Las pinzas permiten manipular alimento, defenderse, competir con otros individuos y explorar el entorno. Además, la capacidad de caminar lateralmente resulta especialmente útil en espacios estrechos o irregulares. Todo esto hace que los cangrejos sean animales extremadamente versátiles, capaces de habitar desde arrecifes y playas hasta manglares, ríos e incluso ambientes terrestres.

La carcinización ocurre cuando otros crustáceos que no tienen originalmente esta forma corporal comienzan a evolucionar hacia ella. Esto implica, por ejemplo, que su abdomen se acorte y se pliegue bajo el cuerpo, que el caparazón se ensanche y que su silueta general se vuelva cada vez más parecida a la de un cangrejo típico. Lo llamativo es que este proceso ha sucedido de manera independiente en varios grupos diferentes, especialmente en animales como los cangrejos ermitaños y los cangrejos rey, que no pertenecen al grupo de los cangrejos verdaderos, pero que pueden resultar casi indistinguibles a simple vista.

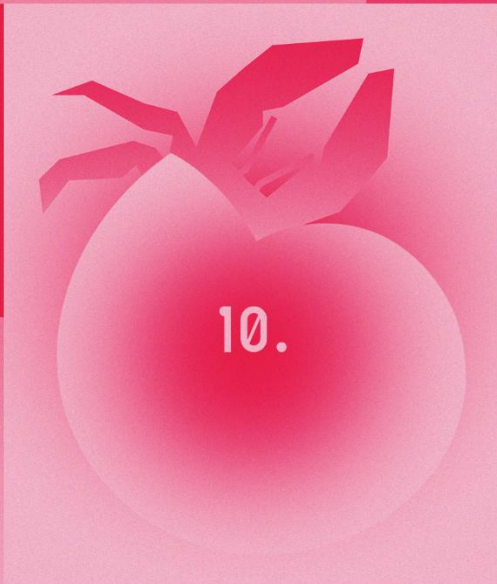
En términos generales, la repetición de este proceso sugiere que la forma corporal del cangrejo es especialmente eficiente para la vida en el fondo marino y en ambientes complejos. Su combinación de protección, movilidad, capacidad manipulativa y flexibilidad alimentaria la convierte en una estructura muy estable desde el punto de vista evolutivo. Una vez que un linaje empieza a acercarse a esta forma corporal, la selección natural tiende a reforzarla, favoreciendo aún más estos rasgos.

La forma cangrejo ha evolucionado al menos cinco veces de forma independiente, probablemente algunas más que todavía no sabemos. Cada vez que un grupo distinto de crustáceos coloniza fondos marinos o ambientes bentónicos, la selección natural tiende a empujarlo hacia esta misma configuración.

En al menos un caso documentado, algunos crustáceos que habían adoptado forma de cangrejo volvieron a evolucionar hacia cuerpos más alargados, en un proceso llamado descarginización. Esto es algo raro, pero demuestra que la evolución no es una escalera sino un laberinto: se puede ir hacia delante, hacia atrás, de lado o en espiral, aunque algunos caminos resulten claramente preferidos. Además, ilustra de forma clara cómo la evolución no busca novedad, sino eficacia, bajo el lema de “Si algo funciona, no lo toques”.

1. *Telamonocarcinus*
2. *Petrolisthes*
3. *Cretapsara*
4. *Shinkaia*
5. *Cretagalathea*
6. *Cenomanocarcinus*
7. *Phalangiopsis*
8. *Callichimaera*
9. *Uca*
10. *Palaeopagurus*
11. *Protaegla*





QUE ES LA CONVERGENCIA EVOLUTIVA

1.

- parientes, así como aves y murciélagos, separados por millones de años de historia evolutiva, acabaron desarrollando alas. No se parecen porque estén relacionados, sino porque volar, o nadar rápido, impone ciertas reglas de diseño. La carcinización es uno de los ejemplos más llamativos de este fenómeno. Distintos crustáceos que no pertenecen al grupo de los cangrejos verdaderos han terminado adoptando, de manera independiente, una anatomía casi indistinguible de la de un cangrejo. No son parientes cercanos, pero la evolución ha llegado repetidamente a la misma conclusión: ese cuerpo compacto, blindado y lateralmente móvil es una

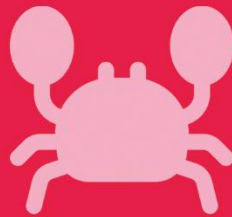
La convergencia evolutiva ocurre cuando especies que no comparten un parentesco cercano acaban desarrollando rasgos similares, no porque vengan del mismo linaje, sino porque se enfrentan a problemas parecidos en entornos parecidos. La evolución, en esos casos, no innova: recicla. Si una solución funciona bien, tiende a reaparecer. Por eso tiburones y delfines tienen cuerpos casi idénticos pese a no ser -

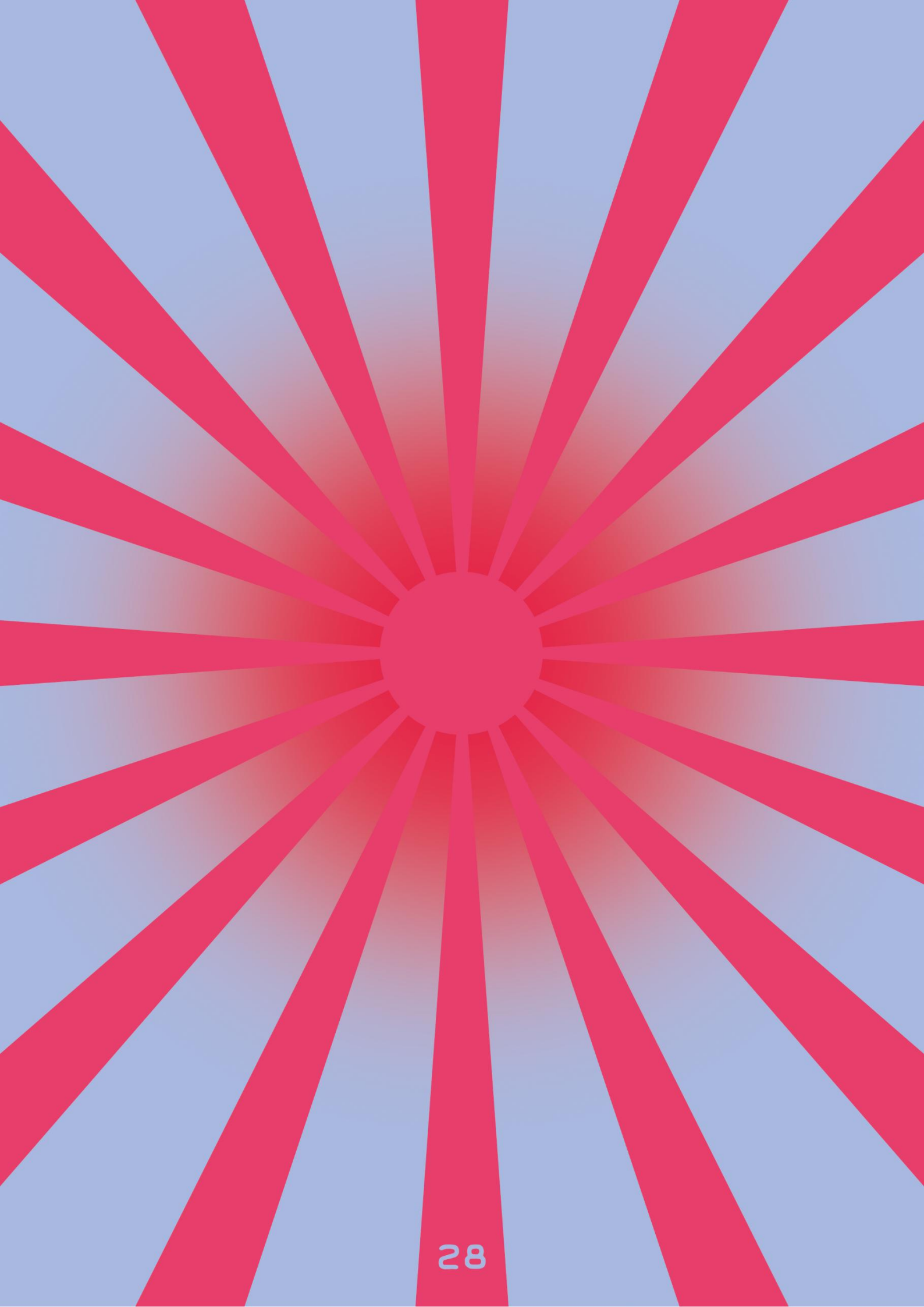
2.

solución excepcionalmente eficaz para muchos estilos de vida bentónicos. De ahí surge la curiosa división entre cangrejos verdaderos (infraorden Brachyura) y una larga lista de "cangrejos falsos" (infraorden Anomura) que, aunque lo parezcan, no lo son desde el punto de vista evolutivo. Para comprobar lo engañosa que puede ser la apariencia, te proponemos un pequeño minijuego. En la imagen de la página anterior verás once animales que parecen cangrejos. Tu reto es adivinar cuántos de ellos lo son realmente y cuántos son impostores evolutivos. Cuando -

3.

- termines, consulta la leyenda para descubrir cuántos aciertos has tenido. Puede que sorprenda, pero ni siquiera la mitad de esos once son cangrejos auténticos. Solo los números 1, 3, 6, 8 y 9 pertenecen al infraorden Brachyura. Entre ellos encontramos a Telamonocarcinus, el cangrejo más antiguo conocido, una pieza clave para reconstruir el origen evolutivo de este grupo. También aparece Cretapsara, el fósil de cangrejo más completo jamás hallado. Y cuando decimos completo, es literal: aunque es extremadamente raro encontrar organismos acuáticos conservados en ámbar (mucho más común en insectos), este ejemplar quedó atrapado en resina con tal nivel de detalle que conservaba pelos, antenas, tejidos y piezas bucales. Los investigadores lo dataron en plena era de los dinosaurios. Por otro lado, el género Uca corresponde a los conocidos cangrejos violinistas, fácilmente reconocibles por sus dos pinzas desiguales: una enorme y otra mucho más pequeña. Esa pinza sobredimensionada no solo se utiliza en enfrentamientos entre machos, sino que también desempeña un papel clave en la selección sexual, ya que las hembras tienden a preferir a los individuos con las pinzas más llamativas. En fin, si algún día queréis reiros un poco de alguien, siempre podéis enseñarle esta página y hacerle la misma prueba que os he hecho, tan solo para ver su maravillosa reacción.







CANGREJOS SAMURAI

En Japón existe una especie de cangrejo que parece llevar dibujado en el caparazón el rostro de un samurái, y es en gran parte, culpa nuestra.

Los cangrejos Heike (*Heikeopsis japonica*) son uno de esos casos en los que la biología, la historia y la imaginación humana se entrelazan de forma perfecta. Estos pequeños crustáceos viven en las costas de Japón y, a primera vista, no parecen especialmente distintos de otros cangrejos intermareales. Sin embargo, si se observa su caparazón con atención, aparece algo inquietante: una disposición de surcos y relieves que recuerda sorprendentemente a un rostro humano enfadado, con cejas fruncidas, ojos hundidos y una expresión casi guerrera. No es una ilusión pasajera.

La explicación cultural de este fenómeno se remonta al siglo XII, tras la famosa batalla naval de Dan-no-ura, en la que el clan Heike fue derrotado y muchos de sus guerreros murieron ahogados. La tradición japonesa sostiene que las almas de aquellos samuráis quedaron atrapadas en los cangrejos que habitaban esas aguas, y que sus rostros quedaron impresos en los caparazones como una forma de memoria biológica. Durante siglos, los pescadores evitaron capturar o consumir aquellos ejemplares que

mostraban un “rostro” especialmente claro, devolviéndolos al mar por respeto a los espíritus de los caídos. En cambio, los individuos con caparazones menos expresivos no recibían el mismo trato misericordioso.

Este comportamiento tuvo consecuencias evolutivas muy concretas. Los cangrejos cuyos relieves dorsales se parecían más a caras humanas tendían a sobrevivir y reproducirse con mayor frecuencia, mientras que los demás eran retirados de la población de forma sistemática, aunque involuntaria. Generación tras generación, este sesgo en quién vivía y quién no fue amplificando los rasgos que hacían que el caparazón pareciera un rostro, hasta que hoy encontramos poblaciones enteras donde esa apariencia es mucho más común que en especies cercanas o en regiones donde no existía esta tradición cultural. No hubo un plan consciente ni un objetivo biológico explícito, pero el resultado fue una modificación real de la frecuencia de ciertos rasgos anatómicos, guiada por decisiones humanas basadas en creencias y simbolismo.

Desde un punto de vista anatómico, el “rostro” del cangrejo Heike no es más que el resultado de la disposición de placas y crestas que refuerzan su

exoesqueleto. Sin embargo, nuestra obsesión por detectar caras donde sea, en las nubes, en enchufes, en tostadas quemadas, convierte esos relieves en expresiones humanas convincentes: severas, tristes, furiosas o resignadas.

SELECCIÓN ARTIFICIAL

La selección artificial es el proceso por el cual los humanos, de forma consciente o inconsciente, favorecen ciertos rasgos en plantas y animales al permitir que solo algunos individuos se reproduzcan. Así se han desarrollado, por ejemplo, las razas de perros, las variedades de ganado o los cultivos agrícolas actuales. Su principal diferencia con la selección natural es que aquí no decide el entorno, sino las personas: no sobrevive “el mejor adaptado”, sino el que resulta más útil, atractivo o significativo para nosotros, como es el caso de los cangrejos Heike.

Segundo Acto

"Litoral"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 22

Desde lejos, las juntas parecían siempre la misma escena: adultos apiñados en torno a una mesa claramente insuficiente.

— ¿De qué hablan cuando se sientan así? — preguntó Orisa, señalando la sala de reuniones con la barbilla desde la escotilla superior.

Camarón, estaba colgado boca abajo de una barandilla porque había descubierto que pensar al revés mejoraba ligeramente sus teorías sobre el mundo.

— De cosas importantes — dijo al fin — Rutas imaginarias. Decisiones pospuestas. Y de quién se ha bebido el último café sin confesarlo. Eso último es lo que más gritan.

Ninguno de los dos estaba autorizado a asistir a las juntas: él por menor, ella por recién llegada, y ambos por tener una alarmante tendencia a hacer preguntas en voz alta. Eso los unió de inmediato.

Comenzaron por ocupar espacios que nadie más usaba: pasillos secundarios, bodegas intermedias, rincones entre cajas que oficialmente no contenían nada interesante, lo cual los convertía en territorios ideales. Allí inventaron su propio sistema de entretenimiento, una mezcla irregular de juegos, accidentes controlados y teoría experimental aplicada al aburrimiento. Camarón había organizado una partida de bolos con cocos, utilizando como bolera un hilo de matraces y tubos de ensayo requisados al laboratorio, porque, según él, "la ciencia es básicamente vidrio esperando ser golpeado". La ciencia sobrevivió milagrosamente, lo cual decepcionó a Camarón, que había apostado por una pequeña explosión, y a Orisa, que había preparado vendas por si acaso. El sonido del vidrio rodando por el suelo fue suficiente para declarar la actividad un éxito táctico, y el pasillo de popa quedó desde entonces consagrado como pista oficial.

Después vino el ajedrez, o algo que ellos insistían en llamar ajedrez. No había tablero, solo una cuadrícula

trazada con tiza, ni piezas reconocibles, sino conchas de distintas especies asignadas a funciones arbitrarias pero defendidas con fervor. Las grandes caracolas asumían el papel de reinas, las lapas marchaban como peones obedientes, las ostras custodiaban las esquinas en calidad de torres, las orejas de mar se deslizaban en diagonal como alfiles, los mejillones brincaban en "L", y los cráneos de gaviota, representaban a los reyes. Las partidas nunca llegaban a una conclusión clara, pero ambos declaraban la victoria con idéntica convicción.

Yo los veía recorrer el barco como si fuera un archipiélago privado, descubriendo pasillos, escaleras que no llevaban a ningún sitio y compartimentos cuyo único mérito era estar vacíos. Orisa le enseñó a Camarón a improvisar vendas con camisetas viejas y cuerdas. Camarón le enseñó a mentir con aplomo sobre la ubicación de objetos perdidos, habilidad esencial en cualquier expedición prolongada. Ambos progresaron rápido.

Una tarde los encontré en la bodega rodeados de cocos, conchas, un tablero de tiza medio borrado, tres matraces prodigiosamente intactos y un pulpo en un cubo que, por motivos que nadie se tomó el trabajo de justificar, había sido ascendido a árbitro honorífico. No pregunté. Aprendí hace años que ciertas explicaciones solo empeoran las cosas.

Desde las juntas, a las que ellos seguían sin poder asistir, a veces los veía observándonos desde lejos, como quien contempla una obra de teatro mal ensayada. Orisa parecía convencida de que allí dentro se decidían cosas importantes. Camarón sostenía que no, que solo se decidía sentirse importante, lo cual resolvía varias cuestiones filosóficas de golpe.

Yo debería haberlos separado. Esa habría sido la decisión adulta, responsable y profundamente equivocada. En su lugar, los dejé seguir jugando con teorías imposibles, convirtiendo el barco en algo que no

figuraba en ningún mapa: un territorio donde dos personas oficialmente sin permiso para nada, acabaron inventándose permiso para todo.

Lo último que recuerdo es haber permitido que mi vieja Kodak cayera en manos de mi nieto. Porque en cuestión de minutos olvidó que la cámara era mía y empezó a llevarla pegada al cuerpo como si fuera un órgano vital recién descubierto. Además, me sacaba de quicio verlo fundir carretes con una alegría criminal: cualquier cosa que le pareciera remotamente interesante, una sombra rara, una cuerda torcida, una gaviota con mala actitud, provocaba una ráfaga de disparos digna de un AK - 47 averiado.

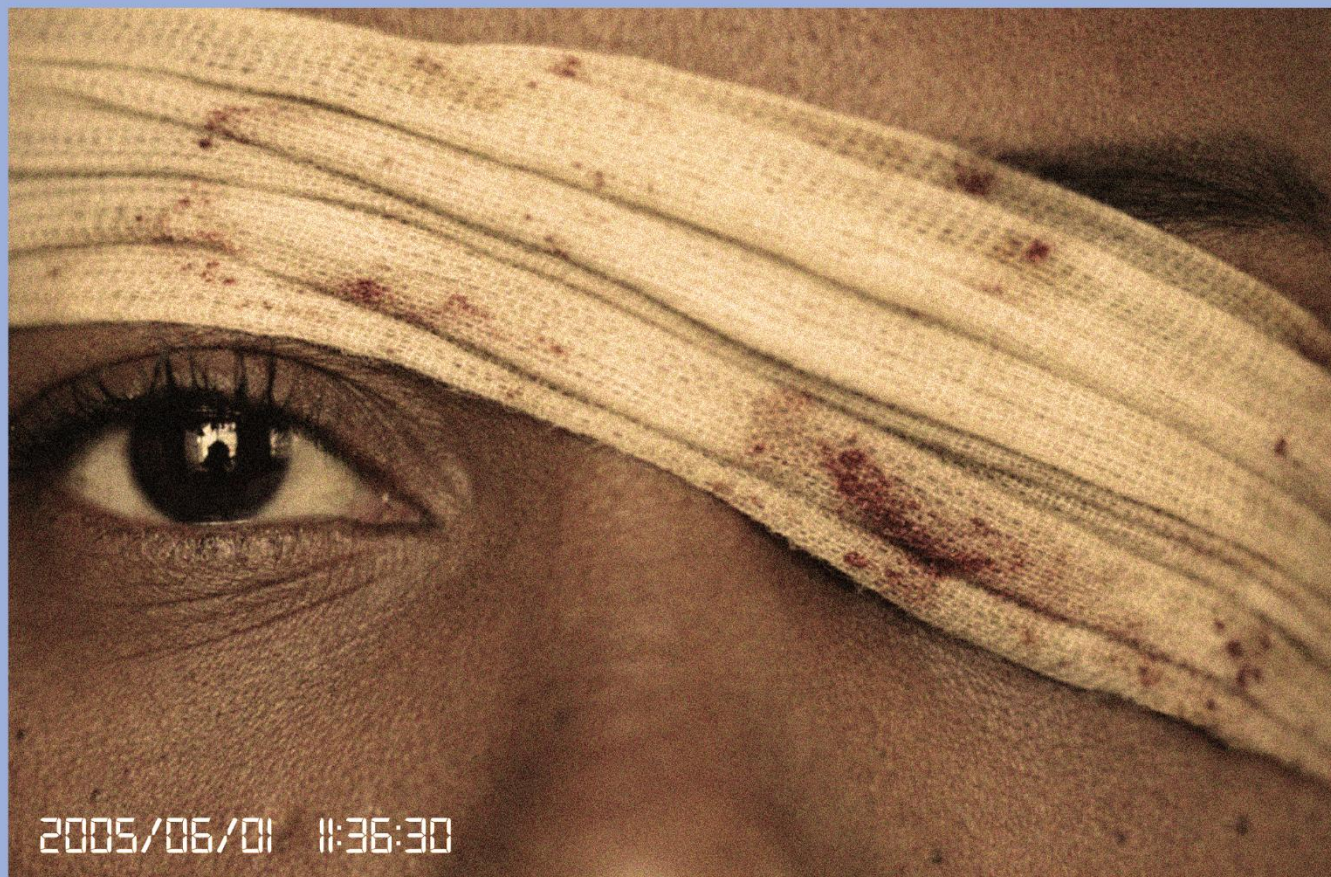
El resultado fue que aquel pequeño renacuajo me llenó la galería de fotografías espantosas: sobreexpuestas, torcidas, con una iluminación infernal y encuadrando escenas grotescas de sus correrías con la namibiana. Algunas eran directamente ofensivas, como un primerísimo plano de su cara vendada y maltrecha, convertida en una especie de momia marina de expresión resignada. Mi plan era hacer una criba severa al terminar la expedición, pero luego pensé que quizá aquel archivo visual caótico serviría mejor como testimonio honesto de nuestro viaje, tanto para mí como para los científicos a bordo, que siempre sospechan cuando

las fotos salen demasiado bien.

Camarón, por supuesto, corría entusiasmado a enseñarle a Orisa cada nueva obra maestra. Ella solía sonreír, no porque las imágenes lo merecieran, que no lo hacían, sino porque sabía que a él le hacía ilusión. Era una ternura incómoda, de esas que se te pegan a la ropa. No os preocupéis: no pienso recrearme demasiado en estos instantes empalagosos. Tengo una reputación que perder.

Lo más notable es que todo esto ocurrió pese a que su entendimiento verbal era, siendo generosos, deficiente. Orisa dominaba lo justo de inglés como para pedir agua, señalar peligros inmediatos y expresar decepción básica, mientras que Camarón solo hablaba japonés, entusiasmo y teorías sin fundamento. La mayor parte de su comunicación consistía en gestos, dibujos improvisados, miradas largas y una coreografía de señalamientos confusos que, contra todo pronóstico lingüístico, funcionaba mejor que muchas conversaciones completas entre adultos alfabetizados. La escena cerró con un pinky promise ceremonial: – Seré tu ojo izquierdo – dijo Camarón firmando una cláusula imaginaria.

Una promesa inútil desde cualquier punto de vista anatómico, pero sorprendentemente sólida en el plano emocional, que es donde ambos operaban con mayor soltura.



HIDROCORIA

POR ERNESTO MONTOYA, DIVULGADOR, COMUNICADOR Y CREADOR DEL PROYECTO VIEJA TIERRA

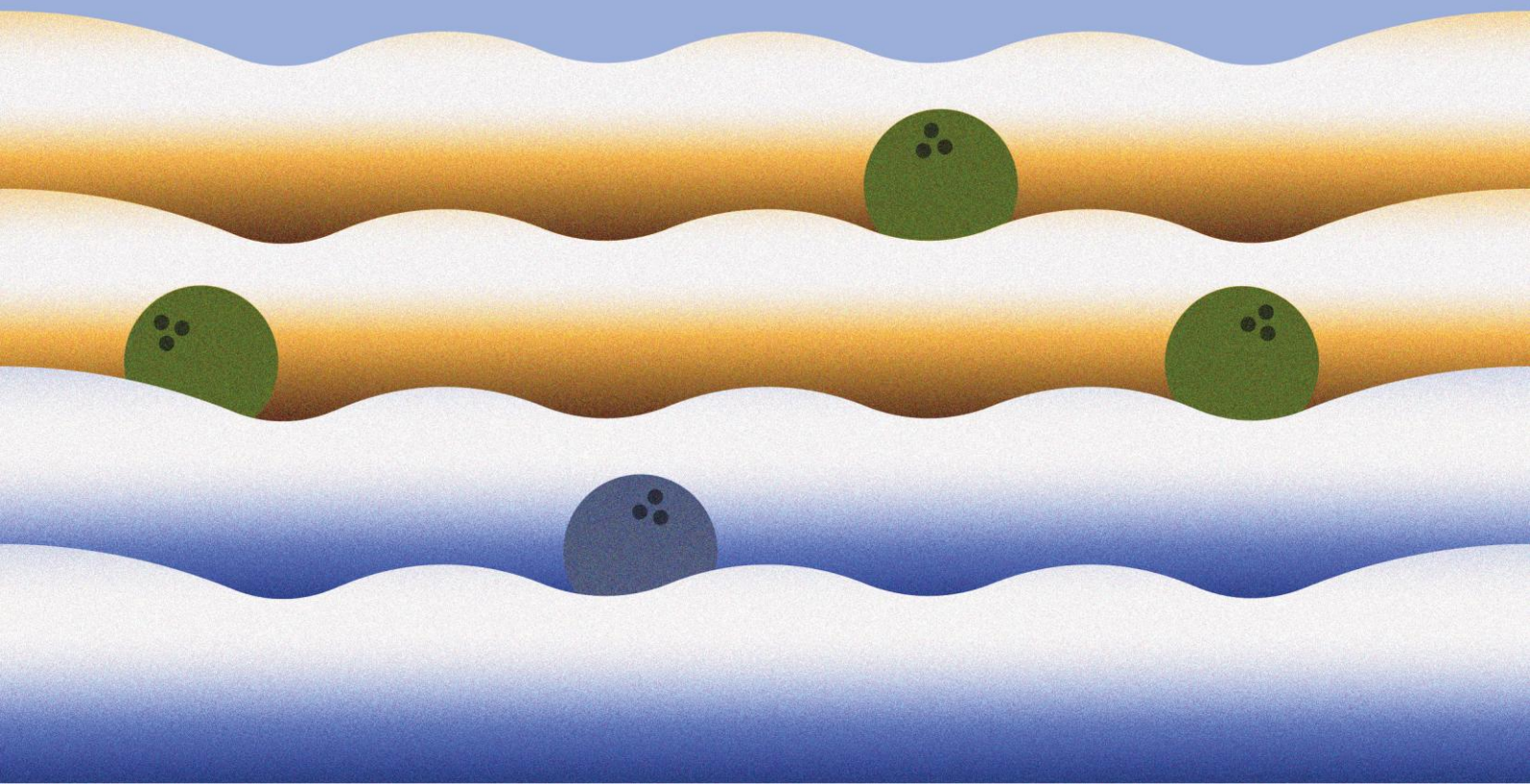
Imagina que eres un ser vivo anclado a la tierra por un sistema radicular que no te permite moverte libremente, pero para que la especie a la que perteneces no se extinga tienes que ingenártelas de mil maneras para reproducirte y conseguir que tu descendencia pueda desarrollarse con el hándicap de estar inmóvil. Desde el punto de vista humano, ¿qué harías? Desgraciadamente, poco puede hacer un homínido atado sin poder moverse más que esperar una muerte lenta por inanición. Pero no es el caso de las miles de especies que conforman el reino Plantae, que han desarrollado multitud de estrategias para sobrevivir y reproducirse permaneciendo ancladas al sustrato.

Como sabéis, una de las características más conocidas de las plantas es su capacidad para realizar la fotosíntesis, un proceso extraordinariamente complejo mediante el cual utilizan la energía de la luz solar para sintetizar materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas como el dióxido de carbono y el agua, gracias, entre otras cosas, a pigmentos fotosintéticos como la clorofila. Pero más allá de la capacidad de un individuo para mantenerse con vida, existe otro pequeño problema. Hay que reproducirse. ¿Y cómo lo haces cuando no puedes levantarte para buscar pareja?

Pues delegando. Si tú no puedes desplazarte, quizás puedas conseguir que otra cosa lo haga por ti. Y aquí entra en escena una de las historias evolutivas más fascinantes del reino vegetal, la polinización. Este proceso, a grandes rasgos, podemos simplificarlo como el traslado de los granos de polen desde las estructuras masculinas de una flor hasta la parte receptiva de las estructuras femeninas, haciendo posible posteriormente la fecundación. Como las plantas no pueden desplazarse físicamente para llevar ese polen de un

sitio a otro, han desarrollado múltiples estrategias para conseguirlo. Unas se valen del viento, otras del agua y muchísimas utilizan insectos u otros animales como auténticos taxistas del amor, que transportan involuntariamente el polen mientras se dan un festín entre flores. Pero, una vez conseguida la fecundación, viene otro problema. ¿Cómo consigues que tu descendencia se aleje de ti si tú sigues sin poder moverte? Pues de la misma forma que con el transporte del polen, delegando esa difícil tarea de moverse del sitio. Aquí entramos en un terreno fascinante en el que las plantas han desarrollado diferentes estrategias de dispersión. Las hay que utilizan el viento y poseen semillas o frutos especializados en aprovechar las corrientes de aire para llegar lejos del lugar donde se originaron. Esto se denomina anemocoria. Otras muchas utilizan a diversos animales como medio de transporte, ya sea produciendo frutos vistosos y apetitosos para que se los coman y posteriormente defequen las semillas, o desarrollando estructuras capaces de engancharse al pelaje y ser transportadas largas distancias. En estos casos hablamos de zoocoria. Y otras son capaces de dispersar las semillas por sí mismas, como *Echallium elaterium*, popularmente conocido como pepinillo del diablo, que genera unos frutos que son auténticos cañones de semillas. Cuando alcanzan la madurez suficiente, expulsan a presión su contenido y lanzan las semillas a cierta distancia. En este caso hablamos de autocoria. Todas estas técnicas y formas distintas de dispersar semillas y frutos son apasionantes, pero hay una que a mí me llama especialmente la atención, la hidrocoria, es decir, la dispersión de semillas o frutos a través del agua.

Y en el caso de las plantas a las que vamos a dedicar este artículo, los cocoteros, encontramos un caso particularmente llamativo, la talasocoria, la dispersión a



través del mar. Algo que requiere frutos capaces de soportar durante cierto tiempo las condiciones del medio marino, mantenerse a flote y, lo que es todavía más importante, conservar una semilla viable después del viaje. Y para conseguirlo, los cocos son auténticos barcos biológicos. Vamos a centrarnos concretamente en *Cocos nucifera*, una palmera de la familia Arecaceae con la que tenemos bastante relación precisamente por sus frutos, que podemos encontrar fácilmente en supermercados para su consumo. Lo que conocemos como coco es una drupa fibrosa y, si la analizamos con detenimiento, descubrimos una estructura increíblemente preparada para viajar por el agua.

Si abrimos un coco completo como una tarta encontraremos cuatro grandes capas formando su pericarpo, el exocarpo, el mesocarpo y el endocarpo. El exocarpo constituye la capa más externa y relativamente fina del fruto. En los cocos inmaduros suele presentar una coloración verde o amarillenta que cambia durante la maduración. Inmediatamente debajo encontramos un grueso mesocarpo fibroso, la llamada estopa del coco. Esta envoltura fibrosa, gruesa y ligera desempeña un papel fundamental en la flotabilidad y, además, actúa como protección mecánica frente a los golpes que el fruto puede sufrir durante su transporte. Más al interior nos encontramos con el endocarpo, una durísima cubierta lignificada y leñosa que identificamos fácilmente como la característica cáscara marrón del coco. Cuando compramos un coco en un supermercado, buena parte del exocarpo y del mesocarpo originales ya han sido retirados, por lo que lo que tenemos entre las manos es fundamentalmente ese endocarpo leñoso con la semilla protegida en su interior. Esta capa funciona como un auténtico escudo frente a golpes y contribuye a aislar y proteger la semilla durante el transporte. La combinación de todas estas estructuras permite que el fruto completo pueda flotar, soportar golpes y permanecer expuesto al medio marino durante un tiempo considerable. Pero para realizar un largo viaje por el mar no basta con tener un buen barco. También necesitas víveres con los que mantenerte. Y aquí entra en juego la parte interna del fruto.

Protegida por ese endocarpo leñoso encontramos la semilla propiamente dicha, recubierta por una fina cubierta seminal o testa. Buena parte de su interior está ocupada por el endospermo, un tejido de reserva cuya función será fundamental cuando llegue el momento de germinar. Lo curioso del coco es que este endospermo se presenta de

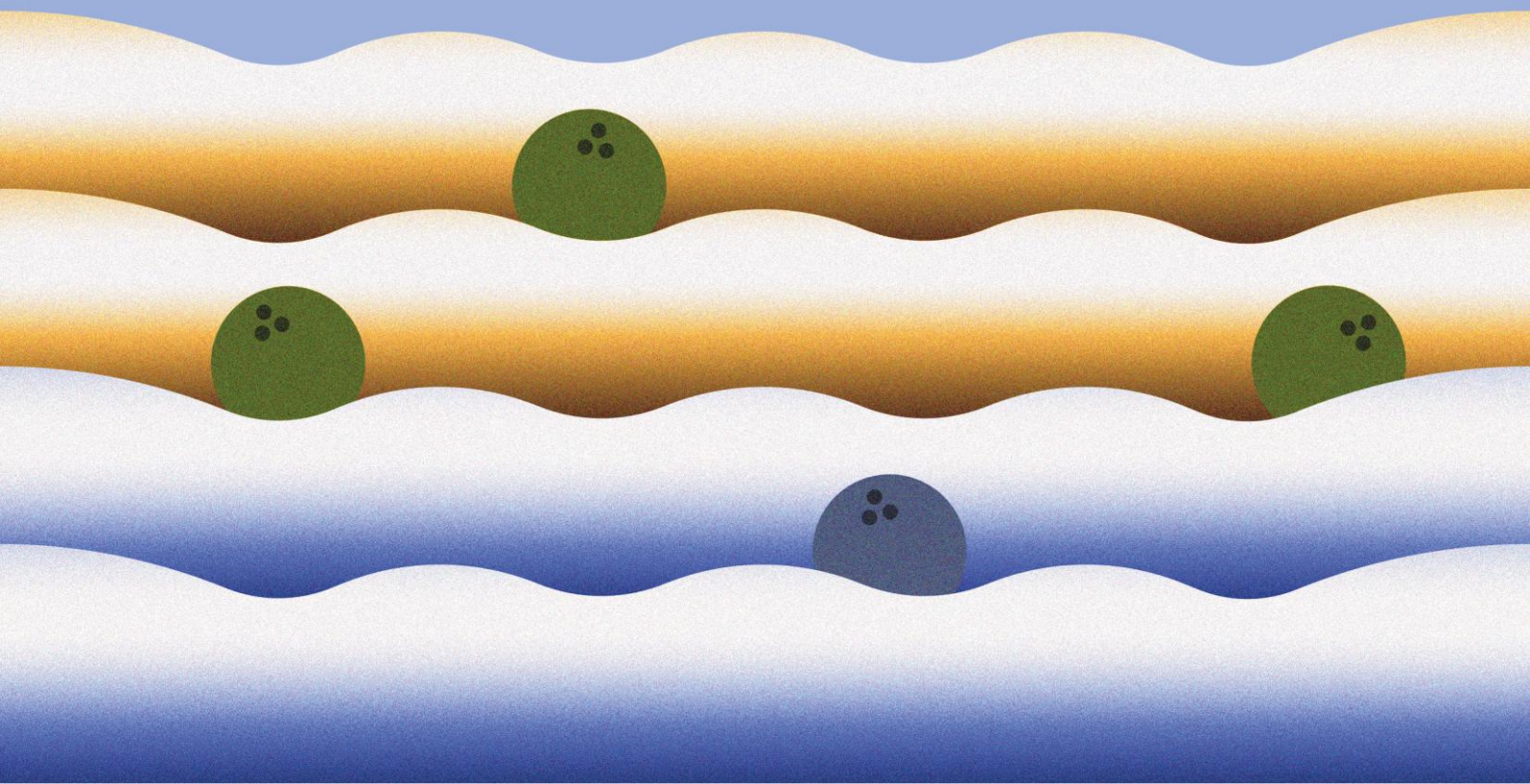
dos formas muy diferentes. Por un lado tenemos el endospermo sólido, la característica pulpa blanca que todos conocemos porque es la parte comestible del coco y que se va formando sobre las paredes internas durante el desarrollo del fruto. Es un tejido rico en sustancias de reserva, especialmente lípidos, que posteriormente podrán ser aprovechadas durante el desarrollo de la nueva planta. Y en el centro queda una cavidad parcialmente ocupada por la conocida agua de coco, que no es otra cosa que el endospermo líquido de la semilla. Nuestro barco biológico, por tanto, no solo posee una estructura preparada para flotar y protegerse de los golpes. En su interior transporta una semilla protegida y acompañada de una importante reserva de nutrientes que podrá utilizar cuando finalmente encuentre un lugar adecuado para germinar.

Y aquí aparece otra de las curiosidades del coco. En uno de los extremos del endocarpo encontramos tres marcas características, los famosos tres «ojos» del coco. De esos tres poros, uno es funcionalmente germinativo y está asociado con la posición del embrión. Será por esa zona por donde comenzará a abrirse camino la nueva planta cuando se den las condiciones adecuadas. Durante la germinación, además, el coco desarrolla una estructura muy peculiar. El cotiledón forma en el interior un tejido esponjoso denominado haustorio cotiledonar, que va creciendo dentro de la cavidad mientras absorbe y moviliza las reservas del endospermo. Es lo que popularmente se conoce como «manzana de coco» o coco germinado. Gracias a esas reservas, la joven plántula puede comenzar su desarrollo mientras establece sus primeras hojas y raíces.

Así que el coco lleva prácticamente todo lo necesario para emprender el viaje. Una cubierta fibrosa que favorece la flotación y amortigua golpes, un endocarpo duro que protege la semilla y una enorme reserva energética esperando a ser utilizada cuando llegue el momento de germinar.

Sin esta extraordinaria capacidad viajera de los cocos, Chuck Noland hubiese muerto de hambre y sed, y la película de Náufrago no hubiese dado ni para un corto.

VIEJATIERRA [YT]
VIEJA_TIERRA [IG]
VIEJA TIERRA [FB]



“EL SEXTO SENTIDO”

Así como el mar trae vida a las playas, también puede traer muerte y destrucción en forma de tsunamis. No obstante, antes de que el océano se retire de forma antinatural o la costa empiece a rugir, muchos animales ya han reaccionado. Tras los tsunamis del Índico en 2004 y de Japón en 2011 se documentaron elefantes huyendo tierra adentro horas antes del impacto, aves abandonando colonias costeras, perros negándose a salir de casa y peces

desplazándose de forma anómala hacia aguas profundas. La explicación no apunta a una especie de premonición mística, sino a la capacidad de detectar señales físicas que los humanos apenas percibimos. Algunos mamíferos son sensibles a infrasonidos generados por terremotos submarinos o grandes desplazamientos de agua, ondas que viajan enormes distancias por tierra y mar. Otros animales responden a vibraciones sísmicas detectadas por mecanorreceptores en extremidades, piel u oído interno, mientras que reptiles y anfibios parecen implicar también su sistema vestibular. En peces y otros organismos marinos entra en juego la línea lateral, un sistema

sensorial especializado que detecta movimientos mínimos del agua, así como alteraciones súbitas en la presión hidrostática. Estudios en arrecifes y especies pelágicas sugieren que detectan anomalías hidrodinámicas mucho antes de que estas se traduzcan en oleaje visible. Incluso algunos invertebrados bentónicos modifican su comportamiento horas antes de grandes perturbaciones oceánicas.

“LA HUIDA”

Saber que algo va a ocurrir es solo la mitad del problema; la otra es decidir hacia dónde ir. En animales terrestres el patrón es claro: alejarse de la costa y ganar altura. Elefantes, búfalos, ciervos y grandes carnívoros tienden a desplazarse tierra adentro siguiendo pendientes ascendentes, como si aplicaran reglas topográficas elementales sin tener ninguna noción consciente de mapas o geografía. En aves

costeras se han documentado abandonos masivos de colonias reproductoras y desplazamientos hacia zonas interiores o elevadas, incluso dejando huevos y pollos atrás, lo que indica que la percepción de peligro supera cualquier inversión reproductiva inmediata. En peces y otros organismos marinos la situación es más paradójica, porque no pueden abandonar el océano, que es precisamente donde se origina el tsunami. Sin embargo, numerosos estudios muestran desplazamientos hacia aguas más profundas o mar adentro, lejos de plataformas continentales y zonas someras, donde las olas se amplifican. En aguas profundas, las ondas de tsunami apenas

generan desplazamientos verticales, mientras que cerca de la costa se transforman en muros. Muchos animales abandonan madrigueras, nidos, zonas de puesta o rutas migratorias, y en aves marinas se han documentado interrupciones completas de ciclos reproductivos. Sin embargo, desde un punto de vista evolutivo, renunciar a una puesta es preferible a no sobrevivir. La elección del refugio no depende de conocimiento geográfico explícito, sino de reglas simples: alejarse de vibraciones intensas, buscar estabilidad física, ganar altura o profundidad, y moverse hacia entornos donde presión, ruido y movimiento vuelven a rangos normales.

“EL REGRESO”

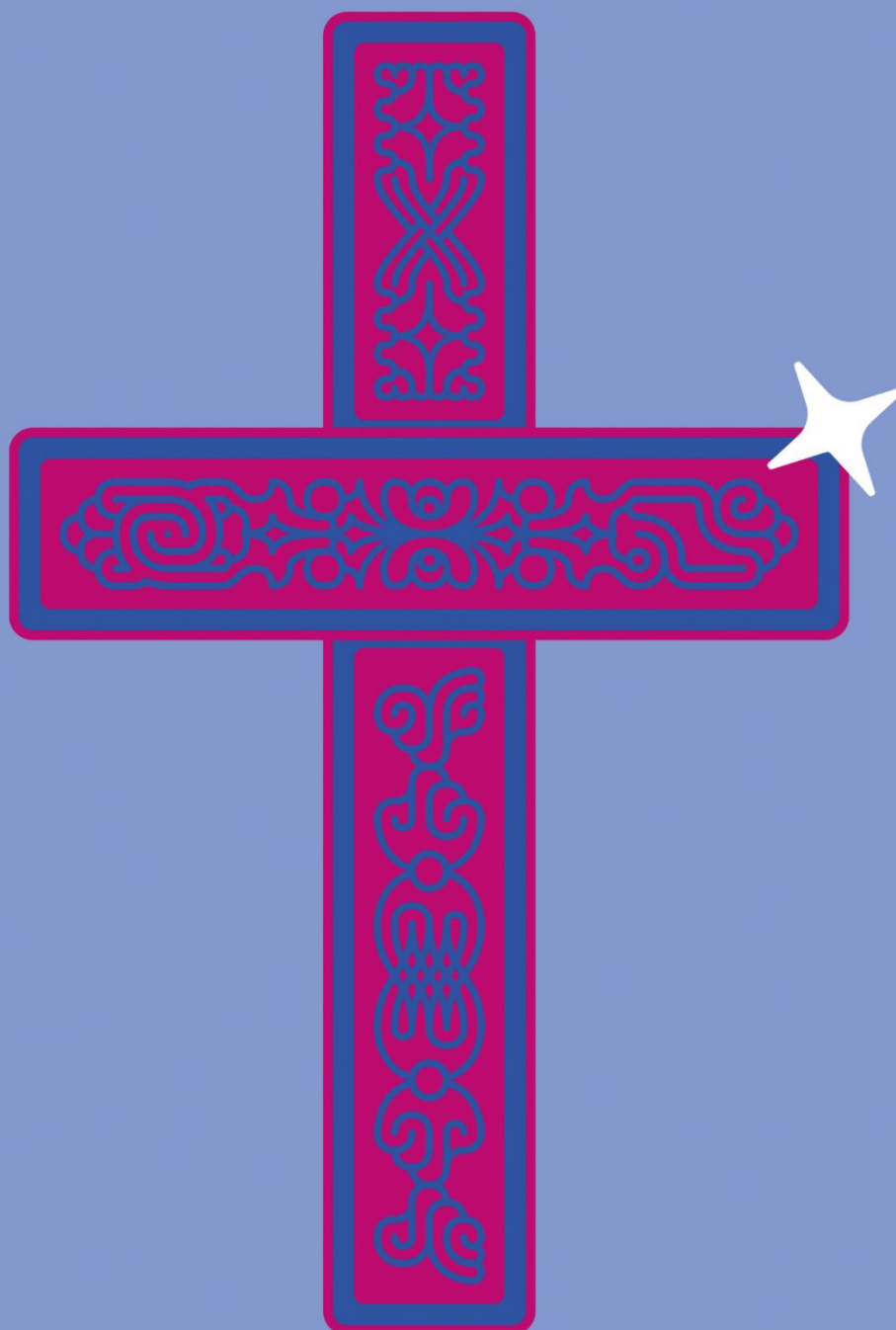
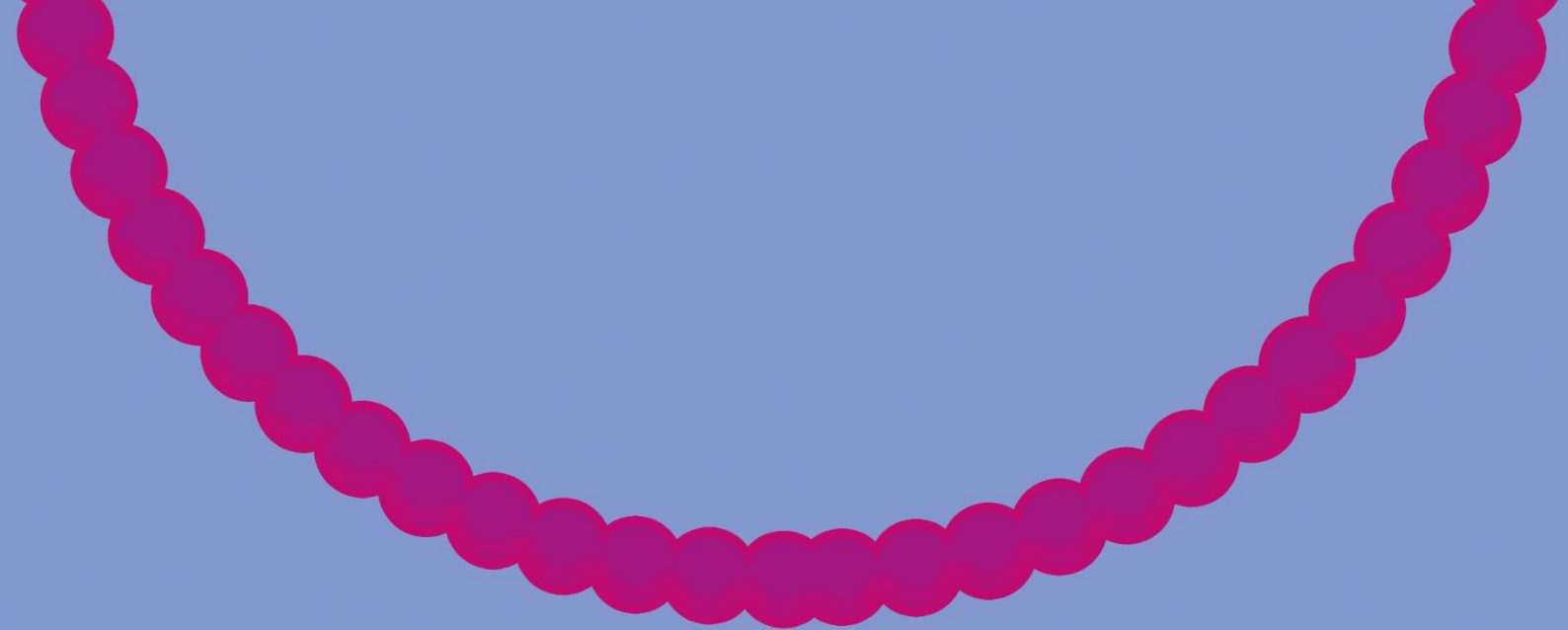
Tras la catástrofe, el retorno no es inmediato ni uniforme. En animales terrestres puede variar desde horas hasta semanas, según la magnitud del evento, la destrucción del hábitat y la persistencia de señales anómalas. Muchas especies no regresan hasta que desaparecen vibraciones residuales y el paisaje recupera patrones sensoriales familiares, lo que sugiere que la misma sensibilidad que permitió huir gobierna también el momento de

volver. En aves marinas, el retorno a colonias puede retrasarse mucho o no producirse si la estructura física del hábitat ha sido destruida. En el medio marino, el regreso depende de la recuperación de la turbidez, la salinidad y los refugios estructurales, como arrecifes o praderas submarinas. Tras un tsunami, los fondos pueden quedar cubiertos de sedimentos finos, escombros o contaminantes, alterando profundamente los ecosistemas bentónicos. Peces y otros organismos que huyeron hacia aguas profundas o mar adentro recolonizan progresivamente las zonas costeras conforme estas recuperan estabilidad hidrodinámica y recursos. Este proceso puede

tardar meses o incluso años, y en muchos casos las comunidades no vuelven exactamente a su composición original. El regreso implica además una recomposición social: animales territoriales redefinen dominios, y especies sociales reconstruyen jerarquías. Sin embargo, también se han documentado recolonizaciones sorprendentemente rápidas, con explosiones de especies oportunistas y cambios en redes tróficas que remodelan los ecosistemas afectados. Así, los tsunamis no solo son catástrofes, sino perturbaciones ecológicas que ponen a prueba la capacidad animal para detectar el peligro, huir y reinventar su forma de habitar el mundo cuando el mar calla.

ADONDE VAN?





Segundo Acto

"Litoral"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 38

Dejadme llevaros al instante preciso en que mi expedición científica mutó, sin previo aviso, en una ONG improvisada. Fue cuando aquellos desdichados abordaron nuestros buques.

Allí estábamos el crío de mi nieto, Orisa, McBride, Chispitas y yo, encerrados en la sala de vigilancia.

Conviene aclarar que la "sala de vigilancia" no era más que un pequeño rincón de la bodega reconvertido, con más entusiasmo que presupuesto, en algo parecido a un episodio de Hawaii 5.0. Elegimos la bodega porque ya no quedaba vino ni ron que custodiar; de lo contrario, las prioridades habrían sido muy distintas. Y eso solo sirve para recordarme que el alcohol escasea peligrosamente: atravesábamos el océano Índico, y si andáis finos en geografía sabréis que no abundan las paradas técnicas. Maldición. Perdonad el desvío, la abstinencia me vuelve digresivo.

La sala fue ocurrencia de mi nieto, que vive esta expedición como si estuviera dentro de uno de esos videojuegos donde edificas tu propio mundo. Y, por supuesto, la mente que alimenta sus decisiones y sus brotes de rebeldía es Orisa, esa mujer de piel oscura que ahora se trenza el cabello y remata las puntas con cuentas de colores grabadas con símbolos de alguna cultura africana olvidada que, según ella, protegía de los malos espíritus y, según yo, solo complicaba el cepillado. El caso es que, tras más de un mes de travesía, las rosquillas siguen evaporándose y no hemos dejado un solo ángulo sin cámara. No hay punto ciego ni recoveco en ninguno de los dos barcos que escape a nuestra vigilancia detectivesca.

La mayoría de la tripulación lo ignora, y mejor así. Como alguno de esos excéntricos descubra que registramos su careto sin consentimiento, quizá se arroje por la borda. Lo cual, siendo francos, tampoco sería dramático. Pero he de admitir que en este mes de navegación he desarrollado un

instinto casi maternal: a pesar del odio cordial que les profeso, ahora cuido de cada uno como si fuese carne de mi carne.

Para montar el tinglado contamos con McBride, técnico de iluminación a bordo. Su oficio consiste en instalar focos y tiras LED en grabaciones submarinas; cruzó la frontera desde México con un libro de chistes bajo el brazo y ahora deambula por cubierta soltando ocurrencias lamentables que nosotros aplaudimos por pura educación. También colaboró Chispitas, nuestra ingeniera mecánica, una manitas, imprescindible en cualquier nave. Vive en la sala de máquinas y más de uno la ha sorprendido conversando con los motores como si le respondieran. Otro desequilibrado más en cubierta. ¿Qué es una raya más para un tigre?

Las cámaras laterales nos devolvieron una imagen grotesca: de la superficie emergieron decenas, quizá cientos, de sombras. No me detuve a contarlas, pero eran suficientes para asumir que nuestra despensa no estaba preparada para semejante multitud. Hombres morenos, curtidos, de ojos rasgados, con la piel cubierta de salitre, erupciones y tatuajes tribales medio borrados.

Salimos a cubierta de inmediato. Los científicos, hermanados por un impulso fraternal, lanzaron cuerdas y sogas. Yo, en cambio, agité el brazo con gesto áspero.

— No somos una puta ONG — espeté.

En ese momento advertí que los periodistas y Camarón, convertido ya en pseudoperiodista gracias a mi vieja Kodak, estaban documentándolo todo. No podía permitir que me colgaran la etiqueta de antipático, y mucho menos de xenófobo. Me acerqué al que parecía el líder de aquella tribu anfibia y, soportando la mezcla de pescado en salmuera, madera húmeda y una vaga nota de vela aromática, le estreché la mano.

— Amigo, me temo que no podemos ayudaros. No a tantos.

Respondió con una serie de gestos que en Occidente diagnosticaríamos como tic nervioso.

Entonces apareció un joven de no más de veintidós años, aunque con aire serio y responsable. Era el traductor. Llevaba un rosario enorme, casi del tamaño de su cabeza.

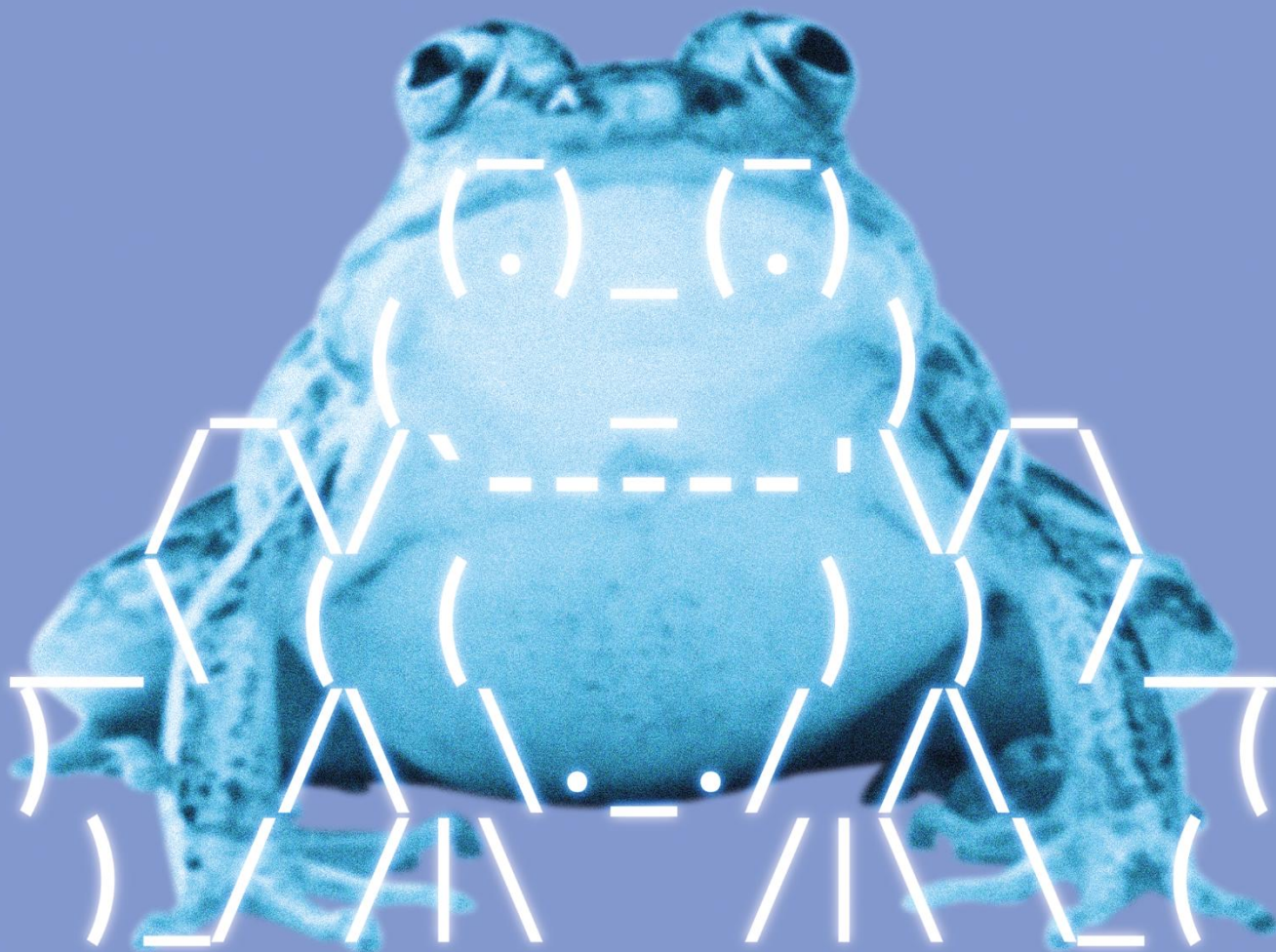
Ante nuestras miradas incrédulas, tratando de entender cómo una tribu que parecía aislada y devota de espíritus marinos había adoptado una cruz cristiana, explicó que su aldea había sido castigada por los dioses. Por su relato dedujimos que un tsunami había arrasado la costa. Días después, añadió, llegó ayuda humanitaria en un camión más cargado de misioneros y profetas que de víveres; el sacerdote le entregó el rosario, y ahora lo porta como misión encomendada desde lo alto. Aquello nos permitió concluir dos cosas: no debíamos de estar lejos de tierra, y, al mismo tiempo, sí lo bastante como para admitir que aquellos tipos eran superhombres; habían nadado a la deriva, sin suministros, durante semanas y en mar abierto.

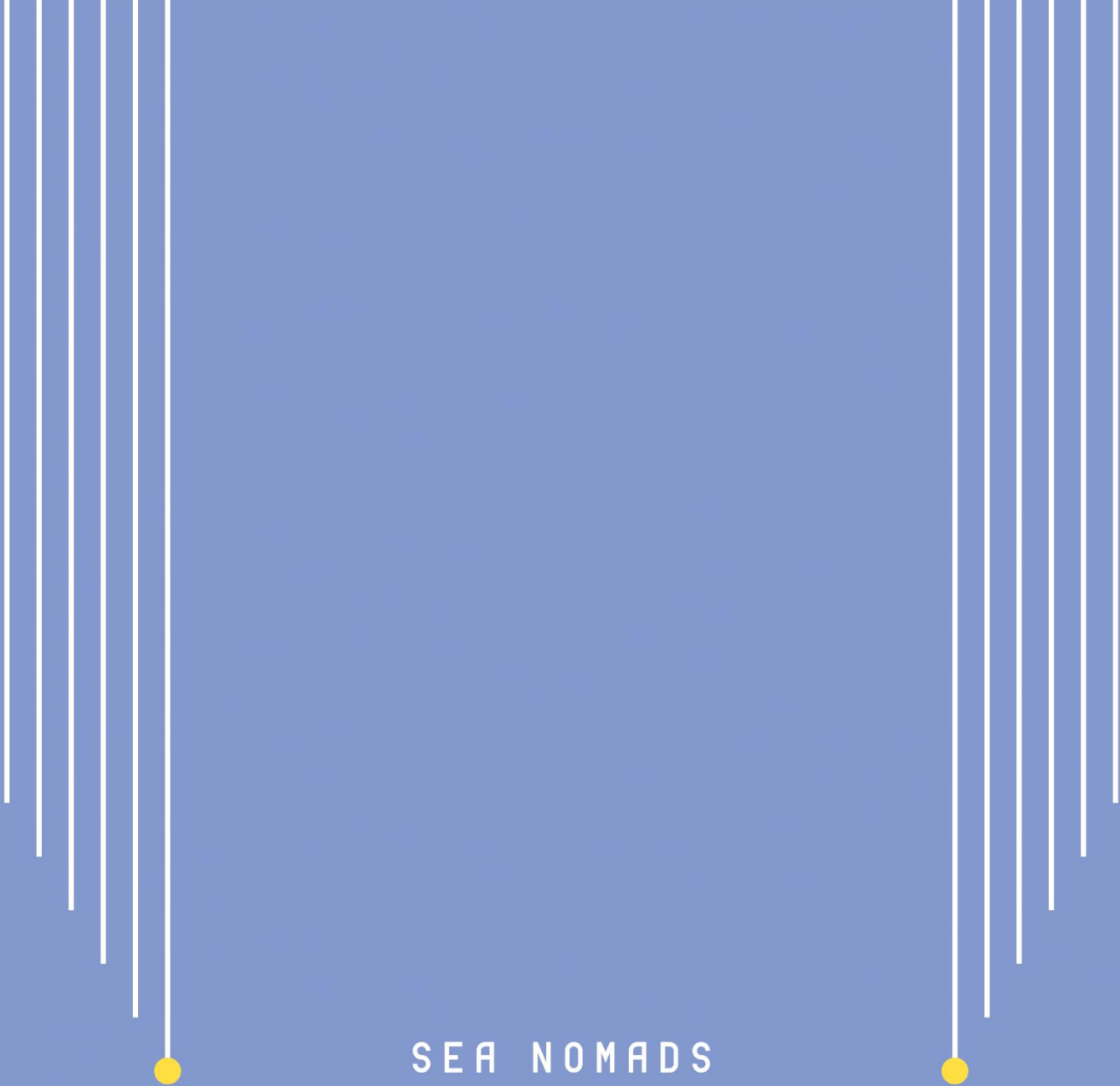
— Os llevaremos de vuelta a casa, Aquaman — solté primero. Luego recordé las cámaras — Mientras tanto, podéis quedaros con nosotros. Tenemos ron, marisco, agua de coco, crema de

cacahuete... — añadí con tono sarcástico — Solo espero que no os entusiasmen los donuts. Y, sobre todo, que no os guste el ron.

El intérprete se llamaba Dakuwaqa y, dado que los misioneros que habían recalado en su aldea solían ser reverendos españoles, el idioma que "dominaba", y subrayó el verbo con cautela, era el español. Eso significaba, simple y llanamente, que cada vez que queríamos entendernos con aquellos hombres en taparrabos teníamos que recurrir a nuestros traductores oficiales a bordo: Don Lázaro y Doña Matilde, que acogieron aquella nueva encomienda con un entusiasmo casi apostólico.

Cuando Dakuwaqa terminó de trasladar mis palabras de bienvenida al que parecía el cabecilla, el hombre descompuso su gesto severo y, sin previo aviso, se me abalanzó en un abrazo. Todos sus olores, sal, humo, pescado rancio, emigraron hacia mi persona por simple contacto directo. Tras concluir aquel intento de fusión corporal, llamó a quienes interpreté como sus escuderos de confianza y, en señal de gratitud por nuestra hospitalidad, depositó, con solemnidad ritual, un esqueleto de erizo de mar entre mis manos.



The page features a solid blue background. On the left and right sides, there are decorative elements consisting of several thin, vertical white lines of varying lengths. At the bottom of each group of lines is a small yellow dot. These elements are positioned symmetrically around the central text.

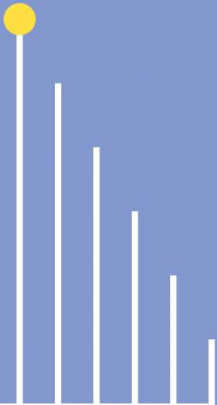
SEA NOMADS

BAJALI LALIT

On the left side, there are several thin, vertical white lines of varying heights. At the top of the tallest line is a small yellow dot.

LA

TRIBU

On the right side, there are several thin, vertical white lines of varying heights. At the top of the tallest line is a small yellow dot.

ANFIBIA

BAJAU LAUT

Los Bajau Laut, conocidos como los “nómadas del mar”, habitan desde hace siglos las aguas del sudeste asiático, especialmente entre Filipinas, Malasia e Indonesia. Tradicionalmente han vivido en embarcaciones o en casas construidas sobre pilotes en zonas costeras, dependiendo casi por completo de la pesca submarina en apnea, es decir, buceando sin bombonas de oxígeno. Lo verdaderamente llamativo no es solo su habilidad para descender a decenas de metros y permanecer varios minutos bajo el agua, sino que su propio cuerpo presenta características que facilitan esta forma de vida, fruto de generaciones enteras vinculadas íntimamente al océano.

Una de las adaptaciones más estudiadas se encuentra en el bazo. El bazo es un órgano situado en la parte superior izquierda del abdomen cuya función principal es filtrar la sangre, eliminar células envejecidas y colaborar en la defensa frente a infecciones. Sin embargo, también cumple un papel crucial en el almacenamiento de glóbulos rojos, que son las células encargadas de transportar el oxígeno por el cuerpo. Cuando una persona se sumerge y deja de respirar, el organismo necesita administrar con cuidado el oxígeno disponible; en ese momento, el bazo puede contraerse y liberar parte de esos glóbulos rojos almacenados al torrente sanguíneo, aumentando temporalmente la capacidad de transporte de oxígeno. En los Bajau, el bazo es, en promedio, significativamente más grande que en poblaciones vecinas no buceadoras, lo que implica una mayor reserva de glóbulos rojos y, por tanto, más oxígeno circulante durante la inmersión. Esto les permite prolongar el tiempo bajo el agua sin necesidad de respirar, optimizando un mecanismo que todos los humanos poseemos en menor medida. (1)

Además de esta ventaja relacionada con el oxígeno, su organismo parece activar de forma especialmente eficiente el llamado reflejo de inmersión. Uno de sus efectos es que el corazón empieza a latir más lentamente. A esta disminución del ritmo cardíaco se la denomina bradicardia, pero en términos simples significa que el corazón reduce la frecuencia de sus latidos. ¿Por qué es útil? Porque cada latido consume energía y oxígeno. Si el corazón late más despacio, el cuerpo gasta menos oxígeno y puede prolongar el tiempo antes de que aparezca la necesidad urgente de respirar. En los Bajau, este reflejo parece estar especialmente desarrollado. Su organismo entra con mayor eficacia en ese “modo ahorro” cuando se sumergen. El resultado es una gestión más eficiente del oxígeno disponible. (2)

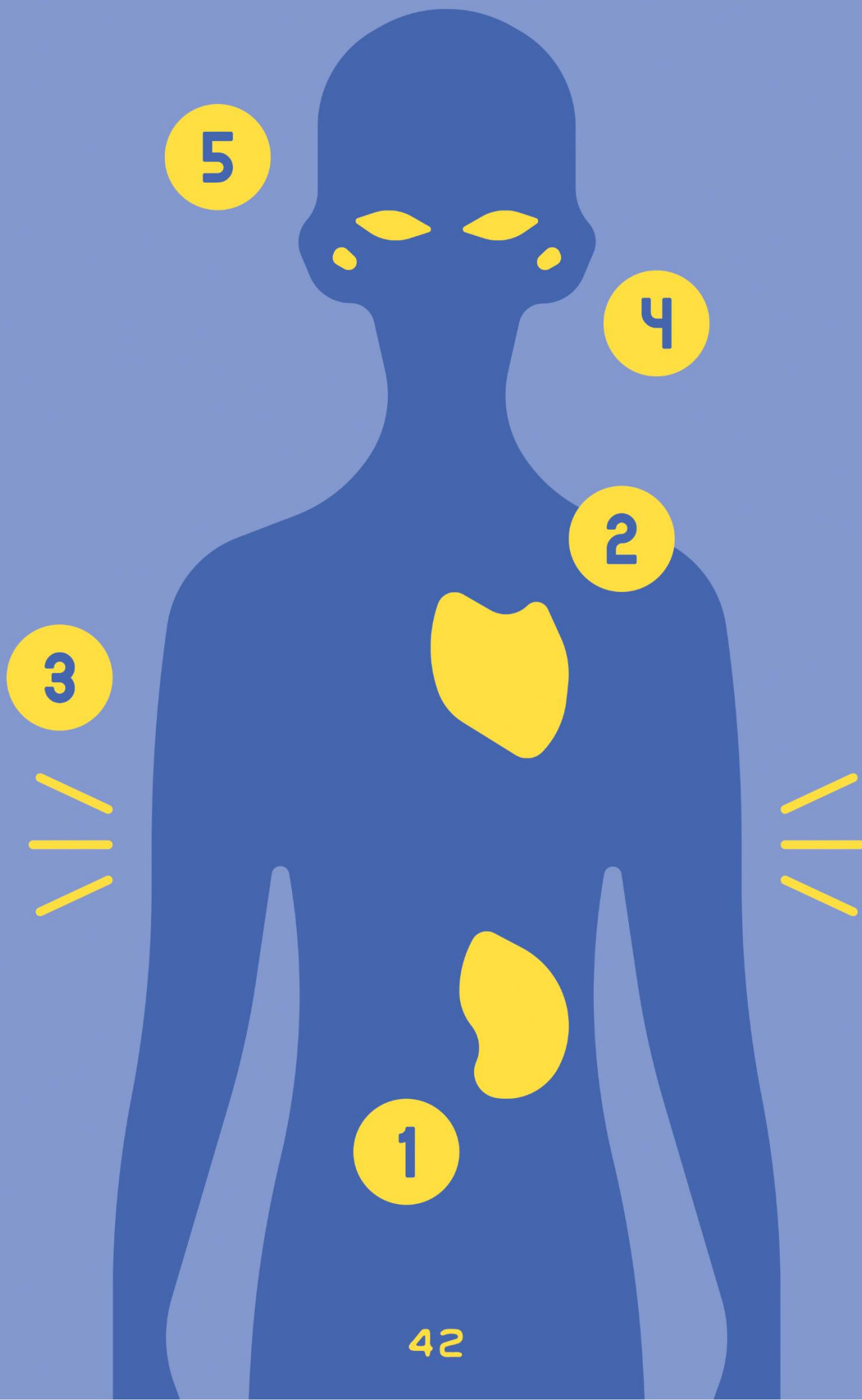
Otra parte del reflejo de inmersión es lo que se conoce como vasoconstricción periférica. Aunque el término suene complejo, el mecanismo es sencillo: los vasos sanguíneos que llevan sangre a zonas menos vitales, como brazos, piernas o piel, se estrechan ligeramente durante la inmersión. Cuando esos vasos se estrechan, menos sangre

circula hacia las extremidades y más se reserva para los órganos fundamentales, como el cerebro y el corazón. Es una forma de priorizar. El cuerpo decide: “si el oxígeno es limitado, lo destinamos a lo imprescindible”. En poblaciones acostumbradas al buceo constante, como los Bajau, esta redistribución parece ser más eficiente. Eso no significa que sus brazos “dejen de funcionar”, sino que durante la inmersión el organismo optimiza al máximo sus recursos. (3)

Por otra parte, el contacto continuo con el medio submarino desde la infancia también ha favorecido adaptaciones funcionales en la visión. El ojo humano está diseñado para enfocar correctamente en el aire, pero bajo el agua la luz se comporta de forma distinta y la visión suele volverse borrosa. Sin embargo, los niños Bajau, que pasan muchas horas buceando desde edades tempranas, desarrollan una notable capacidad para enfocar bajo el agua sin gafas. Este entrenamiento constante fortalece los músculos que ajustan la lente natural del ojo, permitiéndoles ver con mayor claridad en un entorno para el que, en principio, el ojo humano no está optimizado. Asimismo, la exposición repetida a cambios de presión contribuye a una mayor tolerancia fisiológica frente a esas variaciones. (4)

Algunas adaptaciones son culturales y responden a necesidades prácticas. Entre los Bajau ha sido común la perforación voluntaria de los tímpanos a edades tempranas. El tímpano es una fina membrana del oído que vibra con el sonido y que también actúa como barrera frente a los cambios de presión. Cuando una persona desciende en el agua, la presión externa aumenta y puede generar dolor si no se iguala adecuadamente en el oído. Al perforar el tímpano, se reduce esa diferencia de presión y, por tanto, el dolor durante el buceo profundo. Sin embargo, esta práctica suele acarrear pérdida parcial de audición y mayor riesgo de infecciones, lo que demuestra que se trata de una solución cultural con un coste importante. (5)

Más allá de sus particularidades biológicas, los Bajau Laut encarnan una cultura marítima profundamente vinculada al océano, que no solo les proporciona alimento, sino que estructura su identidad, su economía y sus creencias; durante generaciones fueron nómadas del mar, desplazándose entre arrecifes y transmitiendo un conocimiento minucioso sobre corrientes, mareas y especies marinas. Sin embargo, hoy su forma de vida atraviesa una clara situación de vulnerabilidad: muchos carecen de ciudadanía formal, lo que limita su acceso a derechos básicos, y las políticas gubernamentales de sedentarización que les quieren imponer, junto con la sobrepesca y la degradación ambiental, amenazan los recursos de los que dependen. En este contexto, los Bajau Laut representan un ejemplo singular de la estrecha relación entre biología y cultura, y proteger su futuro implica también preservar los ecosistemas marinos y el saber tradicional que han cultivado durante siglos.





MERCURIO Y SELENIO



VENENO Y ANTIDOTO





Seguramente hayas oído hablar del problema del mercurio, un elemento químico altamente tóxico que acaba llegando a los océanos y que, una vez allí, se va concentrando progresivamente en la cadena alimentaria. Desde los pequeños peces como las sardinas hasta los grandes depredadores marinos, como el atún, este metal se va acumulando en los tejidos de los organismos. Su peligrosidad radica en la forma en que interactúa con la maquinaria molecular de las células. El mercurio tiene una gran afinidad por ciertos grupos químicos presentes en las proteínas, especialmente los que contienen azufre. Al unirse a ellos puede alterar la estructura tridimensional de estas moléculas, que es precisamente la que determina su función. Cuando esa estructura se deforma, muchas proteínas pierden su capacidad de trabajar correctamente: enzimas que deberían catalizar reacciones dejan de hacerlo, canales celulares se bloquean y procesos metabólicos esenciales se ven comprometidos. Pero el problema no termina ahí. Algunas formas de mercurio, como el metilmercurio, poseen una habilidad particularmente inquietante: pueden “camuflarse” dentro de moléculas que el organismo reconoce como normales. De esta forma consiguen atravesar barreras biológicas que normalmente protegen los órganos más sensibles del cuerpo, como la barrera hematoencefálica que aísla el cerebro de muchas sustancias tóxicas, o incluso la placenta que protege al feto durante el desarrollo. Una vez dentro, este metal puede interferir con el funcionamiento de neuronas y otros tejidos delicados. Por este motivo, las autoridades sanitarias suelen recomendar moderar el consumo de grandes peces depredadores como el atún o el salmón. Detrás de esta advertencia se encuentra un fenómeno conocido como bioacumulación. En los ecosistemas marinos, pequeñas cantidades de contaminantes presentes en el agua son absorbidas por organismos diminutos como el plancton. Cuando estos organismos son ingeridos por peces pequeños, el contaminante se

concentra en su organismo. A su vez, esos peces son devorados por depredadores mayores, que acumulan todavía más. Cada paso en la cadena alimentaria multiplica la concentración del contaminante, de modo que los grandes peces que se encuentran en lo alto de la red trófica pueden llegar a contener cantidades significativamente mayores que las que había inicialmente en el agua. Ahora bien, ¿qué pensarías si te dijera que parte de la solución a este problema podría encontrarse precisamente dentro del mismo pescado que a veces se aconseja consumir con moderación? Aquí entra en escena el selenio, un oligoelemento esencial para el organismo. Este elemento posee una característica muy interesante: puede unirse químicamente al mercurio formando complejos muy estables. Dicho de otra forma, el selenio puede “secuestrar” al mercurio, reduciendo su capacidad para interactuar con proteínas y causar daño celular. En muchos peces marinos, ambos elementos aparecen en proporciones relativamente similares. En el caso del atún rojo, por ejemplo, se han medido aproximadamente 1.7 mg de mercurio por kilogramo de músculo frente a 1.1 mg de selenio por kilogramo, lo que indica que ambos compuestos pueden coexistir en cantidades comparables dentro del mismo tejido. Esta relación ha llevado a algunos investigadores a plantear que el selenio podría ejercer cierto efecto protector frente a la toxicidad del mercurio en el organismo. Sin embargo, conviene no sacar conclusiones precipitadas. El selenio presente en el pescado no constituye un tratamiento ni un antídoto clínico frente a la intoxicación por mercurio, y en medicina existen agentes quelantes mucho más eficaces que se utilizan cuando se producen exposiciones graves. Además, la interacción entre ambos elementos en el cuerpo humano es compleja y todavía se sigue investigando. Por eso, más que buscar soluciones milagrosas, la recomendación sigue siendo la misma de siempre: aplicar el sentido común, y mantener una dieta variada.



Tercer Acto

"Mar Abierto"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 45

Turno de noche. La ciudad duerme. Y cuando digo ciudad, me refiero a ese enjambre de filipinos, malayos e indonesios que se nos colaron como polizones en esta expedición oceánica. El siseo constante de la radio, ese ruido blanco interminable, a esas horas amenaza seriamente con desquiciarme. Comparto guardia con Cabo, un personaje al que, siendo injusto conmigo mismo, aún no os había presentado. Oficial de cubierta, exmilitar, marine, para más señas. Sus tatuajes cuentan su biografía mejor que él: criaturas marinas, corazones mal cerrados, símbolos tribales, un ancla en el bíceps y unas alas en la nuca que invitan a pensar que no dejó ni un centímetro sin ilustrar, aunque nadie haya tenido el valor de comprobarlo en los vestuarios. Aquella noche no solo compartíamos turno, también una botella de sake que había rescatado de mi camarote cubierta de polvo, y una pipa que iba rotando de boca en boca, otorgando a su portador un aire entre marinero curtido y Popeye en crisis existencial. En uno de esos intercambios, le paso el artilugio y, sin previo aviso, se levanta y lo lanza por la borda. Así, sin más. Me dejó sin palabras. Si se hubiese molestado en mirarme, habría visto cómo en mis pequeños ojos húmedos algo dentro de mí se desmoronaba con elegancia. Pero el espectáculo no había terminado. Acto seguido, se puso a rebuscar en sus bolsillos, que yo siempre había imaginado llenos de pelusas, casquillos vacíos y recuerdos de gloria militar. De allí extrajo dos cigarrillos mal armados, con un olor sospechoso, desagradable y seductor a partes iguales. El aroma me golpeó directo en las fosas nasales y me

devolvió, sin pedir permiso, a una adolescencia que prefería mantener archivada.

— Solo tabaco — murmuró, lanzándome una mirada lateral que dejaba claro que no contemplaba negativas. Solo tabaco. Ya. Claro. Di una calada y aquello me sacudió los pulmones y el cerebro como un golpe limpio, seco, sin previo aviso. Cabo hizo lo propio, satisfecho, como si acabara de encontrar en mí a un rival digno. No era una competición por ver quién terminaba antes el cigarrillo, sino por comprobar quién lograba sobrevivir al intento.

De pronto caímos al agua. ¿Caímos? ¿Quiénes exactamente? No tengo la menor idea, pero tampoco creo que merezca más atención. Pasemos página. Estoy desnudo, el mar está absurdamente frío y mi barba se balancea como si tuviera vida propia, ondulando como los tentáculos de una medusa desorientada. Un momento. ¿soy una medusa? La idea prende con una facilidad alarmante. Empiezo a creérmelo. Cambio mi forma de nadar, mi cuerpo se adapta, se disuelve, se reorganiza. Ya no hay vuelta atrás: soy una maldita medusa.

He dejado de masticar. Ahora filtro. Ningún pez, por torpe que sea, se me acerca. Intuyo que mis colores, demasiado vivos, demasiado evidentes, gritan "peligro" con una falta total de sutileza. Me siento rechazado. Apestado. Como si existir fuese, en sí mismo, una ofensa. Pero continúo flotando, porque es lo único que sé hacer ahora. Empiezo a descender lentamente. La luz desaparece poco a poco, pero no importa: brillo. Soy una especie de faro gelatinoso. Y gracias a ese brillo lo veo. La

escena. Y juro que si tuviera ojos, se me habrían salido de las cuencas. Aunque no tengo ojos. ¿Entonces cómo demonios estoy viendo? Da igual. Concéntrate. Un tiburón descomunal amenaza con sus fauces la cabeza elástica de un pulpo gigante. A simple vista, parecería que el pulpo se ha resignado a morir, pero no. Hay algo en él. Una dignidad extraña. Sus ojos dibujan una "W" perfecta y en ellos hay valentía, y también una especie de orgullo antiguo. La escena empieza a distorsionarse. Mi percepción cambia. Ahora el pulpo es el héroe. El tiburón, una criatura blasfema que ha cometido el error de desafiarlo. Y entonces aparece una caja de palomitas. Perfecto. Ya puedo disfrutar del espectáculo como es debido. También quiero una butaca. Ya estoy sentado. Terciopelo rojo, ligeramente pegajoso, con manchas de refresco que cuentan historias que prefiero no conocer. Las palomitas están mojadas. Lo cual no tiene ningún sentido. Nada está mojado dentro del agua. El concepto mismo es absurdo. ¿Se entiende? Por favor, cállate. El tiburón sigue atacando, intentando arrancar tentáculos uno a uno. Creo que se llama Dakuwaqa. ¿Dakuwaqa? Sí, como el intérprete. No me lo ha dicho nadie, pero ahí está: bajo su aleta hay un cartel luminoso, como de casino barato, parpadeando en la oscuridad. Consigo leerlo a duras penas. Dakuwaqa. Cuando confirmo ese detalle completamente innecesario, el pulpo, desangrándose por cada extremidad, se gira hacia mí, rompe cualquier lógica narrativa y dice: - Yo me llamo Kadavu, encantado. Su sangre es azul. Ahí entendí que todo aquello era una alucinación. Cuando recupero algo parecido a la cordura, la pelea ha terminado. El tiburón flota boca arriba, inmóvil. El pulpo, reducido a dos tentáculos, expulsa tinta sin control. Siento que despierto. Que esto se acaba. Pero antes. La tinta comienza a ordenarse. Primero una "A". Luego una "D". Las letras se agrupan, forman palabras, frases, párrafos. No llego a leerlo, pero lo entiendo. No sé cómo, pero lo entiendo. Dakuwaqa no era solo un tiburón. Era una condena hecha carne. Un

guardián impuesto por fuerzas antiguas, castigado a proteger los arrecifes que un día profanó. Desde entonces, su destino es vigilar eternamente las fronteras de coral, velar por aquellos a quienes antes amenazó. Condenado a nadar sin descanso, sin tregua, sin olvido. Porque en el instante en que se detenga, en el preciso momento en que cese su movimiento, el océano reclamará su deuda y lo arrastrará, sin compasión, al silencio definitivo.

Mientras tanto, Cabo tuvo su propio encuentro con algo. Él flotaba en la superficie, agarrado a lo que juraría era un viejo tocón. Eso creía. Luego se dio de bruces con la realidad. Aunque, siendo justos, tampoco había nada especialmente real en lo que estaba viendo. Una voz le susurró: - Si miras hacia arriba verás las estrellas.

Cabo alzó la vista. Estrellas de mar. No en el cielo, claro, sino abajo, colonizando el bentos. Había cientos. Miles. Algunas se movían. Caminaban. Cuando terminó de preguntarse qué demonios permitía a esas cosas reptar sobre el limo, empezó a ahogarse. Sin previo aviso. Su cuerpo dejó de flotar. El agua salada empezó a entrarle a bocanadas por las vías respiratorias y no podía hacer absolutamente nada. Intentó nadar. No supo cómo. Literalmente. En su cabeza, esa instrucción ya no existía. Entonces llegó la risa. Una risa enlatada, de sitcom barata de los dos mil, amplificadas, grotescas. Todo el océano riéndose de él. Si hubiesen visto cómo lloraba, quizá habrían parado. Pero lloraba dentro del agua. Y las lágrimas, ahí, no sirven de nada. La humillación seguía intacta. Recordó la Desert Eagle en su bolsillo. La sacó. Apuntó hacia donde intuía que venían las risas y disparó. Silencio. Ahora alguien había muerto. Y ya no hacía gracia.

- #16% - dijo, con lo poco que le quedaba en los pulmones, dedicando una peineta lenta, casi ceremoniosa. Despierta, Cabo. Despierta. La frase se repetía. Sus tatuajes empezaron a borrarse. Literalmente. Como si estuviera nadando en lejía. Como si nunca hubiesen estado ahí.

Entonces apareció la luz. Delante de él, una masa. Gelatinosa. Informe. Células. Una. Dos. Cuatro. Ocho. Dieciséis. Y seguían. ¿Qué hacen? ¿Por qué no paran? No era solo dividirse. Cada célula empezaba a tener algo que hacer. Un papel. Una misión. No era repartir ADN sin más. Era organización. Era intención. La masa crecía. Se complicaba. Aparecían poros, cavidades, espinas, cilios. Durante un segundo pensó que aquello no llevaba a ningún sitio. Pero no. Las células ya habían decidido ser algo. Formar un cuerpo. Ponerlo en marcha. Para que respire. Para que coma. Para que suelte lo que tenga que soltar y busque lo que tenga que buscar. Un encaje ridículo de casualidades. Factores ambientales. Millones de años de prueba y error. ¿Cuántos se habrán quedado por el camino para llegar a esto? Una bolsa de pinchos. Eso veía. Confusión. Esa era la palabra. Y que lo entienda otro. Esta pregunta es demasiado para mí. Estoy ocupado contando. 2048 células. Espera. Esa cosa está a punto de decir su nombre. Pluteus. Menuda basura de nombre.

— El dial. Girad el maldito dial, joder. Nuestro cuerpo, porque a esas alturas Cabo y yo funcionábamos como una entidad colectiva, ya había ganado la pelea contra el THC. No con dignidad, pero sí con éxito, y eso es más que suficiente. Justo entonces apareció el viejo Mikhail, fuera de sí, gritándonos y zarandeándonos como si quisiera

reiniciarnos de fábrica.

— ¿Esto es lo que hacéis en las guardias, pedazo de inútiles? — escupió, mirando la escena con asco — Parece un fumadero de crack de tercera. Capitán, eres un puto desastre con galones, y tú — señaló a Cabo — no sé ni cómo sigues respirando sin supervisión. Voy a traer a tu nieto solo para que vea en qué clase de basura humana no debe convertirse.

La radio seguía escupiendo ese ruido blanco infernal. Mikhail me agarró del cuello de la chaqueta y me estampó contra el panel.

— El dial. ¿Sabes lo que es un dial o también lo olvidaste fumando mierda? — El caos se ordenó de golpe.

— "Buque de guerra identificado como patrullero clase corbeta, indicativo ALFA-7. Transmisión en abierto.

Contacto visual y radar con embarcación no identificada en posición 12°47' S, 78°32' E. Objetivo sin señal AIS ni respuesta a llamadas previas. Procedemos a interceptación. Mantengan rumbo y prepárense para abordaje. Cambio."

— Lo oís ¿verdad? — dijo Mikhail, conteniendo a duras penas las ganas de cruzarnos la cara — No es otra de vuestras alucinaciones. En 48 horas estarán aquí. Y no, no podéis escapar. Podéis correr, quemar hasta la última gota de combustible como dos imbéciles en pánico. Da igual. Ya nos han localizado.

Se acercó un poco más, bajando la voz, pero cargándola de veneno.

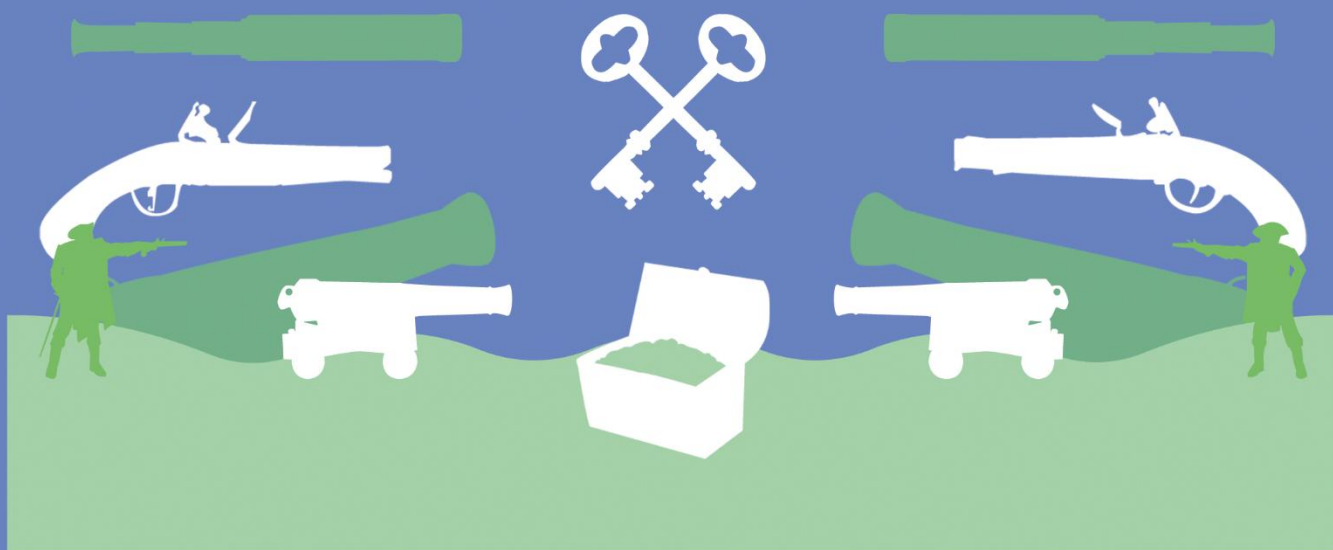
— Más te vale empezar a pensar, Capitán. Piensa cómo quieres salir de aquí.



EL **ESCORBUTO** LA



ENFERMEDAD PIRATA



Así como el mar ha sido escenario de aventuras, tesoros y gloria, también fue durante siglos una trampa silenciosa que consumía lentamente a quienes se atrevían a cruzarlo. Entre todas las enfermedades que acechaban a marineros y piratas, el escorbuto fue, sin duda, una de las más crueles.



El escorbuto es una enfermedad causada por la deficiencia de vitamina C (ácido ascórbico), una molécula esencial que el cuerpo humano no puede fabricar por sí mismo. Su función principal es participar en la síntesis de colágeno, una proteína estructural clave que actúa como "cemento biológico" en tejidos como la piel, los vasos sanguíneos, los huesos y las encías. Sin vitamina C, ese cemento empieza a fallar. Y cuando el colágeno falla, el cuerpo literalmente se desmorona. A nivel bioquímico, la vitamina C actúa como cofactor en reacciones que permiten estabilizar la estructura del colágeno. Sin ella, las fibras se forman defectuosas, débiles, incapaces de soportar tensiones. Los capilares, los vasos sanguíneos más finos, se vuelven frágiles y empiezan a romperse con facilidad. Esto explica por qué uno de los primeros síntomas visibles es la aparición de pequeños sangrados bajo la piel. Pero lo que sigue es aún peor.

Las encías se inflaman, se vuelven blandas, esponjosas, y comienzan a sangrar sin motivo aparente. Los dientes pierden su anclaje porque el tejido que los sostiene se degrada, y terminan cayéndose. Las heridas dejan de cicatrizar.



Cortes pequeños se abren, supuran y permanecen así durante semanas. La piel se cubre de hematomas oscuros, como si el cuerpo hubiese sido golpeado desde dentro. El dolor muscular y articular aparece porque también el tejido conectivo de músculos y tendones se deteriora. Caminar se vuelve una tarea agónica. A esto se suma una fatiga extrema, debilidad, apatía, e incluso cambios psicológicos: irritabilidad, depresión, y una sensación de abandono absoluto. En fases avanzadas, el cuerpo entra en un estado de colapso progresivo. Las hemorragias internas aumentan, los órganos empiezan a fallar y, si no se corrige la deficiencia, la muerte es prácticamente inevitable.

En alta mar, la dieta se basaba en alimentos conservados: carne salada, galletas duras (bizcocho naval), legumbres secas. Nada de frutas ni verduras frescas durante semanas o meses. Es decir: nada de vitamina C. En expediciones largas, como las de la marina europea o los viajes de exploración, el escorbuto podía diezmar tripulaciones enteras. Se estima que en algunos viajes moría más gente por esta enfermedad que por enfrentamientos o naufragios.



Aunque el escorbuto se asocia principalmente a la deficiencia de vitamina C, también puede verse favorecido por el consumo excesivo de alcohol. El alcoholismo crónico interfiere en la absorción de nutrientes, lo que agrava aún más la carencia vitamínica. Este contexto encaja bastante bien con la vida de los piratas, conocidos por su elevado consumo de alcohol, especialmente ron, durante largas travesías. Los síntomas del escorbuto, como la caída de dientes debido al debilitamiento de las encías o las dificultades para caminar por el deterioro muscular y articular, contribuyeron a reforzar ciertos clichés populares: los dientes perdidos reemplazados por prótesis o empastes idealizados como "dientes de oro" y la imagen de marineros con problemas de movilidad que, en algunos casos extremos, podían derivar en el uso de muletas o incluso inspirar la icónica "pata de palo".

No hay registros clínicos detallados de piratas concretos con escorbuto, debido a que la medicina de la época era limitada, pero figuras como Barbanegra o Henry Morgan vivieron en un contexto donde esta enfermedad era prácticamente inevitable en travesías largas. Era tan común que muchos marineros asumían sus síntomas como parte del viaje.



El punto de inflexión llegó en el siglo XVIII, cuando el médico naval James Lind realizó uno de los primeros ensayos clínicos de la historia. Descubrió que los marineros que consumían cítricos, limones y naranjas, se recuperaban rápidamente. Hoy en día sabemos que el escorbuto se puede prevenir y tratar simplemente restableciendo los niveles de vitamina C en el organismo. Por ello, lo que hizo James Lind supuso una revolución silenciosa que salvó miles de vidas.

ESPECIES INVASORAS A BORDO



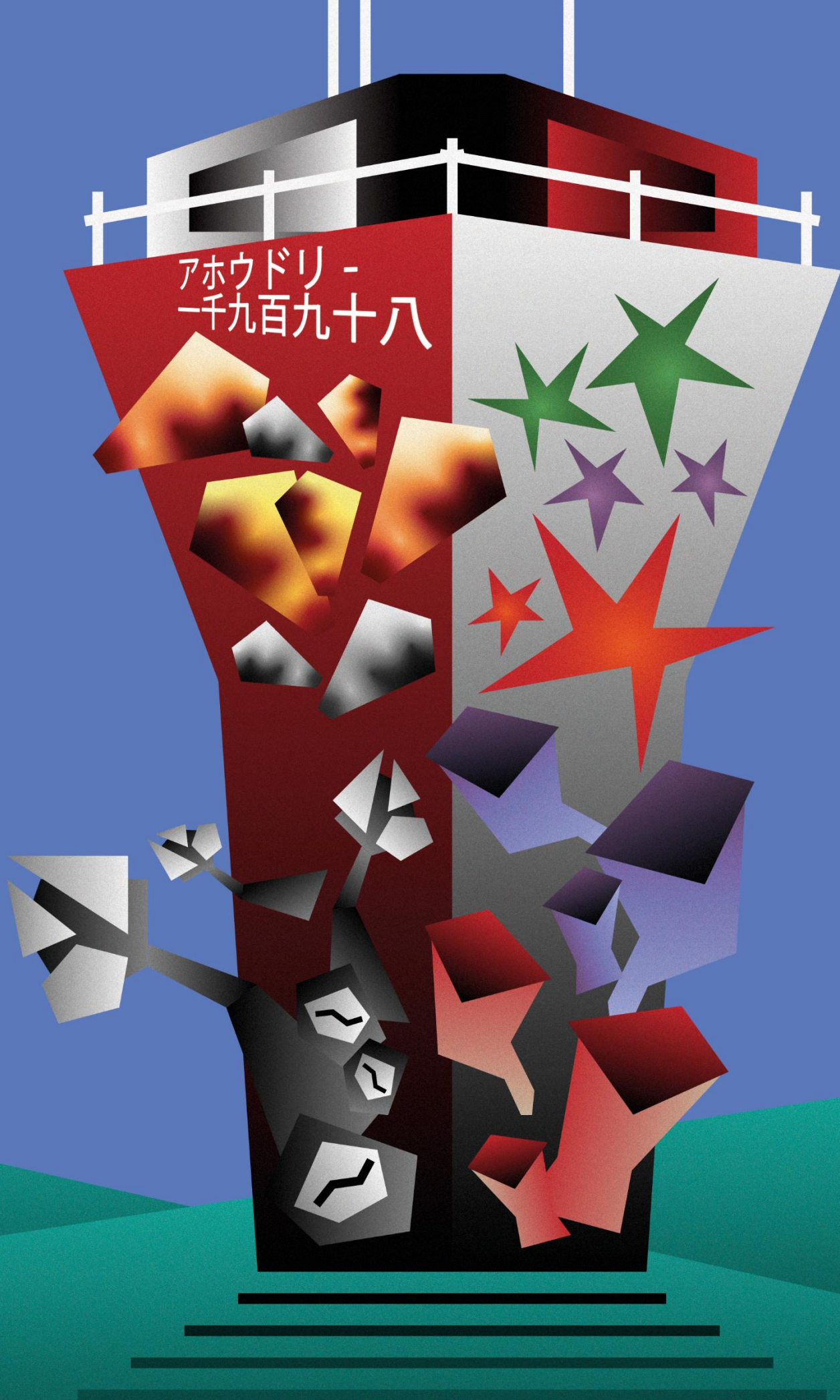
Cada día, miles de buques comerciales cruzan los océanos transportando mercancías. Pero junto a contenedores, petróleo o grano, viajan también millones de organismos invisibles: larvas, bacterias, algas y pequeños animales. El intenso tráfico marítimo global ha convertido a los buques comerciales en auténticos vectores de dispersión biológica, transportando inadvertidamente numerosas especies fuera de sus áreas de distribución natural y favoreciendo la aparición de invasiones ecológicas con profundas consecuencias. Este fenómeno se produce principalmente a través de dos mecanismos: el agua de lastre y la bioincrustación o biofouling.

El agua de lastre es un sistema esencial para la navegación, ya que permite a los barcos mantener su estabilidad, equilibrio y maniobrabilidad cuando no transportan suficiente carga; para ello, los buques bombean grandes volúmenes de agua hacia sus tanques en los puertos de origen y la liberan posteriormente en otros destinos. Sin embargo, este agua contiene una enorme diversidad de organismos, que son transportados a miles de kilómetros y liberados en ecosistemas donde no existen de forma natural. Entre las especies más representativas que han viajado mediante este mecanismo se encuentra el cangrejo verde (*Carcinus maenas*), originario del Atlántico europeo y actualmente extendido por América, Australia y África, donde depreda moluscos y altera las comunidades bentónicas; el cangrejo chino (*Eriocheir sinensis*), procedente de Asia, cuya expansión por Europa y Norteamérica provoca erosión en riberas debido a sus hábitos excavadores; o la estrella de mar (*Asterias amurensis*), originaria del Pacífico noroccidental y responsable del colapso de bancos marisqueros en regiones como Australia. También destaca el gobio redondo (*Neogobius melanostomus*), un pez del mar Negro que ha invadido ríos y lagos europeos y norteamericanos compitiendo con especies autóctonas, así como el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), una de las especies invasoras más dañinas, capaz de formar densas colonias que desplazan a la fauna local y obstruyen infraestructuras hidráulicas. A estos se suman organismos de gran impacto como la lamprea de mar (*Petromyzon marinus*), que parasita peces y ha contribuido al declive de poblaciones en los Grandes

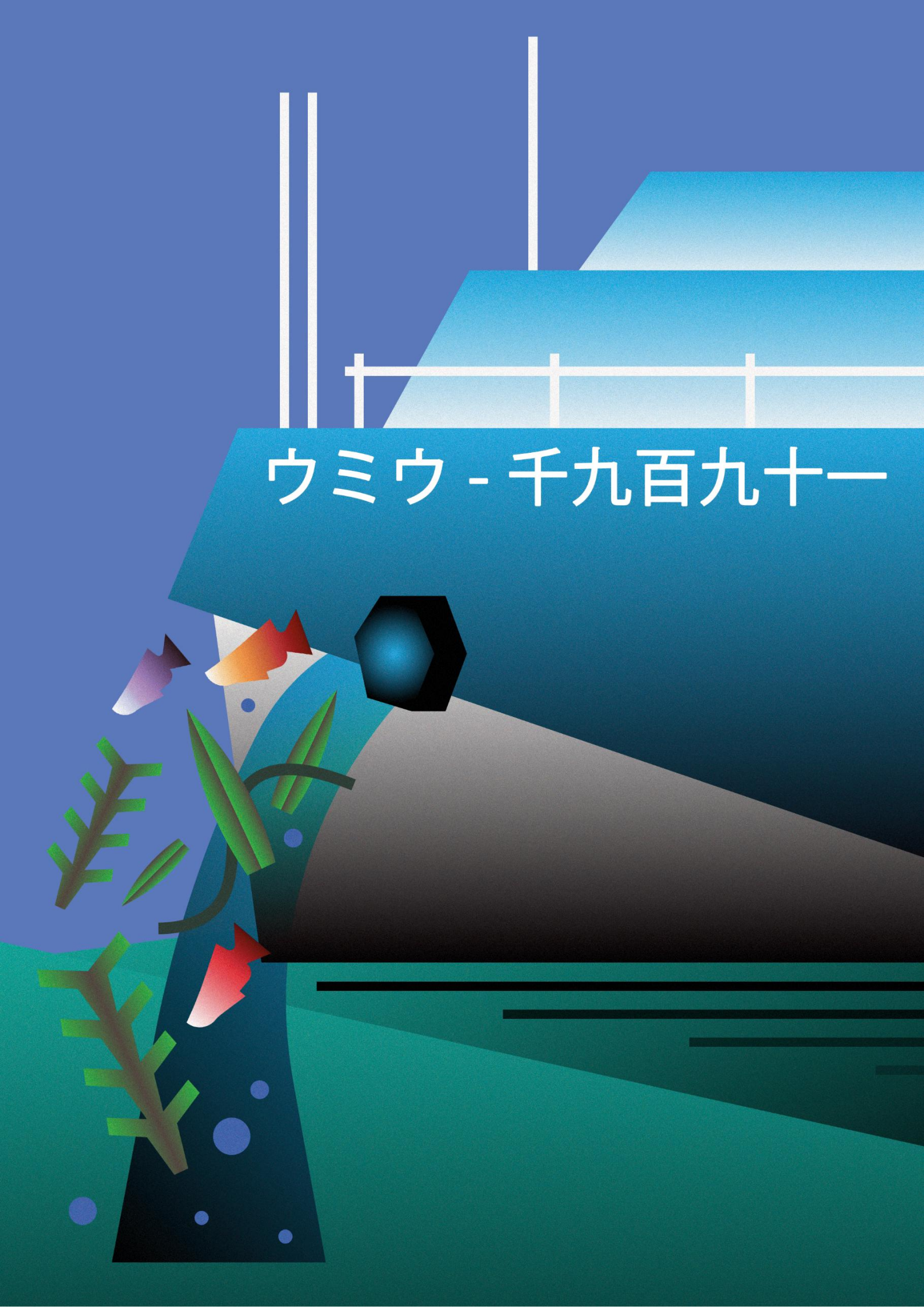
Lagos, o la bacteria *Vibrio cholerae*, responsable del cólera y cuyo transporte en agua de lastre ha tenido implicaciones directas en la salud pública. Además, diversas algas invasoras como *Caulerpa taxifolia*, que cubre los fondos marinos desplazando especies nativas, o *Rugulopteryx okamurae*, que ha proliferado en el sur de Europa alterando ecosistemas y actividades pesqueras, también pueden dispersarse mediante este sistema.

Por otro lado, la bioincrustación constituye un segundo mecanismo clave de transporte, consistente en la acumulación de organismos sobre las superficies sumergidas de los barcos, especialmente el casco. Aunque pueda parecer sorprendente que estos organismos se adhieran a materiales lisos como el metal, el proceso comienza con la formación de una película microscópica de bacterias y microalgas que genera una superficie biológicamente activa; sobre esta capa inicial, otros organismos liberan sustancias adhesivas, como proteínas o cementos biológicos, que les permiten fijarse firmemente incluso en superficies aparentemente no porosas. Algunos, como los mejillones, utilizan filamentos llamados bisos, mientras que los percebes segregan un potente adhesivo natural que actúa como un pegamento extremadamente resistente. Con el tiempo, el casco del barco se convierte en un auténtico "arrecife artificial" en movimiento, capaz de transportar especies a grandes distancias. Entre los organismos que se dispersan mediante bioincrustación se encuentran nuevamente el mejillón cebra, diversas estrellas de mar invasoras como *Asterias amurensis*, percebes como *Amphibalanus amphitrite*, y ascidias coloniales como *Didemnum vexillum*.

Las especies invasoras suelen carecer de depredadores naturales en los nuevos ecosistemas, lo que les permite proliferar rápidamente, desplazar a especies autóctonas, modificar hábitats y generar importantes impactos ecológicos, económicos y sanitarios. En definitiva, los barcos no solo transportan mercancías a escala global, sino también organismos que, en muchos casos, se convierten en invasores con efectos duraderos, lo que pone de manifiesto la necesidad de implementar medidas de control y gestión que reduzcan este tipo de dispersión biológica.



ウミウ - 千九百九十一



CINCO MILAGROS SEGUIDOS

LOS MONOS DEL NUEVO MUNDO

Todos los monos que habitan en Sudamérica descienden de primates africanos. Esto lo sabemos gracias al análisis de su ADN. Sin embargo, y aunque parezca evidente, África y Sudamérica están hoy separadas por unos 2500 kilómetros, y cuando esos monos llegaron por primera vez al continente americano, la distancia seguía siendo enorme, alrededor de 1500 kilómetros. Entonces, ¿cómo lograron cruzar de un continente a otro? Curiosamente, la mayoría de los científicos cree que lo hicieron sobre una balsa. Cuando digo que los monos viajaron en una balsa, no me refiero a que construyeran algún tipo de embarcación, sino a que se desplazaron sobre una acumulación de restos flotantes, como troncos, vegetación y lianas, o incluso sobre un fragmento de terreno pantanoso que se desprendió del continente y quedó a la deriva. Aun así, la hipótesis del rafting resulta, a simple vista, bastante absurda. Basta con pensar en todo lo que tendría que salir bien para que un viaje así fuese posible.

En primer lugar, una masa de vegetación, que, por algún motivo, tuviera varios monos encima, tendría que haberse desprendido de tierra firme y salir flotando hacia el mar, probablemente como consecuencia de una tormenta extremadamente rara, quizá de las que ocurren una vez cada mil años. En segundo lugar, esa balsa tendría que mantenerse a flote durante semanas, resistiendo el oleaje sin desintegrarse. En tercer lugar, los monos tendrían que disponer de suficiente alimento y agua para sobrevivir todo el trayecto. En cuarto lugar, esa masa flotante tendría que llegar a una zona en la que los monos pudieran realmente vivir. Y, por último, tendría que sobrevivir un número adecuado de individuos, con edades y sexos compatibles, para poder reproducirse y establecer una nueva población desde cero. La probabilidad de que cualquiera de estos eventos ocurra ya es extremadamente baja, y la probabilidad de que todos sucedan conjuntamente es, sencilla y extraordinariamente pequeña. Sin embargo, no existen muchas otras explicaciones posibles que encajen. Sabemos, gracias al estudio de la tectónica de placas, que hace unos 30 millones de años, cuando los monos probablemente llegaron a Sudamérica, no existían puentes terrestres entre África y este continente, por lo que no pudieron haber llegado caminando. También sabemos, por el registro fósil, que aquellos primates ancestrales no eran buenos

nadadores, así que tampoco pudieron cruzar el océano a nado. Si no caminaron, ni nadaron, ni, evidentemente volaron, la única opción que nos queda es esta. Aun así, hay algunos factores que hacen que un viaje de rafting exitoso sea algo más probable de lo que parece a primera vista. En aquella época, las corrientes ecuatoriales de este a oeste eran incluso más fuertes que en la actualidad, por lo que, una vez que una balsa se desprendía de África, tendería a desplazarse prácticamente en línea recta hacia el oeste, pudiendo llegar a Sudamérica en cuestión de semanas. Además, sabemos que, igual que hoy en día, existían épocas del año en las que el Atlántico presentaba muy poco oleaje, lo que aumenta las probabilidades de que la balsa sobreviviera al viaje. Por último, también sabemos que en las latitudes tropicales llovía prácticamente a diario, lo que podría haber proporcionado agua dulce a los monos durante la travesía, reduciendo así la dependencia de reservas iniciales. Pero quizá lo más importante es que, con suficientes intentos, incluso los eventos extremadamente improbables pueden llegar a ocurrir. Supongamos que una tormenta lo bastante fuerte como para arrastrar al mar una balsa cargada de monos sucede solo una vez cada dos mil años. A lo largo de varios millones de años, habría habido miles de oportunidades para que comenzara un viaje de este tipo, y bastaría con que uno solo tuviera éxito para que los monos del Viejo Mundo se convirtieran, en última instancia, en los monos del Nuevo Mundo.

De hecho, los científicos están bastante seguros de que este mismo tipo de dispersión por rafting permitió que los antepasados de los lémures recorrieran unos 600 km desde África continental hasta Madagascar. También se cree que reptiles y roedores lograron desplazarse aproximadamente 1000 km desde la costa de Sudamérica hasta las islas Galápagos. Incluso en tiempos recientes, en 1995, los científicos documentaron directamente el viaje de una balsa natural: en ese caso, transportó a 15 iguanas verdes. Se mantuvo a flote más de 150 km a través del Caribe hasta su llegada a la isla de Anguila, donde no se habían registrado anteriormente.

En definitiva, el mundo es lo suficientemente grande y el tiempo lo bastante largo como para que sucesos que parecen casi imposibles no solo ocurran, sino que lo hagan más de una vez.



Life of Pi

La película “La vida de Pi”, dirigida por Ang Lee y basada en la novela de Yann Martel, nos introduce en la vida de Pi Patel, un joven que crece en la India en el entorno poco habitual del zoológico que regenta su padre. Rodeado de animales desde pequeño, Pi desarrolla una sensibilidad especial tanto por el mundo natural como por las grandes preguntas sobre la existencia, lo que le lleva a interesarse simultáneamente por la zoología y por distintas religiones. Su vida da un giro inesperado cuando, durante un viaje en barco junto a su familia y algunos de los animales del zoológico, ocurre un suceso que lo deja a la deriva en mitad del océano. A partir de ese momento, Pi se encuentra atrapado en un bote salvavidas acompañado por un tigre de Bengala, un orangután, una cebra de Grant y una hiena manchada, iniciando una experiencia extrema de supervivencia que marcará profundamente su forma de entender el mundo.

Más allá de su indiscutible belleza visual, uno de los grandes aciertos de la película es el planteamiento intelectual que encarna su protagonista. Pi estudia religión y zoología, dos campos que, a primera vista, parecen moverse en direcciones opuestas. La zoología representa el conocimiento empírico, la observación del comportamiento animal, las leyes que rigen la vida; la religión, en cambio, apela a la fe, al significado y a aquello que no puede medirse ni demostrarse. Sin embargo, La vida de Pi no presenta estas dos dimensiones como incompatibles, sino como complementarias.

Este debate ha sido recurrente en la historia del pensamiento. El biólogo evolutivo Stephen Jay Gould propuso el concepto de los “magisterios no superpuestos”, según el cual ciencia y religión ocupan ámbitos distintos: la ciencia se ocupa de los hechos y la religión del significado. En una línea similar, corrientes como el compatibilismo científico - religioso defienden que ambas formas de conocimiento pueden coexistir sin necesidad de entrar en conflicto, siempre que se reconozcan sus límites.

De hecho, esta convivencia no es solo teórica. A lo largo de la historia ha habido científicos profundamente creyentes, como Gregor Mendel, padre de la genética moderna y monje agustino, o Isaac Newton, cuya obra científica convivía con una intensa reflexión teológica. Incluso en biología, disciplina que a menudo se percibe como especialmente alejada de lo religioso, encontramos ejemplos de investigadores que no veían contradicción entre estudiar los mecanismos de la vida y creer en un orden trascendente como Theodosius Dobzhansky, uno de los arquitectos de la síntesis evolutiva moderna

En la película, esta dualidad no es un mero rasgo del personaje, sino una herramienta de supervivencia. El conocimiento zoológico de Pi le permite interpretar el comportamiento animal y actuar en consecuencia, tomar decisiones racionales y adaptarse a un entorno hostil. Pero es su dimensión religiosa la que le sostiene emocionalmente, la que le permite dotar de sentido a lo que está viviendo cuando la razón por sí sola no basta. La película sugiere así que la ciencia puede explicar el mundo, pero no siempre basta para soportarlo. Y es precisamente en su tramo final donde esta idea alcanza su máxima profundidad. La historia que Pi relata puede interpretarse de más de una manera. Los elementos más extraordinarios, ya sea la presencia en el bote del tigre, la hiena, la cebra o el orangután, pueden no ser necesariamente literales, sino una forma simbólica de narrar una experiencia traumática. Desde esta perspectiva, la historia no sería un relato factual, sino una construcción, una manera de hacer comprensible lo incomprensible.

En esta lectura, cada uno de los animales del bote podría representar a una figura humana: el tigre Richard Parker encarnaría el propio instinto de supervivencia de Pi, esa parte más primitiva y violenta que emerge cuando las normas sociales desaparecen; la hiena podría simbolizar la brutalidad y el caos asociados al cocinero; la cebra representaría la inocencia y la vulnerabilidad, posiblemente vinculadas al marinero; y el orangután Zumo de Naranja evocaría la figura materna, protectora pero finalmente indefensa. Bajo esta perspectiva, la elección de estos animales no sería arbitraria, sino profundamente significativa: cada uno refleja rasgos emocionales y morales que permiten a Pi distanciarse de la crudeza de lo ocurrido, transformando una experiencia insoportable en una historia simbólica más asumible. De este modo, la versión con animales no sería una falsedad, sino otra forma de verdad, una narrativa que, al igual que la religión, no pretende describir los hechos con exactitud, sino hacerlos comprensibles y soportables. Aquí es donde la película conecta de forma directa con la religión. Al igual que los relatos religiosos, la historia de Pi no se presenta como una verdad única e indiscutible, sino como una interpretación. El espectador, como ocurre con la fe, debe decidir qué versión acepta, qué significado le atribuye a lo que ha visto. En este sentido, La vida de Pi plantea una idea poderosa: tal vez la verdad no sea solo una cuestión de hechos, sino también de la historia que elegimos para darles sentido. Y en ese espacio, ciencia y religión dejan de competir para convertirse en dos formas distintas, y quizá complementarias, de enfrentarse a la realidad.

CINE

Y

CIENCIA



Tercer Acto

"Mar Abierto"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 46

El océano, se dedica a golpear el casco de ambos barcos como si quisiera aprobar un trámite infinito. El sonido, una especie de zumbido eterno, como un electrodoméstico que nadie recuerda haber encendido, y el balanceo suave, casi maternal pero con mala intención, terminaron por licuar nuestras voluntades.

La tripulación dejó de ser un conjunto de individuos para convertirse en una entidad colectiva, una mente colmena ligeramente deprimida y con déficit de entusiasmo. Los ojos, antaño curiosos, ahora eran vitrinas de cansancio; debajo, unas ojeras infladas, pesadas, como si cada uno hubiera decidido almacenar ahí sus errores más íntimos.

Conviene actualizar la situación: Orisa ya domina el japonés con la soltura de alguien que no debería, gracias a Camarón, que ha asumido su papel de mentor lingüístico. Como dicta la tradición universal del aprendizaje de idiomas, sus primeras palabras útiles han sido insultos. Yo, por razones estructurales, me convertí en su principal campo de pruebas. No protesté; tengo cara de permitirlo.

Mientras tanto, el equipo científico, personas que, en teoría, representan el progreso, descubrió la sala de cámaras. No por mérito, sino por sed. Había olvidado que la Dra. Arsénico comparte conmigo una relación íntima y constante con el alcohol. Bajó a la bodega en busca de vino, como quien busca respuestas, y encontró en su lugar una instalación de vigilancia que, digámoslo así, no superaría una auditoría ética. En cuestión de horas, todo el barco sabía que habíamos instalado cámaras incluso en las letrinas y duchas comunes, lo cual, al parecer, no es bien recibido en círculos profesionales. Intenté explicar que era por la investigación, por el ladrón, por la ciencia incluso, pero nadie pareció interesado en matices. Usar equipo científico para observar hábitos intestinales no es, según ellos, un uso prioritario de

recursos.

Por cierto, solo queda una rosquilla. Esto, en términos estratégicos, equivale a perder la guerra antes de empezar. El CSI a bordo y yo hemos comenzado a sospechar de la Dra. Arsénico, principalmente porque nos conviene narrativamente, aunque de momento no hay pruebas. Mantendremos la cabeza fría, o al menos lo intentaremos.

En otro frente, nuestro chef, Remy, un joven francés que abandonó la adolescencia recientemente pero cuyo rostro sigue en guerra consigo mismo, ha enfermado. Resulta que es alérgico al marisco, un dato que, en retrospectiva, habría sido útil conocer antes de contratarlo como cocinero de un barco. También antes de que mi nieto y yo colocáramos una colonia de langostas bajo su colchón, en un gesto que ahora parece excesivo. Remy no lo ha llevado bien. Actualmente vive encerrado en su camarote, procesando lo ocurrido y evitando activamente respirar. Lo comprendo: la sensación de que tu garganta se cierre lentamente mientras el aire entra en cantidades ridículas no es una experiencia recomendable, tampoco agradable.

La consecuencia inmediata es que hemos pasado de banquetes dignos de reyes a una dieta basada en latas y resignación. Nadie sabe cocer un huevo. Esto, sorprendentemente, ha generado más tensión que el posible colapso institucional.

Y aquí llegamos al punto delicado: la tripulación no solo ha perdido al cocinero y la privacidad, sino también el respeto por mi persona. Además, alguien ha recordado, innecesariamente, aquella noche en la que el oficial de cubierta y yo consumimos sustancias mientras los militares interceptaban nuestra señal. Ahora me perciben como un capitán autoritario, imprudente y químicamente versátil. En consecuencia, han decidido destituirme mediante una moción de censura. Vamos a celebrar elecciones a capitán en medio del océano, con

MIKHAIL

82 VOTOS

FERGUS

38 VOTOS

CAPITAN

16 VOTOS

barcos militares acercándose y una sola rosquilla en juego. Todo, curiosamente, sigue un orden impecable.

Permitidme, con la serenidad de un presentador de concursos, que os exponga el catálogo de opciones políticas disponibles en este pequeño ecosistema flotante, donde la democracia ha brotado como un hongo en una ducha mal ventilada. Tres candidatos, tres formas distintas de arruinarnos.

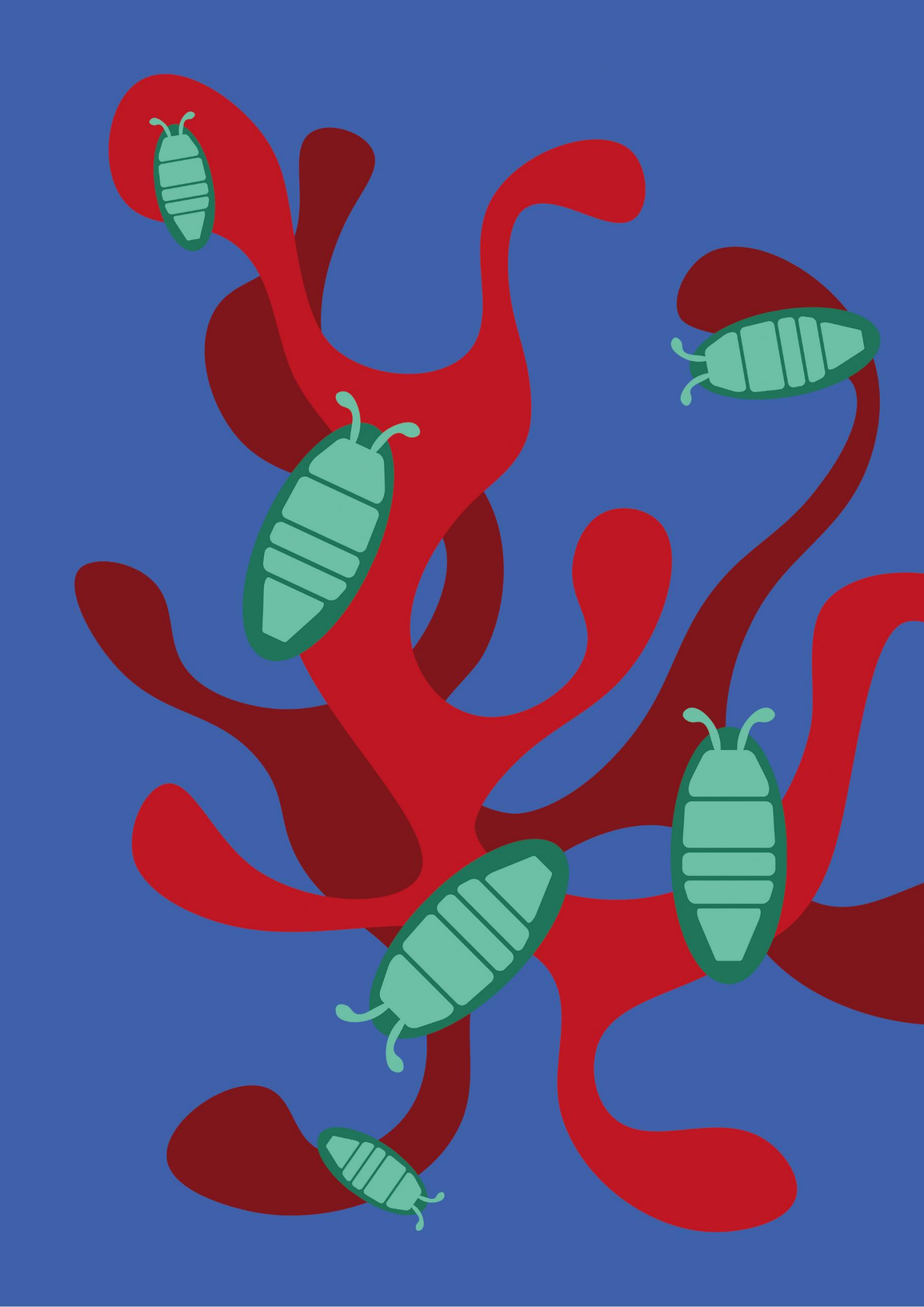
En primer lugar, Mikhail Petrov, conocido informalmente como "la rata soviética" título que él acepta con dignidad. Fue él quien, con un entusiasmo digno de mejores causas, decidió compartir con toda la tripulación mis discretas actividades recreativas junto a Cabo. Ese pequeño gesto, traición, para los clásicos, lo catapultó automáticamente al liderazgo del motín. Y como suele ocurrir en estos casos, la gente confundió iniciativa con virtud. Ahora lo miran como si fuera un faro moral, lo cual resulta especialmente interesante si tenemos en cuenta que, en otra vida no tan lejana, Mikhail se dedicaba a encerrar soldados estadounidenses en espacios reducidos para interrogarlos con métodos poco dialogantes. Su programa electoral es sencillo: entregarse a esos mismos soldados, terminar la campaña, volver a tierra y que cada cual regrese a su respectiva mediocridad. Esta propuesta, curiosamente, no ha sido bien recibida por todos. Algunos científicos, esas criaturas frágiles que viven de becas y plazos, consideran que abandonar ahora implicaría perder años de trabajo y, lo que es peor, financiación. Sin embargo, la mayoría parece dispuesta a sacrificar la ciencia en favor de la estabilidad emocional, lo que sitúa a Mikhail como claro favorito en las encuestas internas, realizadas por él mismo.

En segundo lugar, Fergus Doyle. Escocés, capitán retirado y alcohólico

funcional, lo que en este barco equivale a un perfil profesional estándar. Lleva unos prismáticos colgados al cuello que han dejado su piel en un estado que solo puede describirse como geografía erosionada. Experto en monstruos marinos, una especialidad que, hasta ahora, no ha demostrado ser especialmente útil. Fergus propone continuar la campaña, lo cual, en principio, podría parecer alineado con mis intereses. Sin embargo, su plan incluye negociar con los militares que, según todos los indicios, se dirigen hacia nosotros con intenciones poco diplomáticas. Fergus cree, sinceramente, que podrá razonar con ellos, quizá compartir un té, intercambiar opiniones. Esta ingenuidad, que en tierra firme sería entrañable, aquí resulta casi ofensiva. En la práctica, votar a Fergus equivale a votar a Mikhail con un retraso administrativo de unas horas. Su base electoral se reduce a algunos científicos particularmente optimistas o profundamente confundidos.

Y finalmente, yo. Destituido, sí, pero no derrotado, que es una distinción importante. He decidido presentarme de nuevo porque, francamente, nadie más parece capacitado para gestionar este desastre con el nivel de incompetencia estructurada que requiere. Existe una regla no escrita según la cual ser destituido una vez es un accidente, pero dos veces es una carrera. No tengo un plan claro, lo cual me coloca en igualdad de condiciones con el resto, pero lo defiendo con tal convicción que algunos individuos, a los que llamaré seguidores para simplificar, han decidido confiar en mí. No saben muy bien por qué, pero eso nunca ha sido un requisito indispensable en política.

Mi programa se resume en continuar, de algún modo, hacia algún lugar, evitando en la medida de lo posible tanto a los militares como a las decisiones sensatas. Y sorprendentemente, eso ha resultado atractivo.

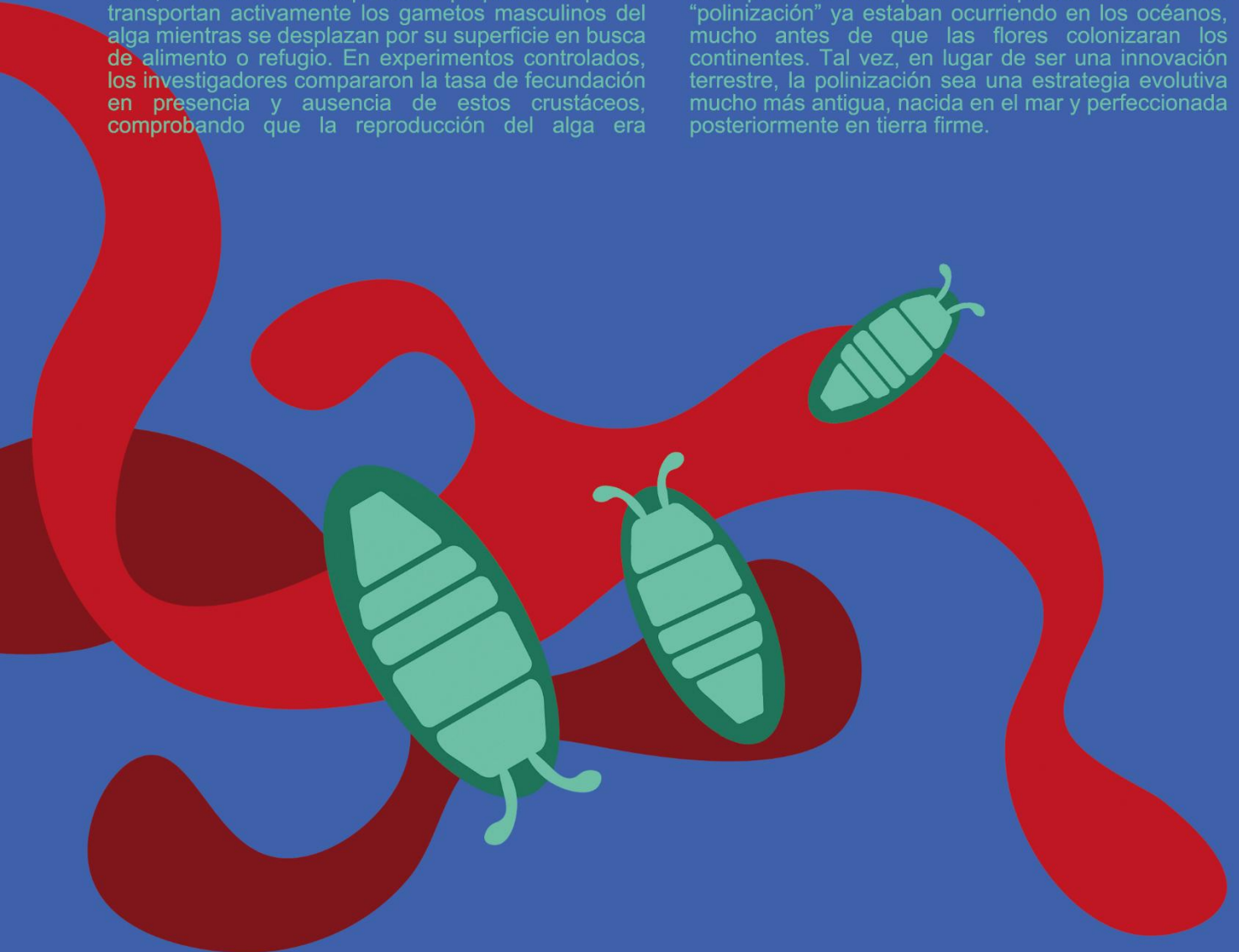


POLINIZACION ACUATICA

Durante mucho tiempo, la polinización se ha entendido como un proceso estrictamente terrestre, protagonizado por plantas con flores y animales como abejas, mariposas o aves. Sin embargo, descubrimientos recientes están empezando a cuestionar esa visión tan limitada. En concreto, se ha descrito un fenómeno sorprendente de polinización acuática entre el alga roja *Gracilaria gracilis* y un pequeño crustáceo isópodo, *Idotea balthica*, que actúa de forma análoga a un polinizador. A diferencia de las plantas terrestres, muchas algas liberan sus gametos directamente al agua, confiando en las corrientes para que se produzca la fecundación. Sin embargo, en este caso, se ha observado que estos pequeños isópodos transportan activamente los gametos masculinos del alga mientras se desplazan por su superficie en busca de alimento o refugio. En experimentos controlados, los investigadores compararon la tasa de fecundación en presencia y ausencia de estos crustáceos, comprobando que la reproducción del alga era

significativamente mayor cuando los isópodos estaban presentes. Es decir, estos animales no solo interactúan con el alga, sino que facilitan su reproducción de manera directa, desempeñando un papel funcionalmente equivalente al de los insectos polinizadores en tierra firme. Este hallazgo no solo amplía nuestra comprensión de las interacciones ecológicas en el medio marino, sino que también plantea una cuestión más profunda.

Tradicionalmente, se ha asumido que las complejas relaciones entre plantas y polinizadores surgieron en tierra, pero este tipo de ejemplos abre la puerta a una idea provocadora: quizás las primeras formas de "polinización" ya estaban ocurriendo en los océanos, mucho antes de que las flores colonizaran los continentes. Tal vez, en lugar de ser una innovación terrestre, la polinización sea una estrategia evolutiva mucho más antigua, nacida en el mar y perfeccionada posteriormente en tierra firme.



Tercer Acto

"Mar Abierto"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 47

A medianoche se cierran las urnas y yo, que hasta hace poco era capitán por decreto implícito, me descubro sin un plan digno de ese nombre. El bloque de Mikhail crece con la eficiencia de una fuga de gas, silenciosa pero inevitable, y la milicia ha anunciado su llegada para mañana, como si fuera una cita médica ineludible. El margen de reacción es inexistente, lo cual resulta conveniente porque tampoco tengo nada que hacer con él. Así que me retiro a proa, a practicar el noble arte de no pensar, en uno de esos episodios en los que suelo estar acompañado de Cabo o de sustancias ilegales. Esta vez, no hay Cabo, no hay sustancias, no hay excusas. Solo yo, sobrio, o eso me digo, y una niebla espesa que parece diseñada por alguien con poco aprecio por la visibilidad. A través de ella, distingo aún el campamento de la tribu. Persistente, ajeno, ilegítimo en mi opinión. Nunca acepté su derecho a votar, una postura que algunos etiquetaron como "problemática" y que, según las cifras, me costó varios apoyos. En ese momento lo entiendo: estos barcos ya no son míos. Me los han retirado con la misma naturalidad con la que se retira un plato sucio. Mis hijos, confiscados. Es posible que tengan razón. Es posible que ya no tenga barcos. Es posible que nunca los haya tenido del todo. Entonces, el horizonte se deforma. No aparece una isla: se impone. Una masa descomunal, inmóvil y sin embargo flotante, se levanta frente a mí y le roba el sol al mundo. Está hecha de plástico. No de ese plástico útil y discreto, sino del otro: el que persiste, el que se acumula, el que no se va nunca. Las playas son polvo fino de microplásticos, suaves como harina pero con una vocación claramente hostil. Redes, bolsas, tapones, guantes de látex, todo entrelazado como si alguien hubiera decidido que la basura también merece un orden.

Y hay casas. Casas sostenidas por pilares de PVC, con paredes de metacrilato que reflejan una luz sin origen claro. No hay madera, no hay historia, no hay nada que sugiera que eso debería existir. Y, sin embargo, alguien vive allí. O vivió. O lo está intentando.

Intento girarme, compartir la escena con alguien, validar la experiencia, porque incluso en la locura uno busca testigos, pero no hay nadie. El barco está vacío. La tribu ha desaparecido como una excusa mal formulada. Solo queda esa extensión absurda de materia inerte que, de algún modo, respira.

Siento náuseas, pero mi cuerpo decide no colaborar. El esófago se cierra con la precisión de una válvula industrial. A babor, algo se mueve. Un pájaro. Luego otro. Luego varios. No. Son calamares. Emergen del agua como pensamientos mal reprimidos, se impulsan con violencia y planean unos segundos en el aire, suspendidos en una lógica que no me ha sido explicada. Vuelan, sí. Pero no como los pájaros. Vuelan como si el cielo no les perteneciera y aun así lo reclamaran brevemente, antes de volver al mar sin dejar rastro. Son hermosos. Y profundamente incorrectos. Aprecio el esfuerzo creativo de mi mente, pero estoy cansado. Quiero algo aburrido. Algo real.

Como si alguien hubiera decidido educarme a golpes tardíos, la vida me alcanzó con una corrección inmediata, materializada en la mano áspera de Fergus, una mano que claramente nunca ha mantenido una conversación con el jabón. No hubo transición, ni desvanecimiento elegante: la isla seguía ahí, inmóvil y ofensiva, y los calamares continuaban su breve y absurdo ejercicio de vuelo, subiendo y cayendo con la precisión de algo que no debería existir. Eso me obligó a considerar una posibilidad incómoda: qué parte de lo que percibo pertenece única y exclusivamente al mundo. Lo habitual es tomar lo imaginado por real; en mi caso, tiendo a descartar como imposible aquello que, con una

constancia bastante incómoda, termina siendo cierto.

Y eso es lo más inquietante de todo: nada de esto parece un sueño. Me quedo quieto unos segundos, intentando clasificar la experiencia, pero Fergus, con su habitual sentido de la urgencia mal calibrada, tiene algo importante que decir. Lo cual, por supuesto, es discutible. Porque aquí, como en todo lo demás, la importancia la decido yo.

– Capitán – dijo Fergus, ejecutando una especie de saludo que parecía ensayado frente a un espejo empañado – Las urnas han hablado. Yo también fui capitán – añadió con nostalgia – Y aprendí algo: uno no lidera eternamente. A veces hay que soltar el timón antes de empezar a disfrutar demasiado del poder.

– ¿Te envía Mikhail o vienes a ofrecerme filosofía de segunda mano? – pregunté, invadiendo su espacio con una confianza que no estaba respaldada por los hechos – ¿Y qué tal va tu plan de negociar con militares armados? – le agarré del hombro. No con violencia, pero con intención – Escucha. Tú y yo no estamos tan lejos. Queremos seguir. Podemos unirnos. Una coalición. Dos hombres razonables frente a una mayoría confundida.

– Seguiremos siendo minoría – dijo, con una calma que resultaba casi ofensiva – Y no, capitán, no vamos a negociar – hubo una pausa, algo se desplazó en su rostro y, en consecuencia, algo se desajustó en el mío – No volvemos a

casa. Todavía no – ahora fue él quien me sujetó del hombro. La simetría era inquietante.

– Mikhail ya ha ganado. Lo saben todos. Están hablando con la milicia. Dice que tenemos combustible suficiente para llegar a puerto.

– Eso es falso – respondí con una seguridad admirablemente infundada – Hace una semana activamos el protocolo de ahorro. Estamos funcionando con lo mínimo. Este barco es, en esencia, una idea flotante.

Necesitaba más. Quería que hablara. Que se equivocara. Que me diera algo. Fergus sonrió. Ligeramente. Como si disfrutara del momento.

– Los sumergibles – dijo finalmente – Van a vaciar los tanques de los submarinos.

Silencio. Un silencio que no deja espacio para interpretaciones optimistas.

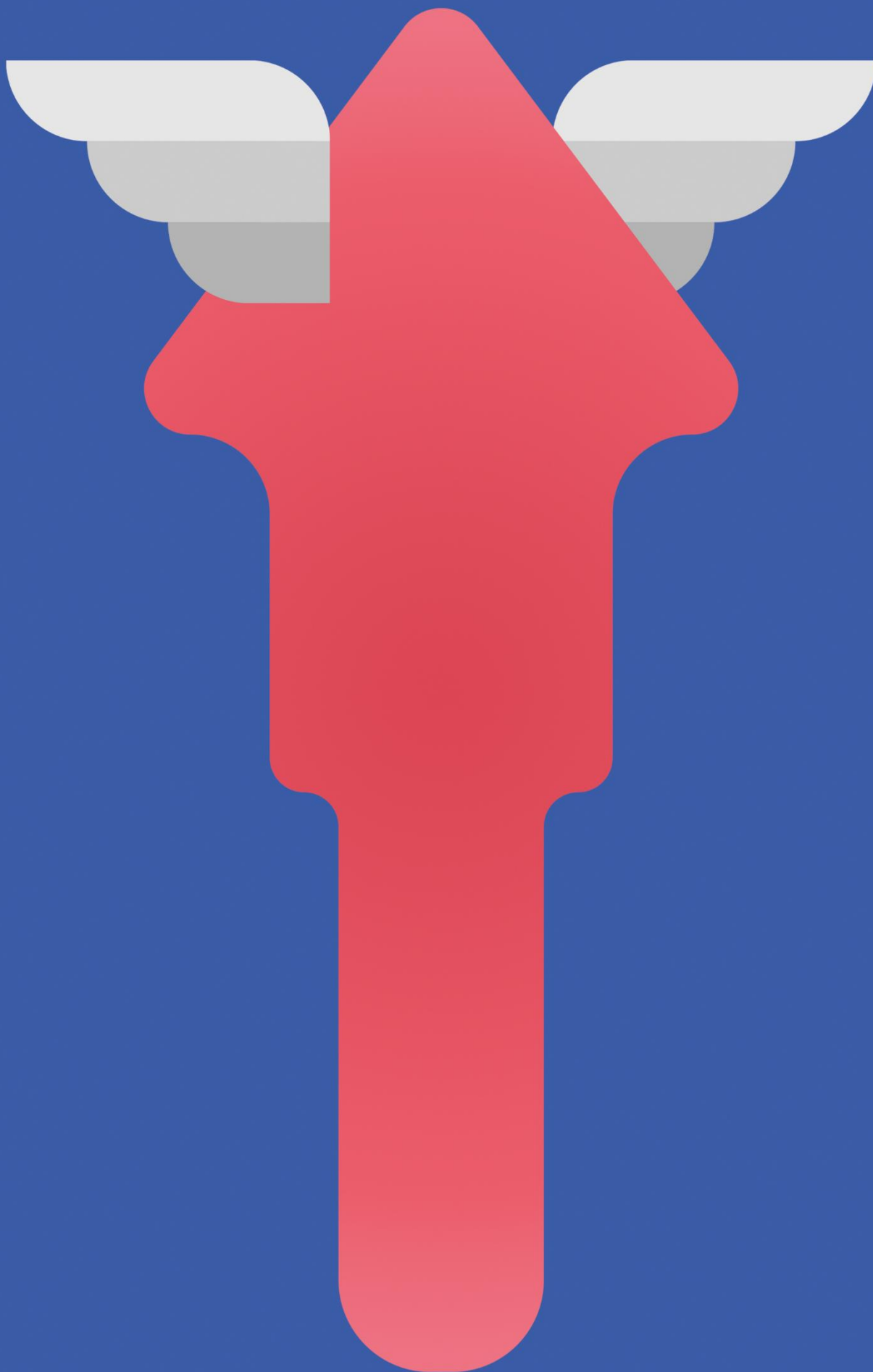
– Prepara tus cosas, capitán – añadió, soltándome – Nos vamos esta noche.

– ¿En submarino? – pregunté, más por confirmar la locura que por entenderla.

– En submarino – asintió – Como los cobardes. Pero con estilo.

Y se fue. Me quedé allí, en proa, con la humedad pegándose a la piel y una isla de plástico respirando frente a mí. Por primera vez en horas, o días, teníamos un plan. Era absurdo. Era peligroso. Era, en esencia, perfecto. Lo cual, si uno lo piensa bien, es exactamente el tipo de decisión que nos había traído hasta aquí.





VOLADORES AEROS INTELIGENTES



En mar abierto, lejos de la costa y de cualquier referencia estable, algunas especies de calamares pelágicos han desarrollado la capacidad de realizar breves desplazamientos aéreos fuera del agua, un comportamiento bien documentado en especies como *Todarodes pacificus*, perteneciente a la familia Ommastrephidae. Este calamar se distribuye principalmente en el Pacífico noroccidental, en aguas que rodean Japón, Corea y China, donde ocupa distintos niveles de la columna de agua según la luz y la disponibilidad de presas. En este entorno, desempeña un papel ecológico clave como depredador de peces e invertebrados, y como presa para numerosos vertebrados marinos.

El denominado “vuelo” consiste en una salida explosiva del agua impulsada por la expulsión de un chorro a presión a través del sifón, seguida de una fase de planeo en el aire que puede durar varios segundos y cubrir decenas de metros. Este comportamiento se interpreta principalmente como una estrategia de escape frente a depredadores, aunque también podría facilitar desplazamientos rápidos cerca de la superficie con un menor coste energético relativo.

Desde el punto de vista anatómico, no existen estructuras exclusivas para el vuelo, pero sí ciertas adaptaciones que lo hacen posible. En estas especies, el sifón está especialmente desarrollado para generar una propulsión potente y sostenida, mientras que las aletas son relativamente más grandes y rígidas, lo que mejora la estabilidad durante el planeo. Además, la disposición de los brazos y tentáculos permite aumentar la superficie corporal en el aire, favoreciendo una cierta sustentación. En comparación, otros calamares con hábitos más bentónicos o menos activos presentan proporciones distintas y una menor capacidad de generar impulso, lo que limita este tipo de comportamiento.

Observaciones recientes han demostrado que estos vuelos pueden ser relativamente frecuentes y están bien controlados, lo que sugiere una adaptación funcional más refinada de lo que se pensaba. En definitiva, los llamados “calamares voladores” no desafían tanto las leyes de la naturaleza como nuestra intuición sobre ellas: en un entorno donde sobrevivir depende de reaccionar rápido y aprovechar cualquier ventaja, incluso el aire puede convertirse, por unos instantes, en una extensión del océano.

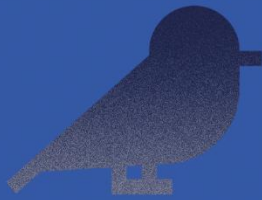




RÉCORD GUINNESS

LA VUELTA AL MUNDO

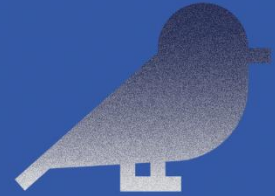
SIN ESCALAS



2 PUFFINUS
GRISEUS
(GMELIN, 1789)
PARDELA SOMBRIA
70.000 KM
NPAC - AUS



1 STERNA
PARADISAEA
(PONTOPPIDAN,
1763) CHARRAN
ARTICO
80.000 KM
ART - ANTDA



3 CALONECTRIS
DIOMEDEA
(SCOPOLI, 1769)
PARDELA
CENICIENTA
25.000 KM
MED - AFR

Las aves marinas protagonizan algunas de las migraciones más extremas y más extensas del planeta. Entre todas ellas, tres especies destacan por la magnitud de sus viajes y por la precisión con la que repiten, año tras año, rutas que atraviesan océanos enteros.

El caso más impresionante es el del *Sterna paradisaea*. Esta especie cría en regiones árticas durante el verano boreal y, cuando las condiciones comienzan a deteriorarse, emprende un viaje hacia la Antártida para aprovechar el verano austral. De este modo, vive prácticamente en un verano permanente, aprovechando las zonas de mayor productividad marina. Su ruta no es directa, sino que describe amplios rodeos para beneficiarse de los vientos dominantes y optimizar el gasto energético.

La *Puffinus griseus* se reproduce principalmente en Nueva Zelanda y otras islas del hemisferio sur, y tras la cría migra hacia el Pacífico norte, alcanzando áreas como Japón, Alaska o la costa occidental de América. Este recorrido forma un circuito oceánico que puede superar los 70.000 km anuales, siguiendo zonas ricas en alimento.

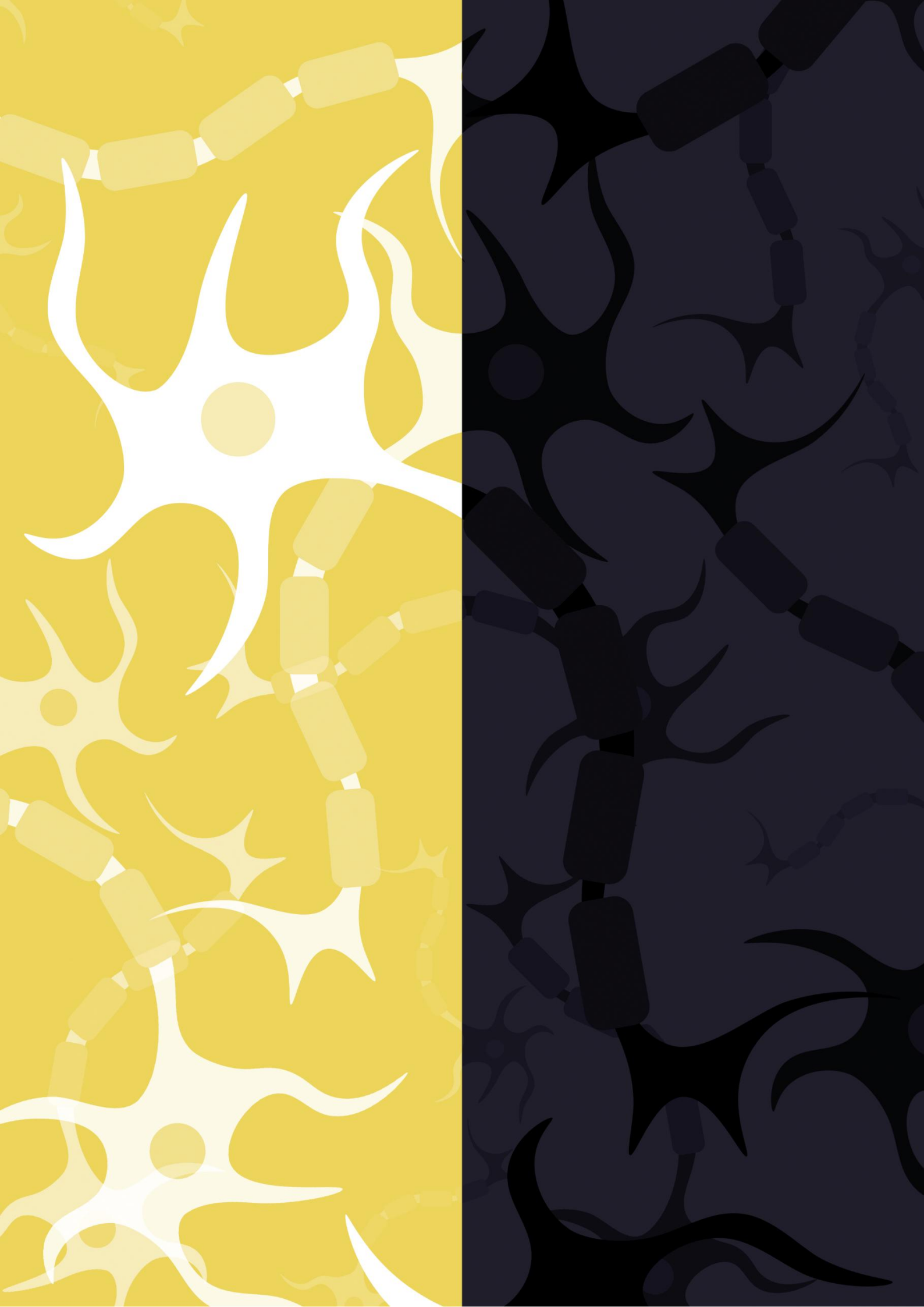
Por su parte, la *Calonectris diomedea* representa un ejemplo más cercano. Esta especie cría en islas y acantilados del Mediterráneo y el Atlántico oriental, y tras la reproducción se desplaza hacia las costas de África occidental. Sus migraciones, de entre 20.000 y 25.000 km anuales, responden igual a la búsqueda de condiciones más favorables fuera de la época de cría.

SUEÑO UNI - HEMISFÉRICO

¿Cómo consiguen estas aves mantenerse en el aire durante tanto tiempo sin colapsar por el cansancio? La clave está, en parte, en un fenómeno sorprendente conocido como sueño unihemisférico. A diferencia de lo que ocurre en los humanos, donde el cerebro descansa de forma global, algunas aves marinas pueden dormir con solo una mitad

del cerebro mientras la otra continúa funcionando. Este "descanso parcial" les permite seguir controlando el vuelo, mantener la orientación y estar atentas al entorno. Es habitual, además, que durante este proceso mantengan un ojo abierto, vinculado al hemisferio que permanece activo.

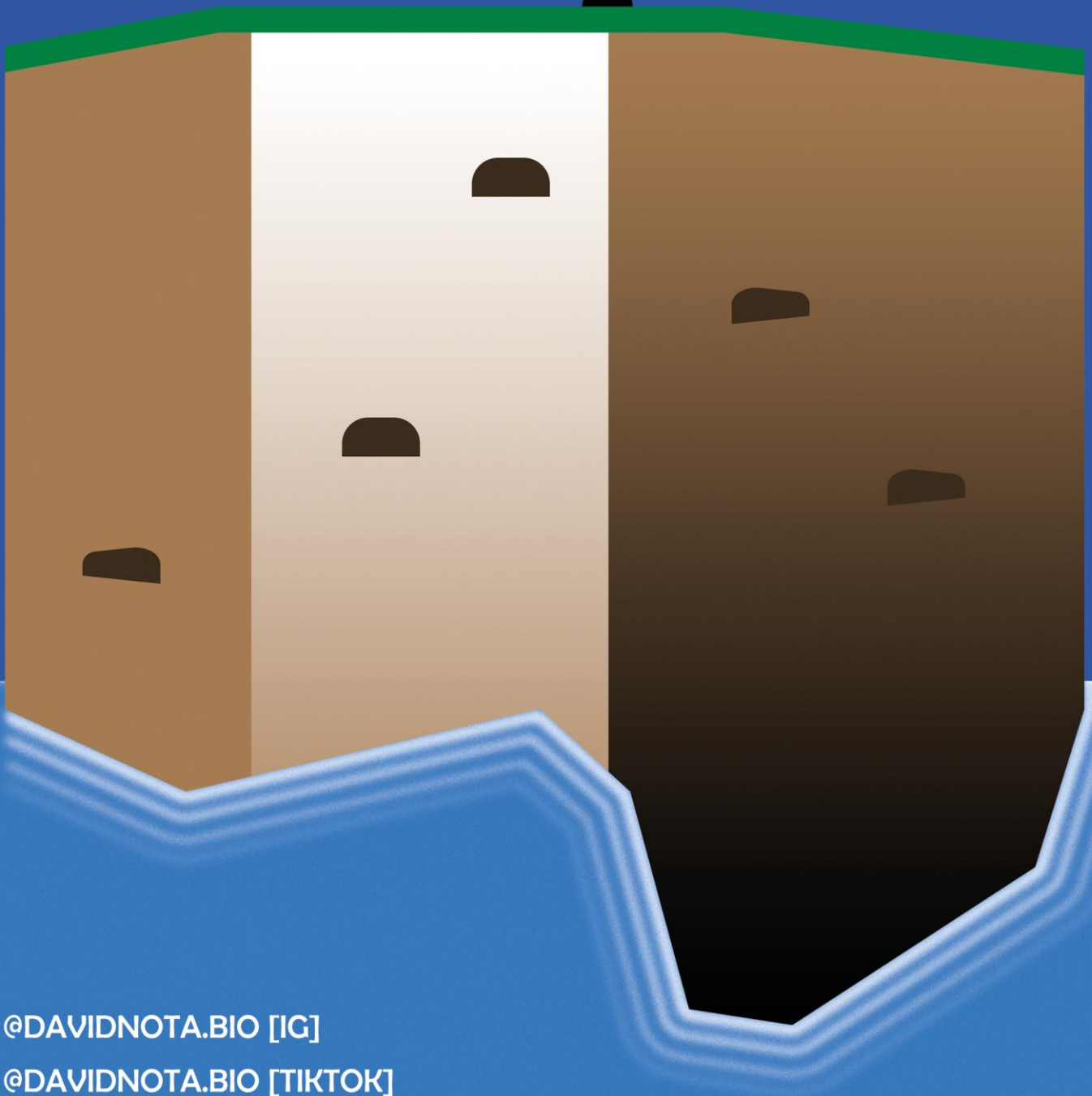
Gracias a esta estrategia, pueden alternar periodos de descanso sin necesidad de posarse, algo fundamental en travesías oceánicas donde las oportunidades de detenerse son limitadas. Más que una simple rareza, el sueño unihemisférico representa una adaptación clave que permite a estas especies llevar sus migraciones al extremo y convertir el cielo en un espacio donde, literalmente, también es posible dormir.



LA HISTORIA DE UNA CHOVA QUE DECIDIÓ CAMBIAR LAS REGLAS

DAVID NOTARIO RINCÓN

BIÓLOGO



@DAVIDNOTA.BIO [IG]

@DAVIDNOTA.BIO [TIKTOK]

En la isla de La Palma, donde los barrancos se hunden en la tierra y los acantilados se levantan como murallas volcánicas, vive un ave que siempre ha sabido aprovechar los recovecos del paisaje: la chova piquirroja. Durante generaciones, estas aves han criado en los cortados, en cuevas naturales y en grietas imposibles, formando pequeñas ciudades verticales donde cada pareja encuentra su hueco entre la roca. Allí, en esos balcones naturales, la vida se organiza alrededor de dos cosas: los vecinos y la comida. Porque para una chova, criar no es solo encontrar un buen agujero donde poner los huevos. Es también asegurarse de que, desde ese nido, puede llegar rápido a los lugares donde abundan los invertebrados que alimentarán a sus polluelos. Y es, además, vivir cerca de otros individuos que aportan algo esencial: información. Las chovas son sociales, intensamente sociales. Se observan, se siguen, se copian. Cuando una encuentra un buen lugar para alimentarse, otras la ven y aprenden. Cuando un grupo se reúne en un dormitorio, ese punto se convierte en un nodo de noticias: quién ha encontrado pareja, dónde hay comida, qué zonas están saturadas. En La Palma, esa vida social se hace evidente en los grandes dormitorios donde se juntan cientos de individuos. Desde allí salen al amanecer como una nube negra y roja, dispersándose por la isla. Y desde allí vuelven al atardecer, como si el día entero fuera una coreografía colectiva. Durante décadas, las chovas han dependido de los paisajes agrícolas tradicionales: pequeñas parcelas, cultivos de baja intensidad, zonas abiertas donde el suelo está vivo y lleno de insectos. Pero ese paisaje ha cambiado. Las plataneras, cultivos intensivos, homogéneos y poco nutritivos para ellas, han ido ocupando terreno. Los antiguos mosaicos rurales se han fragmentado. Y los lugares donde antes encontraban alimento abundante se han vuelto menos accesibles. Aun así, las chovas han seguido criando en los cortados. Pero algo empezó a ocurrir en las zonas donde los nidos se acumulaban demasiado. En los acantilados más densos, donde decenas de parejas compartían espacio, la competencia se volvió feroz. Los mejores huecos estaban ocupados. Los recursos cercanos se agotaban rápido. Y, además, la vida en colonias densas tiene un precio: los parásitos. Aparece un protagonista silencioso, *Isoxys sp.*, un parásito intestinal que se transmite con facilidad cuando muchos individuos viven juntos. En esas zonas saturadas, algunas chovas empezaron a enfrentarse a un dilema: quedarse en el cortado, soportar la competencia y el riesgo, o buscar algo nuevo. Y entonces ocurrió algo extraordinario. En una isla donde las chovas siempre habían criado en roca, algunas parejas empezaron a instalarse en palmeras. Primero tímidamente, luego con más frecuencia. No es una revolución masiva, pero sí un cambio significativo: una innovación de comportamiento, un salto fuera de lo conocido. Lo sorprendente es que estas palmeras no estaban en lugares radicalmente distintos. No eran ambientes nuevos, ni zonas con condiciones ecológicas diferentes. Las chovas que se aventuraron a las palmeras seguían buscando lo mismo que las que se quedaban en los cortados: proximidad a zonas rurales, acceso a matorrales y vegetación baja, pendientes pronunciadas, y sobre todo, estar cerca de otros individuos. Las palmeras no representaban un nuevo nicho ecológico. Representaban una solución alternativa para seguir viviendo dentro del mismo nicho. Como si dijeran: "Si no puedo criar en la roca, criaré en lo que se parezca más a ella... aunque sea una palmera". ¿Por qué una palmera? Porque, aunque no sea una cavidad rocosa, cumple varias funciones: Está elevada, protegida del suelo y de depredadores terrestres. Ofrece huecos entre las bases de las hojas, suficientemente amplios para construir un nido. Se encuentra en zonas rurales donde la comida sigue siendo accesible. Y, sobre todo, aparece en lugares donde los cortados cercanos están saturados. Las chovas no están cambiando su nicho. Están expandiendo su repertorio de opciones para seguir viviendo dentro del mismo nicho. Es como si una especie que siempre ha vivido en casas de piedra empezara a aceptar casas de madera cuando las de piedra se llenan. No cambia su estilo de vida, solo su arquitectura. Hay un patrón claro: las chovas se atraen entre sí. Esa atracción es poderosa. Las chovas buscan la compañía de otras chovas porque les aporta seguridad, información y oportunidades de emparejamiento. Pero cuando la densidad es excesiva, la balanza se inclina hacia la competencia y el riesgo sanitario. La innovación en palmeras surge exactamente en ese punto de tensión: cuando la necesidad de estar cerca de otros individuos choca con la saturación de los lugares tradicionales. La chova piquirroja de La Palma es un ejemplo perfecto de cómo una especie puede adaptarse sin cambiar su esencia. No abandona sus preferencias ecológicas. No explora ambientes radicalmente nuevos. No se convierte en otra cosa. Simplemente encuentra soluciones creativas para seguir siendo ella misma en un paisaje que cambia. En un mundo donde los cultivos tradicionales desaparecen, donde los acantilados se saturan y donde la competencia aumenta, algunas chovas deciden probar algo distinto. Y ese pequeño gesto, poner un nido en una palmera, es una muestra de la flexibilidad que permite a las especies persistir en tiempos de cambio. La historia es clara: la supervivencia de esta población depende de los paisajes rurales tradicionales. Las chovas necesitan esos mosaicos agrícolas, esos matorrales, esos suelos vivos donde encuentran alimento. Sin ellos, ni los cortados ni las palmeras serán suficientes. La innovación es fascinante, pero no sustituye a la conservación del hábitat. Las chovas pueden adaptarse, sí. Pero solo si el mundo que las rodea sigue ofreciéndoles los recursos que necesitan.

Islas Maldivas

Mozambique

42 d (5549 km)



TurtleMaps



¿Por qué las tortugas marinas vuelven a la playa donde nacieron?

¿Las tortugas marinas pueden detectar el campo magnético de la Tierra?

¿Cómo encuentran las tortugas marinas una isla en medio del océano?

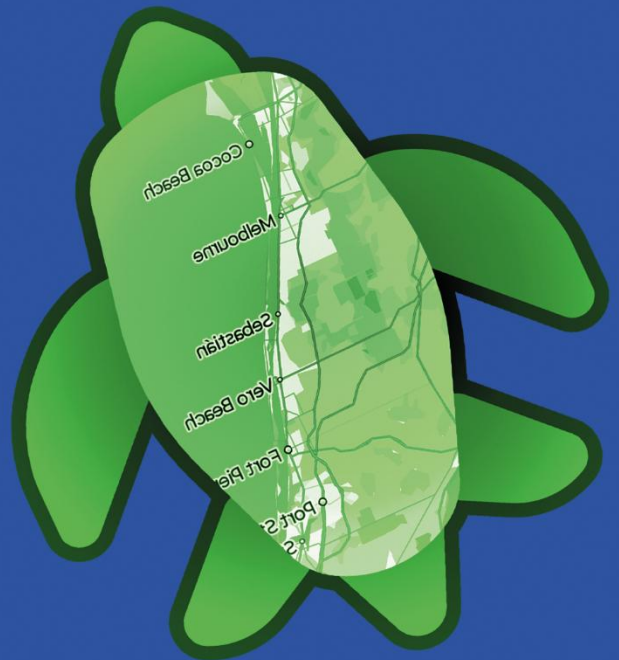
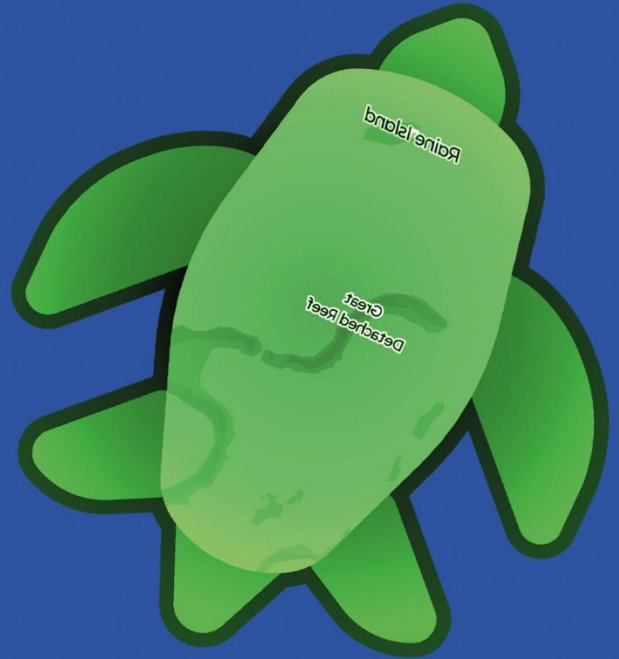
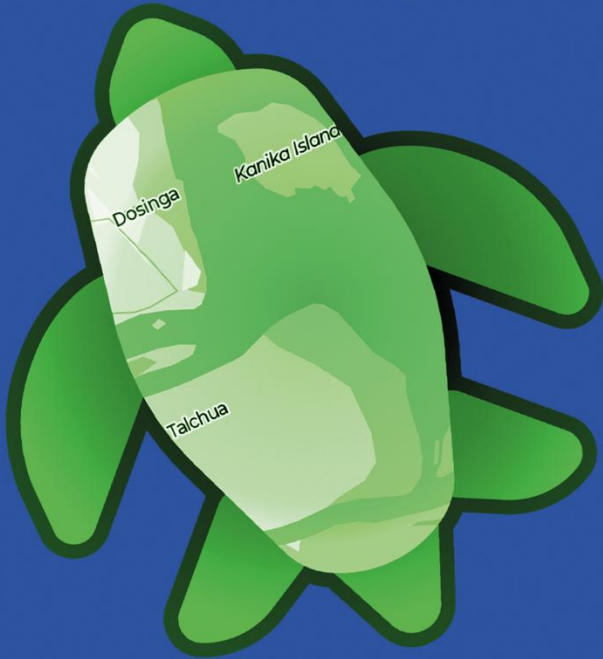
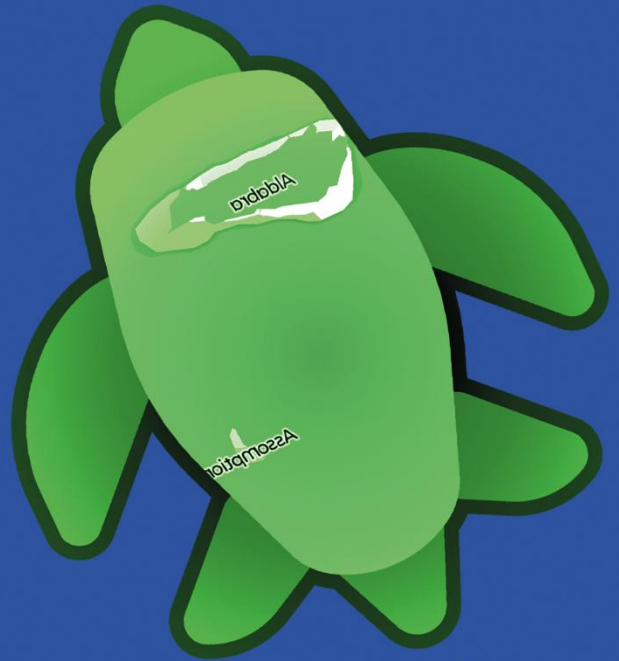
Hay animales que migran siguiendo ríos, montañas o costas. Las tortugas marinas, en cambio, atraviesan océanos donde apenas existen referencias visibles. Algunas recorren miles de kilómetros entre sus zonas de alimentación y reproducción y, llegado el momento, regresan a la región donde nacieron para poner sus propios huevos. Lo extraordinario no es solo la distancia: es saber dónde están en medio de un océano aparentemente vacío.

La vida de una tortuga marina comienza lejos del agua. La hembra excava un nido en la playa y deposita decenas de huevos; después regresa al mar y deja que la siguiente generación se las arregle sola. Semanas después, las crías emergen y corren hacia el océano, normalmente durante la noche. A partir de ahí comienza una de las etapas más desconocidas de su vida. Las pequeñas tortugas pueden pasar años desplazándose por aguas oceánicas antes de alcanzar zonas de alimentación costeras. En algunas poblaciones, como las de tortuga boba (*Caretta caretta*) de Florida, las crías entran en el Atlántico y siguen una ruta asociada al gran giro oceánico del Atlántico Norte, recorriendo una trayectoria que puede llevarlas alrededor de toda la cuenca. No nadan sin rumbo. Desde sus primeros momentos poseen respuestas de orientación frente a determinados campos magnéticos regionales, que parecen ayudarles a mantenerse dentro de su ruta migratoria. Es como si hubieran nacido con una primera versión del mapa ya incorporada.

La clave parece estar en algo que nosotros no podemos sentir: el campo magnético terrestre. La Tierra no tiene un campo magnético idéntico en todas partes. Su intensidad y la inclinación de sus líneas de fuerza cambian según la posición. Las tortugas pueden detectar estas características y utilizarlas como coordenadas. Los experimentos han

demostrado que las tortugas bobas reaccionan de forma diferente al reproducir en laboratorio campos magnéticos correspondientes a distintas regiones del océano. Incluso pueden distinguir campos de lugares situados a una misma latitud pero en lados opuestos del Atlántico. En otras palabras, el océano tiene un mapa que nosotros no vemos. Y hay algo todavía más fascinante. Se cree que las tortugas pueden memorizar la firma magnética de su región natal. Cuando son adultas, años después de haber abandonado aquella playa, vuelven a buscar una combinación magnética semejante para aproximarse a ella. Estudios realizados durante 19 años en playas de Florida encontraron una relación entre la distribución de los nidos y los cambios locales del campo magnético terrestre, apoyando esta hipótesis de impronta geomagnética. No significa que dispongan de un GPS con una coordenada exacta. El campo magnético parece funcionar más bien como un mapa de grandes regiones. Una vez cerca de la costa, probablemente intervengan otras señales para encontrar el lugar concreto de anidación; todavía no conocemos completamente cuáles son.

El ciclo se repite durante años. Una tortuga crece en sus zonas de alimentación, puede desplazarse cientos o miles de kilómetros y, cuando alcanza la madurez sexual, inicia una nueva migración reproductiva. Las hembras regresan a las regiones donde nacieron, salen del agua, excavan un nido y depositan sus huevos. Después vuelven al mar. Y volverán otra vez. Una tortuga boba puede realizar varios viajes de reproducción durante una misma temporada, separados por unas semanas, antes de regresar a sus áreas de alimentación. Tras una pausa de varios años, volverá a emprender el mismo viaje. Así, una playa que para nosotros puede ser simplemente una franja de arena es, para una tortuga, el punto de origen y destino de un mapa que ocupa un océano entero.



Quarto Acto

"Pélagos"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 47

Allí estaba el imponente sumergible *Aplysia*, majestuoso y ligeramente humillado, enganchado y casi amordazado al casco del Albatros, con esa elegancia incómoda de un animal disecado.

No recuerdo haber sentido jamás una felicidad tan indecorosa como la que me producía aquella barbaridad inminente: catorce almas apiñadas dentro de un submarino para hundirse voluntariamente en lo desconocido, para seguir alimentando nuestra sed, insaciable y algo vulgar, de desentrañar los misterios del océano. Suena poético, sí, pero en realidad somos más bien un pozo sin fondo.

Me detuve frente a esa reliquia con complejo de ballena metálica para dedicarle un instante a la introspección, que siempre queda bien antes de cometer una imprudencia. Qué encantadores son los segundos comienzos: esa ilusión de redención empaquetada, lista para usar, como si uno realmente fuera a aprender algo. Una segunda oportunidad para tomar aire, respirar hondo y repetir los mismos errores con mayor convicción.

En fin, que le den a los idealistas de turno. Mikhail, tan familiarizado con sus kalashnikov como con el mal humor, iba a recibir una introducción exprés a la semiautomática estadounidense. Más rápido de lo que una gaviota puede arruinar el almuerzo.

El *Aplysia* se conectaba al buque mediante una antecámara diseñada para despresurizar el armatoste antes de volar por los aires a cualquier imprudente. Alguien debía quedarse a bordo, muy a su pesar, para que el resto pudiésemos lanzarnos océano abajo. La impulsión solo se acciona desde fuera. Y esos pobres diablos resultaron ser la pareja de ancianos, que insistían, con una fe casi irritante, en que encontrarían al kraken. Sus huesos podrían partirse con un estornudo mal dado, pero su optimismo era indestructible. Así que, en fin, su sacrificio resulta convenientemente aceptable. Matilde, Lázaro, gracias por

vuestra entrañable presencia a bordo. Y por las rosquillas. Aunque, visto lo visto, alguien las ha disfrutado con un entusiasmo egoísta y deplorable: no ha dejado ni una, ni ha tenido la decencia de dar la cara.

A propósito, ese ladrón ha tenido la mala suerte de cruzarse con cabezas particularmente duras. Mi nieto y la namibiana han soltado a Darwin. Un goldfish. Un *Carassius auratus*. Pero no uno cualquiera: este pequeño nadador anodino es, en realidad, un espía con escamas. Una cámara con cola, un testigo silencioso, un delator con memoria digital.

La última rosquilla sigue ahí, solitaria, acumulando polvo y tensión narrativa. Nadie quiere abandonar este mundo sin saber quién fue el culpable, así que resolveremos el misterio, aunque tengamos que hacerlo a posteriori, como los grandes errores de la historia.

El culpable no tiene ni la más remota sospecha. ¿Quién sospecharía de un pez? Exacto. Darwin observa. Darwin registra. Darwin juzga. Y cuando revele la verdad, será un espectáculo deliciosamente innecesario. Jaque mate, Lupin.

Todo este elaborado disparate tomó forma a medianoche, que es la hora oficial de las malas decisiones y las celebraciones mal sincronizadas. Mientras tanto, los rojos descorchaban mis botellas de Cabernet Sauvignon como si hubieran conquistado Francia, coreando un entusiasta y ligeramente desafinado "hip hip hurra". Yo, sustraje un par de botellas más. Porque nosotros también íbamos a celebrar la gloriosa distancia que pronto nos separaría de ellos. La única diferencia es que lo haríamos a un par de leguas de distancia y sin una sola bandera estadounidense ondeando como un mal chiste patriótico en el horizonte.

— Voy a pasar lista — dije en un susurro perfectamente inútil, porque el eco del barco tenía la delicadeza de amplificar cualquier frase por encima de los diez decibelios — Simplemente levantad la



mano; según os nombre, entraréis en la antecámara y después en el sumergible, de uno en uno, como si esto tuviera algún tipo de dignidad.

Y así comenzó el desfile. A cada uno de ellos le ofrecía esa mirada cómplice que en otras circunstancias podría confundirse con afecto, pero que en realidad era un acuerdo tácito: olvidar nuestras respectivas miserias y comportarnos como adultos funcionales durante el tiempo estrictamente necesario. Un pacto frágil, como todos los pactos humanos. – Dr. Narval. Dra. Etna. Camarón. Orisa. Cabo. Fergus. Omar. Dr. Otto. Dra. Aurelia. Dakuwaqa. Coral. Marina. Hermana Celeste – Fin.

Sí, lo sé. Aún no os he presentado ni a la mitad, pero no sufráis: me queda papel, tinta y una cantidad preocupante de tiempo muerto. Todo llegará. Incluso las decepciones.

Y sí, tenemos una monja a bordo. La Hermana Celeste. Una mujer peculiar. De esas que parecen saber algo que tú no sabes, lo cual ya es irritante de por sí. Probablemente merezca su propio capítulo, si es que no termina escribiéndolo ella sola con alguna intervención divina o, peor aún, con sentido común.

Desde el exterior, Lázaro y Matilde aguardaban nuestras órdenes con una mezcla de resignación y reuma. En un último suspiro, muy teatral, por cierto, me confesaron que echaban de menos su piso en Benidorm. Así que, sinceramente, la culpa no me roe tanto como debería. Tal vez quedarse haya sido su acto más sensato en décadas.

Tras la eyección, palabra elegante para describir un proceso profundamente violento, encendí los motores con el manual en una mano y el protocolo en la otra, como si eso fuera a marcar alguna diferencia. Y entonces ocurrió: ese rugido inconfundible, ese estruendo oxidado y glorioso que solo puede producir una máquina de la Segunda Guerra Mundial al despertar de su letargo. Un sonido entre épico y preocupante. Entonces, suspiramos todos al unísono.

Botadura hecha. Durante unos segundos, de esos que no duran segundos sino pequeñas eternidades, una ráfaga de burbujas nos borró del mundo. Todo lo visible quedó reducido a espuma, como si el océano hubiese decidido protestar por nuestra presencia.

La bestia de dos mil toneladas empezó a moverse. Lentamente al principio, luego con más convicción, desplazando galones y galones de agua.

La luz de la luna, esa testigo involuntaria, fue deshaciéndose en el aire, diluida por la profundidad, que nos reclamaba con paciencia.

El mundo de arriba se volvió un recuerdo mal enfocado.

El Dr. Otto, fiel a su particular forma de gestionar el estrés, sacó su cajetilla de tabaco y encendió uno. La brasa del cigarrillo se convirtió en una antorcha diminuta, absurda y terco – orgullosa, una especie de faro personal que pretendía desafiar la penumbra del océano con la autoridad de un vicio. Comienza nuestro nuevo declive.

ME CON MUEVO
CRUZ DIOS
CAFUNE



TURBO // EPIFANIA



DIOS #1 ft. MIKY WOODS



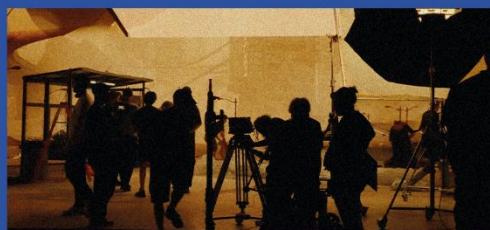
CANGRINAJE



JA MORANT



FAXXXXXX



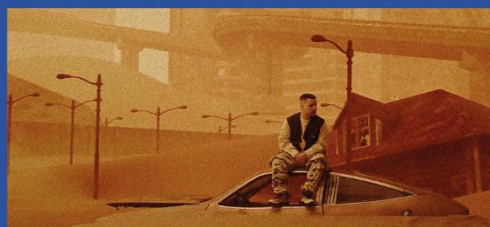
CLOSE FRIENDS



1€ CADA VEZ



SANGRE Y FE ft. QUEVEDO



CORINTIOS 13:12
ft. WESTSIDE GUNN



MOVEZZ EN SILENCIO



G WAGON ft. LA PANTERA



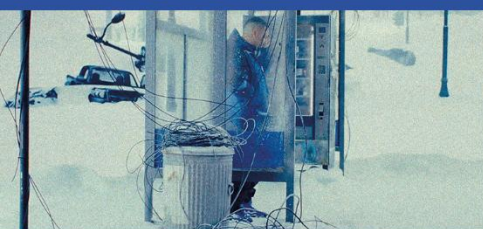
S3_E07_THEBOONDOCKS
_DVDRIP.MPEG



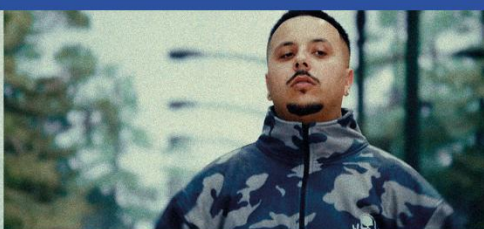
BABI BOI ft. CHITA



4 PREZ



ABAMA JR. SUITE ft. LEITI



FOLELE ft. BOJ



RE-UP ft. KRIS FLOYD



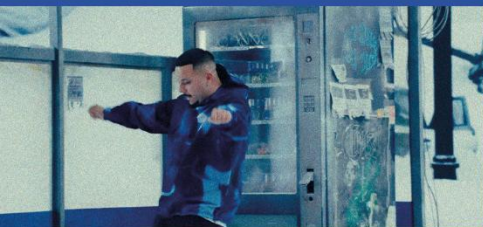
GOOFY AHH LUV JOINT



LUISAVIAROMA ft. LA BLACKIE



RETRO 11S



PRACTICE ft. HOKE



FABIOLA



ME MUEVO CON DIOS

“ME MUEVO CON DIOS” Y LA RESPIRACION EN ARIETE

¿POR QUE LOS TIBURONES NO PUEDEN PARAR DE NADAR?

“Everything's gonna be alright”. Así cierra uno de los discos más influyentes del panorama del hip hop hispano. Perseguir los sueños conlleva, en muchas ocasiones, un coste: distanciarse, dejar atrás a quienes te rodean o acabar atrapado en una burbuja que, tarde o temprano, termina por estallar. Me Muevo Con Dios representa el punto álgido en la trayectoria de Cruz Cafuné. El álbum recorre su camino desde los inicios en Canarias, una etapa marcada por la escasez de recursos, pero también por el apoyo constante de su entorno más cercano, que lo impulsa a perseguir sus objetivos. Sin embargo, cuando el éxito deja de ser una aspiración para convertirse en una realidad tangible, surge una toma de conciencia inevitable: todo aquello que quedó atrás. Momentos perdidos, como ver crecer a su hermana pequeña, amistades que han tomado rumbos distintos o personas que ya no están.

El disco transita por múltiples registros tanto temáticos como musicales: boombap, trap, acústico, amapiano, jersey club o R&B; pero es en su cierre donde aflora con mayor intensidad la carga emocional. La búsqueda constante del éxito se traduce en un movimiento incesante: viajar, trabajar, conectar, gastar, vivir deprisa. Una dinámica que encarna, al mismo tiempo, la idea de libertad y la de encierro.

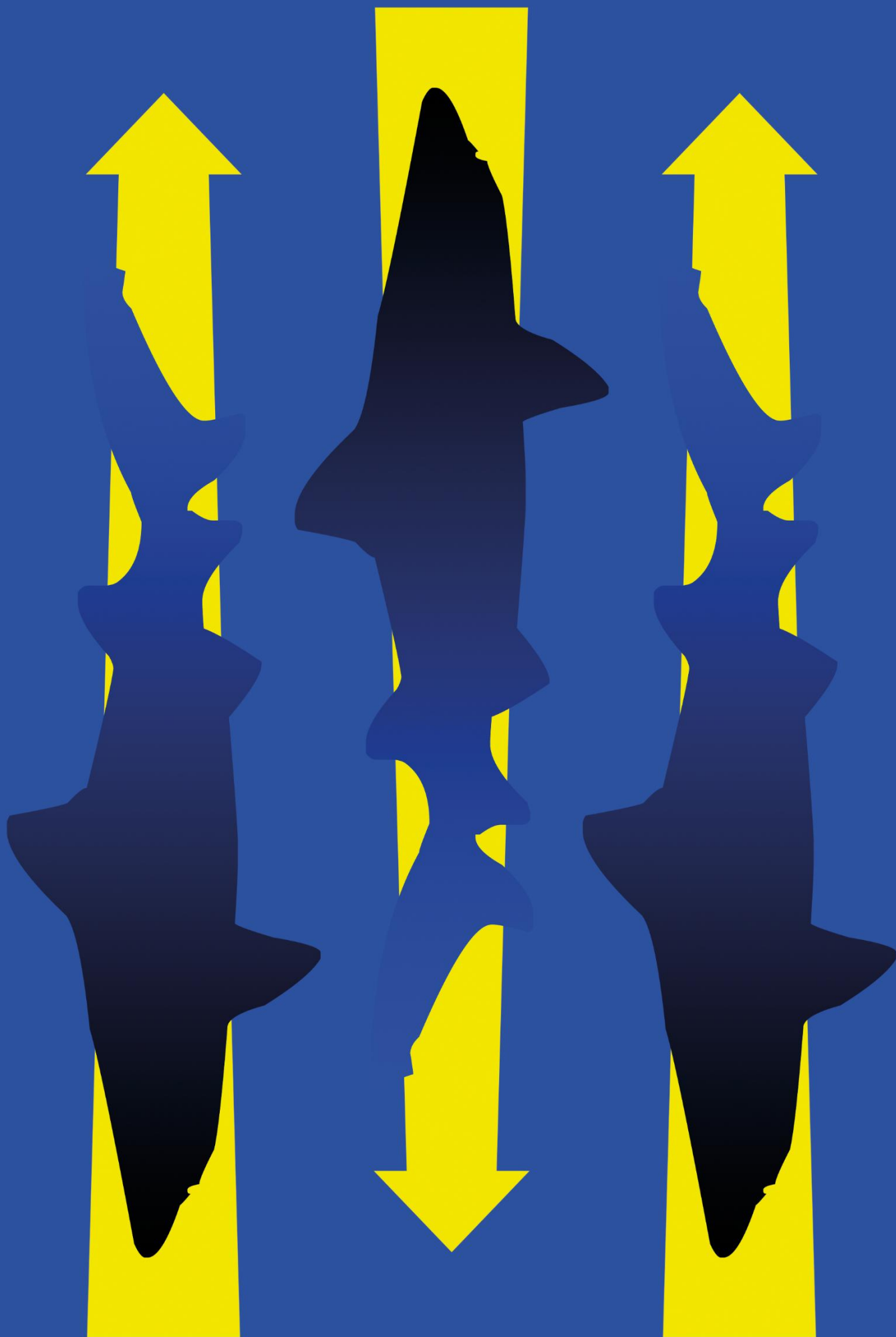
¿Y qué relación guarda todo esto con la biología? Cruz Cafuné adopta la figura del tiburón como símbolo central del álbum. Esta elección adquiere un nuevo significado al escuchar uno de los audios finales, donde su madre le reprocha el distanciamiento con una frase reveladora: “Pareces un tiburón, que no para porque es que sino se muere”. A partir de esta idea resulta interesante profundizar en su fundamento biológico y entender hasta qué punto es cierta y cuáles son las razones que la explican.

Existe una idea muy extendida según la cual los tiburones no pueden dejar de nadar porque, si lo hicieran, morirían. Aunque esta afirmación no es del todo cierta, sí tiene una base biológica real que se explica a partir de su sistema respiratorio. En muchos

tiburones pelágicos, especialmente aquellos adaptados a la vida en mar abierto, como el tiburón blanco o el tiburón mako, predomina un mecanismo conocido como respiración en ariete. A diferencia de otros peces que pueden bombear activamente agua sobre sus branquias mediante movimientos de la cavidad bucal (bombeo bucofaríngeo), estos tiburones dependen en gran medida del movimiento hacia adelante para forzar el paso continuo de agua a través de las branquias.

Desde un punto de vista biofísico, la respiración en ariete se basa en un flujo unidireccional de agua generado por la velocidad del animal. Al nadar con la boca abierta, el agua entra por la cavidad oral y es impulsada hacia las hendiduras branquiales. En las branquias se encuentran las lamelas secundarias, estructuras altamente vascularizadas donde tiene lugar el intercambio gaseoso. Aquí se establece un sistema de contracorriente: el agua rica en oxígeno fluye en dirección opuesta a la sangre desoxigenada, lo que maximiza el gradiente de difusión y permite una extracción de oxígeno muy eficiente. Fisiológicamente, este sistema está optimizado para especies con altas demandas metabólicas. Los tiburones que emplean respiración en ariete suelen ser nadadores activos, con musculatura bien desarrollada y un consumo elevado de oxígeno. La ventilación pasiva mediante el desplazamiento reduce el coste energético asociado al bombeo activo de agua, pero introduce una limitación: si el animal deja de nadar, el flujo de agua sobre las branquias disminuye drásticamente, comprometiendo la oxigenación.

Sin embargo, no todos los tiburones están sujetos a esta restricción. Muchas especies bentónicas o de hábitos más sedentarios, como los tiburones nodriza (*Ginglymostoma cirratum*), sí pueden realizar bombeo bucal y permanecer inmóviles en el fondo sin problemas. Por tanto, la afirmación de que “los tiburones no pueden parar de nadar” es una simplificación: es cierta para algunas especies altamente especializadas, pero no para todas.



EN CONVERSACION

ENTREVISTA A PAULA MARTÍNEZ
DIVING INSTRUCTOR, UNDERWATER PHOTOGRAPHY & VIDEO
@PAULAMARTINEZ @PAUDIVER



PARA EMPEZAR, CUÉNTANOS QUIEN ERES, A QUÉ TE DEDICAS ACTUALMENTE Y COMO HA SIDO EL CAMINO QUE TE HA LLEVADO HASTA DONDE ESTÁS HOY.

SOY PAULA, TENGO 20 AÑOS Y SOY INSTRUCTORA DE BUCEO, SOY DE CIUDAD REAL. ACTUALMENTE VIVO Y TRABAJO EN FUERTEVENTURA. EMPECÉ A BUCEAR EN 2022 Y DESDE AHÍ ME SAQUÉ TODOS LOS CURSOS DE BUCEO NECESARIOS PARA SER INSTRUCTORA. EMPECÉ EN MURCIA, ESTUVE UN MES DE PRÁCTICAS PARA EL DIVEMASTER EN MALDIVAS, Y PARA TERMINAR HICE MI EXAMEN FINAL PARA SER INSTRUCTORA EN SAN SEBASTIÁN.

ADEMÁS DEL BUCEO, SABEMOS QUE LA FOTOGRAFÍA OCUPA UN LUGAR IMPORTANTE EN TU VIDA. A LO LARGO DE TODAS TUS SALIDAS Y PROYECTOS ¿CUAL HA SIDO EL ANIMAL MÁS INUSUAL O SORPRENDENTE QUE HAS LOGRADO FOTOGRAFIAR?

ME ENCANTA FOTOGRAFIAR NUDIBRANQUIOS, POR SUS COLORES Y FORMAS; TAMBIÉN ME GUSTA FOTOGRAFIAR LOS OJOS DE CUALQUIER ANIMAL MARINO.

¿HAY ALGUNA ESPECIE ESPECIALMENTE ESQUIVA O POCO COMÚN QUE SE HAYA RESISTIDO Y QUE LLEVES TIEMPO INTENTANDO VER O FOTOGRAFIAR?

LLEVABA AÑOS QUERIENDO VER TIBURONES CEBRA (STEGOSTOMA TIGRINUM); ESTE AÑO CONSEGUÍ VERLOS. EN FUERTEVENTURA ME GUSTARÍA VER TIBURÓN MARTILLO: ALGUNAS VECES LO VEMOS DESDE LA SUPERFICIE EN EL BARCO, PERO NUNCA CONSEGUÍ VER UNO BUCEANDO.

¿QUÉ MALENTENDIDOS SOBRE LA VIDA MARINA TE GUSTARÍA CORREGIR?

SOBRE TODO, INFORMAR MÁS SOBRE LOS TIBURONES.

¿QUÉ TE SIGUE SORPRENDIENDO DEL OCÉANO DESPUÉS DE TANTOS AÑOS?

ME SORPRENDE QUE, POR MUCHOS AÑOS QUE LLEVO BUCEANDO, AÚN ME QUEDAN MUCHAS ESPECIES POR VER Y CADA VEZ QUE ENTRO EN EL AGUA VEO ALGO DISTINTO; SIEMPRE ME SORPRENDE.

¿QUÉ CAMBIOS HAS NOTADO EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS A LO LARGO DE LOS AÑOS QUE LLEVAS BUCEANDO?

EN ESTOS ÚLTIMOS AÑOS HE NOTADO LA PRESENCIA DEL ALGA INVASORA RUGULOPTERYX OKAMURAE EN LA HERRADURA Y EN FUERTEVENTURA. ADEMÁS, EN MALDIVAS, EN 2025 OBSERVÉ UN CAMBIO DE TEMPERATURA DEL AGUA Y MEJORA DEL CORAL: EN LOS AÑOS DEL 2022 AL 2024 EL AGUA ESTABA A UNOS 29°/30°, Y ESTE AÑO EN DICIEMBRE LA TEMPERATURA ERA DE UNOS 27°. TAMBIÉN HE VISTO ANZUELOS EN TIBURONES EN MALDIVAS Y EN MEROS EN FUERTEVENTURA.

¿HAY ESPECIES QUE ANTES ERAN COMUNES Y AHORA SON RARAS, O VICEVERSA?

EL AÑO DESPUÉS DEL COVID NOTÉ UN AUMENTO DE VIDA MARINA EN MAZARRÓN, MURCIA; NUNCA ANTES HABÍA VISTO RAYAS ALLÍ Y DESPUÉS DE ESE AÑO EMPECÉ A VERLAS.

¿QUÉ DIFERENCIAS BIOLÓGICAS OBSERVAS ENTRE ZONAS MUY BUCEADAS Y ÁREAS POCO FRECUENTADAS?

EN MALDIVAS SE NOTA SOBRE TODO EN LOS CORALES; HAY SITIOS COMO MADIVARU CORNER, MUY FAMOSO EN RASDHOO, EN EL QUE SE BUCEA FRECUENTEMENTE, Y EL CORAL ESTÁ MUERTO EN ALGUNAS ZONAS. SIN EMBARGO, EN CANARIAS NO NOTO MUCHA DIFERENCIA ENTRE SITIOS FRECUENTES Y POCO FRECUENTES.

¿HAS SIDO TESTIGO DE EVENTOS ECOLÓGICOS INUSUALES (BLANQUEAMIENTOS DE CORAL, DESAPARICIÓN DE POBLACIONES, INVASIONES)?

SÍ, HE VISTO EN MALDIVAS BLANQUEAMIENTO DE CORAL, INVASIÓN DE LA ESPECIE DE ESTRELLA DE MAR CORONA DE ESPINAS (ACANTHASTER PLanci), QUE DESTRUYE ARRECIFES, E INVASIÓN DEL ALGA RUGULOPTERYX OKAMURAE.



EN CONVERSACION

ENTREVISTA A PAULA MARTÍNEZ
DIVING INSTRUCTOR, UNDERWATER PHOTOGRAPHY & VIDEO
@PAULAMARTINEZ @PAUDIVER

EN CONVERSACION

ENTREVISTA A PAULA MARTÍNEZ
DIVING INSTRUCTOR, UNDERWATER PHOTOGRAPHY & VIDEO
@PAULAMARTINEZ @PAUDIVER



¿HAS OBSERVADO INTERACCIONES INTERESPECÍFICAS (SIMBIOSIS, DEPREDACIÓN, LIMPIEZA) ESPECIALMENTE LLAMATIVAS?

HE OBSERVADO MUCHAS INTERACCIONES INTERESANTES; POR EJEMPLO, LÁBRIDOS LIMPIADORES EN UN PUNTO DE LIMPIEZA DE MANTAS, GAMBAS LADY ESCARLATA (LYSMATA GRABHAMI) LIMPIANDO LA BOCA DE LAS MORENAS, Y MEROS Y MORENAS CAZANDO A LA VEZ EN INMERSIONES NOCTURNAS.

¿CREES QUE LOS ANIMALES MARINOS RECONOCEN O SE ACOSTUMBRAN A LOS BUCEADORES?

SÍ, POR EJEMPLO LAS MANTAS EN LOS PUNTOS DE LIMPIEZA EN MALDIVAS ESTÁN TAN ACOSTUMBRADAS A LOS BUCEADORES QUE UTILIZAN LAS BURBUJAS PARA LIMPIAR ENTRE SUS BRANQUIAS. ADEMÁS, MUCHOS MEROS SE ACERCAN A LOS BUCEADORES.

¿HAS COLABORADO CON PROYECTOS CIENTÍFICOS O DE CIENCIA CIUDADANA? ¿EN QUE CONSISTÍAN?

HE COLABORADO EN LA CONSERVACIÓN DE ANGELOTES (SQUATINA SQUATINA) EN CANARIAS Y EN EL ESTUDIO DEL CORAL PALYTHOA EN "EL CAÑÓN", UN PUNTO DE BUCEO EN FUERTEVENTURA.

¿CREES QUE LOS CENTROS DE BUCEO PODRÍAN JUGAR UN PAPEL MÁS ACTIVO EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA?

SÍ, POR EJEMPLO EL CENTRO DE BUCEO EN EL QUE TRABAJO AYUDA A LA CONSERVACIÓN DE ANGELOTES EN LAS ISLAS CANARIAS, Y PIENSO QUE SE PODRÍA AYUDAR DE MUCHAS MÁS MANERAS.

¿QUÉ HACE QUE UN ARRECIFE ESTÉ "SANO" DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UNA BUCEADORA?

EN MI OPINIÓN, UN ARRECIFE ESTÁ SANO CUANDO ESTÁ LLENO DE VIDA, CON ESPECIES DISTINTAS HACIENDO SUS RESPECTIVAS FUNCIONES.

¿COMO OS ENSEÑAN EL RESPETO A LA VIDA MARINA EN LA FORMACIÓN DE BUCEO?

CUANDO HACES EL PRIMER CURSO PARA PODER BUCEAR, EN LA TEORÍA TE NOMBRAN UNA DE LAS REGLAS MÁS IMPORTANTES DEL BUCEO: NO TOCAR NADA, Y MENOS SI ES ALGO VIVO.

¿CREES QUE EL BUCEO PUEDE SER UNA HERRAMIENTA DE CONSERVACIÓN O TAMBIÉN UNA AMENAZA?

PUEDE SER AMBAS DEPENDIENDO DE CÓMO DE REGULADO ESTÉ. SI SE BUCEA CON RESPETO A LA VIDA MARINA Y A LOS ECOSISTEMAS, PODRÍA SER UN BENEFICIO; PERO YA EN MUCHOS SITIOS SE VUELVE UNA AMENAZA, YA QUE MUCHOS CENTROS LO VEN MÁS COMO UN NEGOCIO PARA GANAR CLIENTES Y DINERO SIN IMPORTARLES EL DAÑO QUE CAUSAN. POR EJEMPLO, EN MADIVARU CORNER MUCHOS BARCOS DE VIDA A BORDO LLEVAN A GRUPOS GRANDES DE BUCEADORES A UN MISMO SITIO MUY PEQUEÑO, Y SE TUMBAN EN LOS CORALES PARA PODER VER LOS TIBURONES SIN CANSARSE POR LA CORRIENTE.

¿QUE PRÁCTICAS DE BUCEO SON MÁS DAÑINAS PARA LOS ORGANISMOS BENTÓNICOS?

MUCHOS BUCEADORES NO TIENEN BUENA FLOTABILIDAD, ENTONCES ALETEAN Y CAEN SOBRE EL FONDO.

Y YA PARA FINALIZAR ¿COMO DIRÍAS QUE SE PUEDE EQUILIBRAR EL TURISMO DE BUCEO CON LA CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS?

TENIENDO MÁS EN CUENTA EL BIENESTAR DE LOS ECOSISTEMAS ANTES QUE EL NEGOCIO, REGULANDO EL NÚMERO DE BUCEADORES, CONTROLANDO QUE NO HAGAN DAÑO E INFORMANDO DE LO QUE NO PUEDEN HACER, COMO POR EJEMPLO TOCAR LA VIDA MARINA.



EN CONVERSACION

ENTREVISTA A PAULA MARTÍNEZ
DIVING INSTRUCTOR, UNDERWATER PHOTOGRAPHY & VIDEO
@PAULAMARTINEZ @PAUDIVER



Quarto Acto

"Pélagos"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 48

Cuando por fin decidimos abandonar nuestro muy serio experimento de convivir con la oscuridad, descubrimos dos detalles de considerable relevancia: primero, que alguien había accionado el interruptor de la luz; segundo, que ese alguien era Murphy. El maldito gato pelirrojo y tiñoso, se había infiltrado en la expedición sin invitación ni escrúpulos. No puedo negar que me resulta simpático; si hablase, estoy convencido de que me habría votado en las elecciones. Lamentablemente, su repertorio comunicativo se limita a maullidos ofensivos y a distribuir vómito con admirable equidad por cada rincón del sumergible.

Y no era el único con el estómago comprometido. Todos habían sido advertidos de los riesgos, aunque, como suele ocurrir, escuchar no implica comprender.

La efímera alegría por haber recuperado la iluminación se desvaneció cuando mi nieto irrumpió para plantear una de esas preguntas que solo me hace cuando Orisa no ha sabido resolverle la duda o cuando, sencillamente, decide que necesita un adulto "de verdad".

– Yayo – dijo, tirando suavemente de mi manga, como si fuese a confesarme un secreto de Estado – ¿es verdad que cuando volvamos a la superficie nos vamos a morir? Coral me ha hablado de la enfermedad del buzo – añadió, modulando la voz con teatralidad.

– De hecho – intervino Coral de inmediato, sin concederme margen alguno y con ese tono de quien lleva rato esperando corregirte – hay miles de casos documentados. El cambio brusco de presión hace que gases como el nitrógeno, que están disueltos en la sangre, formen burbujas. Esas burbujas pueden taponar vasos sanguíneos y, como uno de ellos afecte a una zona importante – hizo una pausa breve – eres hombre muerto.

– Estaré encantado de leer el paper del que has extraído esa información – respondí, ajustando el tono hacia una

cortesía afilada – Como comprenderás, en una expedición como esta exigimos cierto rigor científico antes de abrir la boca.

– Capitán, no hay nada más riguroso que el método experimental – afirmó, levantándose con una seguridad que rozaba la provocación – ¿Por qué no celebramos que hemos escapado del sónar militar con una botella de champán? – continuó, ya con la botella en la mano, observando el contenido – Vaya, ni una burbuja. Qué raro – la sala quedó en silencio – Las presiones, capitán. – prosiguió, aprovechando la atención – Si ahora mismo bebieses esto y, por alguna fuerza todopoderosa, aparecieses en la superficie, dentro de tu cuerpo se formarían todas las burbujas que ahora no ves.

Dicho esto, bebió a morro, sin el menor respeto por la etiqueta, y nos observó uno a uno como si acabara de demostrar un axioma universal, después, nos ofreció un trago con una insistencia difícil de rechazar. Evidentemente, no lo rechazé.

Beber un champán sin burbujas resultó ser una experiencia sorprendentemente plana. El alcohol, no obstante, hizo lo que siempre hace: democratizar el juicio y degradar la prudencia. Y así, sin transición digna, aquello derivó en una sobremesa de adultos borrachos en un entorno de presión extrema, donde se dijeron cosas que en tierra firme habrían requerido disculpas formales.

Se habló, por ejemplo, de que habíamos embarcado sin relojes, lo cual significaba que, a unos cien metros de profundidad, donde la luz ya no es más que un rumor, nuestros ritmos circadianos quedarían bajo la autoridad improvisada de un mono imaginario con platillos. Un sistema biológico tan fiable como cualquier otro.

También se recordó, con creciente incomodidad, que en realidad aún no habíamos escapado del sónar militar. Ese detalle, aparentemente menor, cayó

sobre la mesa como una servilleta húmeda. Y entonces Coral, siempre Coral, decidió intervenir otra vez.

— Ahora mismo — anunció — según mis estimaciones, atravesamos una zona de alta productividad biológica, con nubes de kril, fitoplancton y, en condiciones normales, cetáceos alimentándose de todo ello. Pero mirad a través del cristal — todos nos giramos. Nada — No hay ballenas. No hay cachalotes — continuó — No es una anomalía. Es el efecto de las emisiones ultrasónicas procedentes de los buques, interfiriendo en la comunicación de los cetáceos. Mientras no observemos ninguna bestia filtradora — concluyó — significa que seguimos dentro del radio de influencia de los sistemas estadounidenses.

El silencio posterior fue tan denso que casi podía archivarse. Yo reaccioné de la única forma razonable: escupí el champagne sobre la mesa con una mezcla de indignación y decepción física. Acto seguido, señalé a mi nieto con una autoridad improvisada.

— Tú. A fregar.

El niño, sin discutir, aceptó su condena con resignación y yo, me limpié la boca con el dorso de la mano.

— Sabéis — dije — en la tradición marinera existe una figura recurrente. Un "Jonás". No siempre es una persona. A veces es un objeto. Pero, en esencia, es aquello que trae la mala suerte a toda la travesía — miré a los presentes, uno a uno, como quien evalúa una colección de errores — Dejamos atrás a Mikhail en el Cormorán, "el Jonás de los Jonases" y aun así tengo la sensación de que seguimos llevando uno a bordo.

La pausa fue deliberada. Entonces levanté el dedo, lento, como si apuntara con algo mucho más peligroso que una opinión.

— Y eres tú — el índice quedó suspendido frente a la nariz respingona de Coral, salpicada de pecas y sostenida por unas gafas de culo de vaso — Todo esto — continué — viene, como casi todas las historias de marineros, de la Biblia. Un tal Jonás fue arrojado al mar por su tripulación y posteriormente ingerido por un pez gigante. O una ballena. Da igual. El detalle es irrelevante. Lo importante es la tradición — me incliné un poco más — La tradición dice que hay que lanzar al Jonás por la borda.

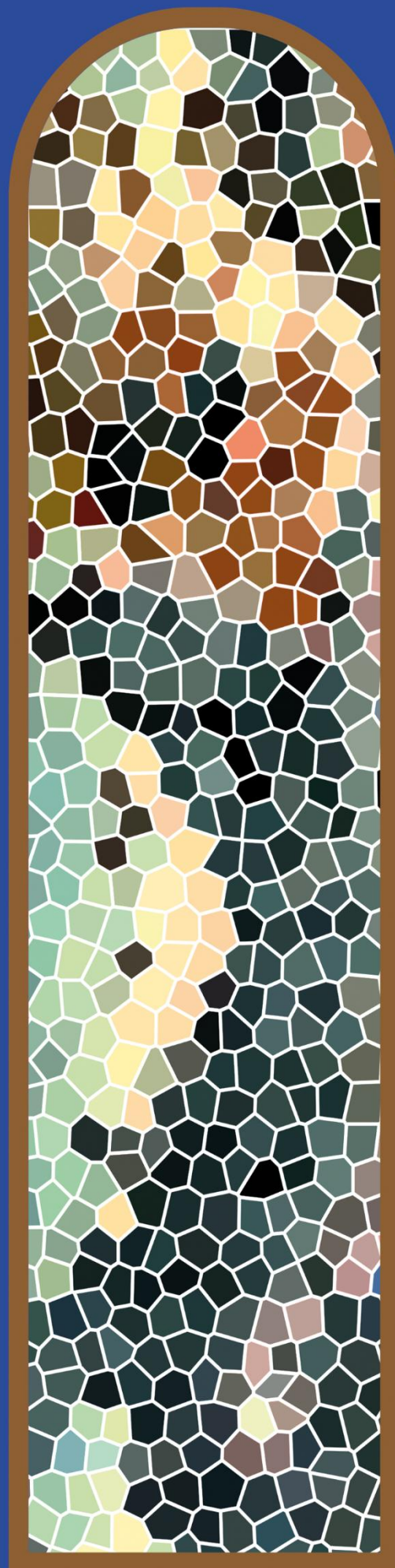
Mi nieto fregaba en segundo plano fascinado, como si estuviera presenciando un documental.

— Ahora bien — añadí — ¿qué pasaría si decidiéramos lanzarte por esa puerta? — Coral no parpadeó.

— ¿Te lo digo? — respondió, con una calma casi ofensiva — este sumergible implosionaría por la diferencia de presión y moriríamos todos. — todos rieron. No era alegría. Sino esa forma tan humana de celebrar cuando te han ganado la partida, pero aún te queda una última copa.

Y entonces, como si el propio océano hubiese decidido responder a mis plegarias, el cuerpo de la chica se venció sobre la mesa. Coral se desplomó de golpe en un mareo seco y definitivo. El silencio duró exactamente lo que tarda un ser humano en entender que algo ya no es anecdótico. Después llegó la histeria.

En medio de todo aquello, el Dr. Otto, fiel a su propia liturgia de indiferencia, sacó otro cigarrillo. El segundo.



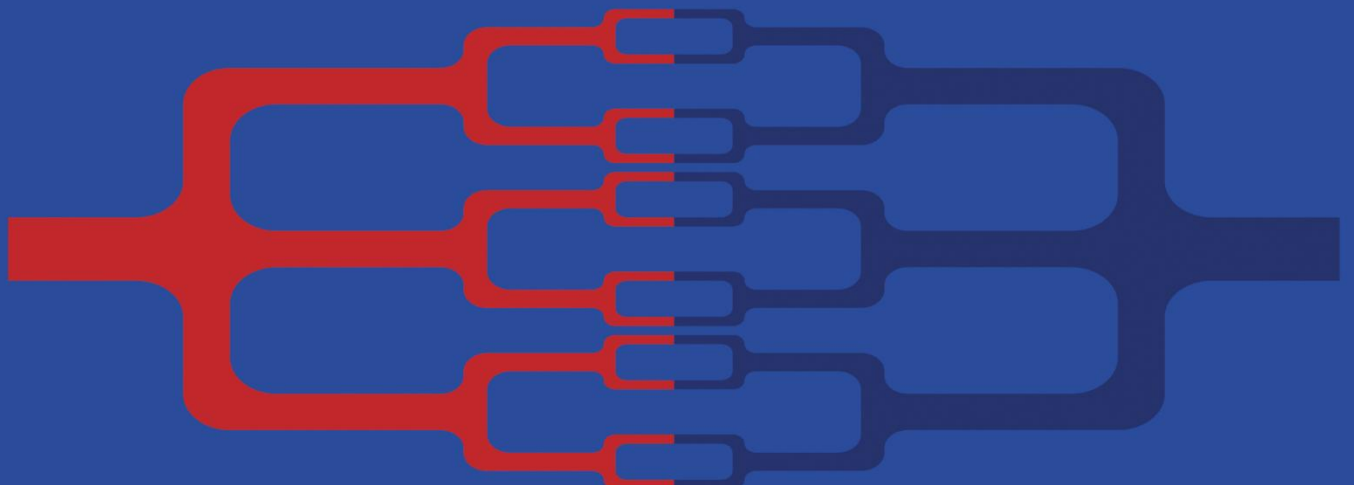


EL
DEL

LIMITE
CORA
ZON

El corazón de una ballena azul puede alcanzar dimensiones difíciles de imaginar: pesa más de cien kilos y puede tener un tamaño comparable al de un coche pequeño. Sus latidos, lentos y profundos, recorren un cuerpo gigantesco en el que cada bombeo impulsa enormes volúmenes de sangre. Podría parecer lógico pensar que, cuanto más grande es el animal, más grande podría ser su corazón sin limitaciones. Sin embargo, la realidad es mucho más interesante: incluso en estos gigantes del océano, el corazón tiene un tamaño máximo que no puede sobrepasar. Para entender por qué existe este límite, hay que pensar en el corazón como una bomba que no solo debe ser potente, sino también rápida. No basta con mover mucha sangre; debe hacerlo en el momento adecuado y con la frecuencia necesaria. Y aquí es donde entran en juego las ballenas y su peculiar forma de vivir. Cuando una ballena se sumerge, su organismo entra en un modo de ahorro extremo. El ritmo cardíaco disminuye notablemente, un fenómeno conocido como bradicardia, que permite conservar oxígeno durante largos periodos bajo el agua. Es una estrategia muy eficiente: el cuerpo reduce su actividad y estira al máximo sus reservas.

Pero todo cambia cuando el animal asciende a la superficie. En ese momento necesita oxigenarse con rapidez, y su corazón debe responder aumentando bruscamente la frecuencia de latido, entrando en una fase de taquicardia. Este cambio repentino entre un ritmo muy lento y uno muy rápido es clave para entender el límite superior del tamaño del corazón. Si el corazón fuese aún más grande, tendría un problema fundamental: no le daría tiempo a llenarse completamente de sangre entre latido y latido cuando necesita acelerarse. Un corazón enorme implica cavidades muy amplias, y llenar esas cavidades requiere tiempo. Si el ritmo cardíaco aumenta demasiado deprisa, el llenado se vuelve incompleto y cada latido pierde eficacia. En lugar de ser una ventaja, un corazón más grande se convertiría en un obstáculo. Así, el corazón debe encontrar un equilibrio muy preciso entre tamaño y velocidad. Tiene que ser lo suficientemente grande como para mover grandes cantidades de sangre, pero no tanto como para impedir un llenado rápido cuando el organismo lo necesita. Incluso en los animales más grandes del planeta, donde todo parece desproporcionado, el corazón sigue sujeto a unas reglas.



¿QUE DICEN LOS DELFINES?

LENGUAJE DELFIN UNA IA PARA
TRAADUCIRLOS Y OUDAS SOBRE
SI QUEREMOS ESCUCHARLOS

INTRODUCCIÓN

En el océano habita una especie que, a lo largo de la historia, ha sido comparada con nosotros. Y quizás estemos más cerca que nunca de poder charlar con ella. Los delfines — mamíferos de extraordinaria complejidad cognitiva, con estructuras sociales que recuerdan a las nuestras y un papel crucial como centinelas del estado del océano — llevan décadas fascinando a la ciencia.

Ahora, la inteligencia artificial podría estar abriendo una puerta inédita: la comunicación entre especies. De entre las más de 90 especies de cetáceos, la que concentra mayor atención científica es *Tursiops truncatus*, el delfín mular o nariz de botella. Probablemente es el que viene a tu mente al pensar en un delfín: gris, sonriente, saltarín. Pero lo que lo hace verdaderamente especial para los biólogos marinos no es su carisma, sino una combinación de aprendizaje vocal sofisticado, inteligencia social y adaptabilidad evolutiva sin par. Es, en cierta forma, el “humano” del mundo delfín.

EL MUNDO DELFÍN

Un delfín es un prodigio biológico: depredador de sangre caliente con un cerebro hiperdesarrollado, respiración consciente, sonar biológico de precisión milimétrica, y piel autolubrificante. Cada uno de estos rasgos tiene implicancias en cómo se comunica.

No tienen orejas externas, ni nervio olfativo, ni lóbulos olfativos: su mundo sensorial está dominado por el sonido. Su sistema de ecolocalización — el biosonar — funciona a través del melón, un órgano graso en la

frente que actúa como lente acústica. El delfín genera clics de alta frecuencia en sus fosas nasales; el melón enfoca esos sonidos en un haz direccional, como una linterna sónica. Luego, la grasa de su mandíbula inferior vibra y conduce el eco directamente a su oído interno. ¡Una maravilla!

Dato clave: Mientras el oído humano percibe hasta ~ 20 kHz, los delfines operan de forma rutinaria entre 1 kHz y 150 kHz — el espectro ultrasónico. Por eso su estudio requiere equipos especializados y análisis visual de espectrogramas.

Y como si todo esto fuera poco: nunca duermen. Dado que cada respiración es un acto consciente, dormirse por completo significaría ahogarse. Su solución evolutiva es el sueño unihemisférico: descansan un hemisferio cerebral a la vez, manteniendo el otro activo para respirar y vigilar depredadores.

VOCALIZACIONES: ¿UN LENGUAJE?

El repertorio acústico de *Tursiops truncatus* se divide en dos grandes categorías: los silbatos tonales y las señales pulsadas. Dentro de estas últimas se incluyen los clics de ecolocalización, los burst - pulsos (ráfagas de pulsos en contextos de agresión o interacción social) y los feeding buzzes (trenes rápidos de pulsos durante la captura de presas).

Quizás el hallazgo más llamativo para el público general sea el de los silbatos de firma: una identidad acústica única que cada delfín aprende de su madre y mantiene estable durante toda la vida. Son, en esencia, sus nombres. Pero el nivel de sofisticación va

más allá: cuando dos delfines mulares forman una alianza estrecha, aprenden a imitar el silbato del otro. No solo lo reconocen — lo producen. Es como si pudieras llamar a tu amigo reproduciendo exactamente su propia voz.

Esta capacidad de aprendizaje vocal — adquirir y modificar sonidos a partir de la experiencia — es extremadamente rara en el reino animal y es uno de los requisitos previos que los lingüistas consideran necesarios para el lenguaje complejo.

POLÍTICA, EMPATÍA Y CONFLICTO

Los delfines mulares viven en sociedades de fisión - fusión: grupos que se separan y reúnen constantemente, con alianzas estratégicas en múltiples niveles. Se han documentado coaliciones de primer, segundo y tercer orden — grupos que cooperan para defender recursos o acceder a hembras — en una estructura de política social que los investigadores comparan con la nuestra.

Las vocalizaciones acompañan y refuerzan estas dinámicas. Por ejemplo, los delfines con vínculos débiles se esfuerzan más por sincronizarse — acústica y físicamente — para “reparar” su alianza, como si se esforzaran por “hacerse amigos”. También se han documentado cambios drásticos en el repertorio acústico ante situaciones de estrés: silbatos de duración inusual, llamadas “aberrantes” asociadas a alta excitación emocional, y vocalizaciones sincronizadas (squawks) para coordinar ataques. El conflicto, en los delfines, es una actividad emocionalmente cargada y altamente organizada.

También se han observado conductas alopARENTALES — individuos que cuidan crías que no son suyas — y comportamientos de contacto afiliativo (caricias, roces), forman verdaderas comunidades, con códigos sociales visibles. Y hay algo más, la capacidad de comprender el rol del otro en una tarea cooperativa es un pilar de la empatía, y los delfines mulares lo han demostrado, al menos, en condiciones experimentales controladas.

DOLPHINGEMMA: ¿EL PRIMER PASO HACIA LA TRADUCCIÓN?

En 2025, Google lanzó DolphinGemma, un modelo de inteligencia artificial desarrollado en colaboración con el Wild Dolphin Project (WDP) y el Georgia Institute of Technology. Es la herramienta más ambiciosa desarrollada hasta la fecha para analizar, modelar e imitar los patrones de comunicación de los delfines.

Pero para ser precisos, DolphinGemma no es un traductor. No hay un “Google Translate” que convierta un silbido en “mira, un pez grande”. El lenguaje de los delfines — si es que existe como lo concebimos — sigue sin descifrarse. Lo que el modelo hace es identificar estadísticamente qué sonidos tienden a

co-ocurrir o en qué contextos aparecen: detecta patrones, no significados.

El verdadero avance es que por primera vez, es posible construir un modelo interactivo de comunicación: predecir y responder dentro de un conjunto cerrado de sonidos en contextos definidos. Es el primer paso hacia una “conversación” rudimentaria entre especies.

Más allá de los delfines, los modelos entrenados para comprender señales no lineales, ultrasónicas y variables en contexto tienen aplicaciones en el análisis de señales sísmicas, astronómicas, y posiblemente en la interpretación de patrones cerebrales humanos (EEG). La ciencia básica y la aplicada rara vez están tan entrelazadas.

Pero vale la pena pensar, ante la posibilidad de un software que nos permita entender mejor lo que “dicen”, los delfines.

“¿Qué pasaría si descubriéramos que los delfines hablan de sus muertos, sus alianzas y su miedo al mar que se calienta?”

¿QUEREMOS ESCUCHARLOS?

Si los delfines tienen un sistema de comunicación rico — aún sin descifrar, posiblemente sin gramática como la nuestra — la pregunta no es solo técnica. Es: ¿cómo piensan? ¿En imágenes sónicas? ¿En emociones? ¿Existen pensamientos complejos sin palabras humanas?

Y si los descifrasemos, ¿qué nos dirían? ¿Habrían de sus muertos, de sus alianzas, del mar que se calienta? ¿Querrían hablar con nosotros? ¿Podríamos soportar lo que tienen para decir sobre lo que hacemos con el océano?

Y quizás la ciencia aún sin haber llegado a ese punto debe comenzar a dialogar con la filosofía, con la sociedad y con la política. Porque

La comunicación interespecie no es solo un logro tecnológico. Es una pregunta ética que apenas estamos empezando a formular.

Las herramientas existen — o están en camino. El monitoreo acústico pasivo (PAM), los dtags multisensores, las balizas biomiméticas para evitar capturas accidentales (bycatch) y ahora los modelos de IA nos acercan a una especie que lleva millones de años perfeccionando un sistema sensorial y social que apenas comenzamos a comprender. La pregunta ya no es solo si podemos escucharlos. Es si estamos listos para hacerlo. Lo que si podemos hacer hoy es seguir asombrándonos con esta especie marina que nos sigue generando preguntas, sobre ellos y sobre nosotros.

@ENEMAGALI [INSTAGRAM]

@NADIAMAGALL [SUBSTACK]

NADIA MAGALI R. [LINKEDIN]

LA CONQUISTA DEL OCEANO

Hoy resulta difícil imaginar que los gigantes del océano, como las ballenas, descienden de pequeños mamíferos terrestres. Sin embargo, la historia evolutiva de los cetáceos constituye uno de los ejemplos mejor documentados de transición entre medios: un linaje que abandonó la tierra firme para colonizar de nuevo el océano. Este proceso no fue repentino, sino el resultado de una serie de cambios graduales que comenzaron hace aproximadamente 50 millones de años, a partir de un grupo de mamíferos terrestres: los **artiodáctilos**, un grupo diverso de mamíferos caracterizados por presentar un número par de dedos en sus extremidades. Dentro de este grupo se incluyen formas actuales como los hipopótamos, cerdos, camellos, ciervos, jirafas, antílopes y bovinos. La evidencia molecular y fósil ha demostrado que los parientes vivos más cercanos de los cetáceos son los hipopótamos, lo que sitúa el origen de las ballenas dentro de este grupo de mamíferos terrestres. Estos primeros antepasados eran animales plenamente adaptados a la vida en tierra, aunque probablemente ya explotaban ambientes cercanos al agua, lo que habría facilitado el inicio de la transición hacia el medio acuático.

Los **Pakicetidae** representan uno de los primeros eslabones en esta transición. Eran mamíferos terrestres con apariencia similar a la de un cánido, pero con características clave que los vinculan a los cetáceos, especialmente en la estructura del oído interno, adaptada a la percepción del sonido en el agua. Aunque aún caminaban sobre tierra firme, se cree que habitaban zonas ribereñas y comenzaban a explotar recursos acuáticos.

El siguiente paso evolutivo lo encontramos en **Ambulocetus**, cuyo nombre significa literalmente “ballena que camina”. Este animal presentaba adaptaciones tanto terrestres como acuáticas, con

extremidades robustas capaces de soportar su peso en tierra, pero también útiles para nadar mediante movimientos ondulatorios similares a los de un cocodrilo. Su cuerpo alargado y su probable estilo de vida semiacuático reflejan una transición clara hacia el medio acuático.

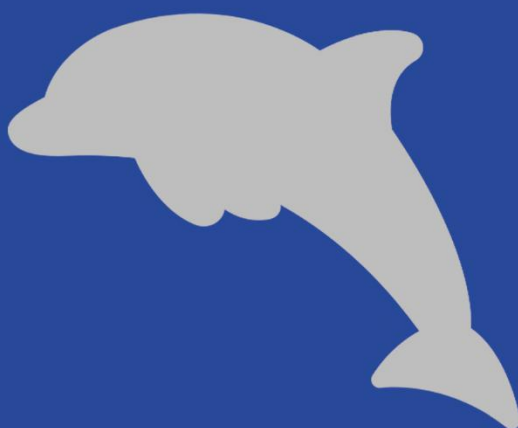
Con **Remingtonocetus**, la dependencia del medio acuático se acentúa. Este grupo presenta un cuerpo más hidrodinámico y extremidades reducidas, lo que sugiere una locomoción principalmente acuática. Además, el desplazamiento de las fosas nasales hacia posiciones más dorsales indica una adaptación progresiva a la respiración en superficie sin necesidad de emerger completamente.

Los **Protocetus** representan una fase clave en la colonización del océano. Estos cetáceos ya estaban ampliamente distribuidos y mostraban una gran diversidad de formas. Aunque todavía conservaban cierta capacidad para moverse en tierra, su anatomía indica una vida mayoritariamente acuática. En este punto, la pelvis comienza a desacoplarse de la columna vertebral, reduciendo la funcionalidad de las extremidades posteriores y favoreciendo una locomoción basada en la cola.

La transición culmina con formas como **Basilosaurus** y **Dorudon**, considerados cetáceos completamente acuáticos. En ellos, las extremidades posteriores están extremadamente reducidas y ya no cumplen una función locomotora, mientras que la propulsión depende de una potente cola con aleta caudal. El cuerpo adquiere una forma fusiforme altamente eficiente para el desplazamiento en el agua.

Además, el desplazamiento de las fosas nasales hacia la parte superior del cráneo da lugar al espiráculo, una de las características más distintivas de los cetáceos

[...]



HISTORIA EVOLUTIVA DE LOS OCEANOS

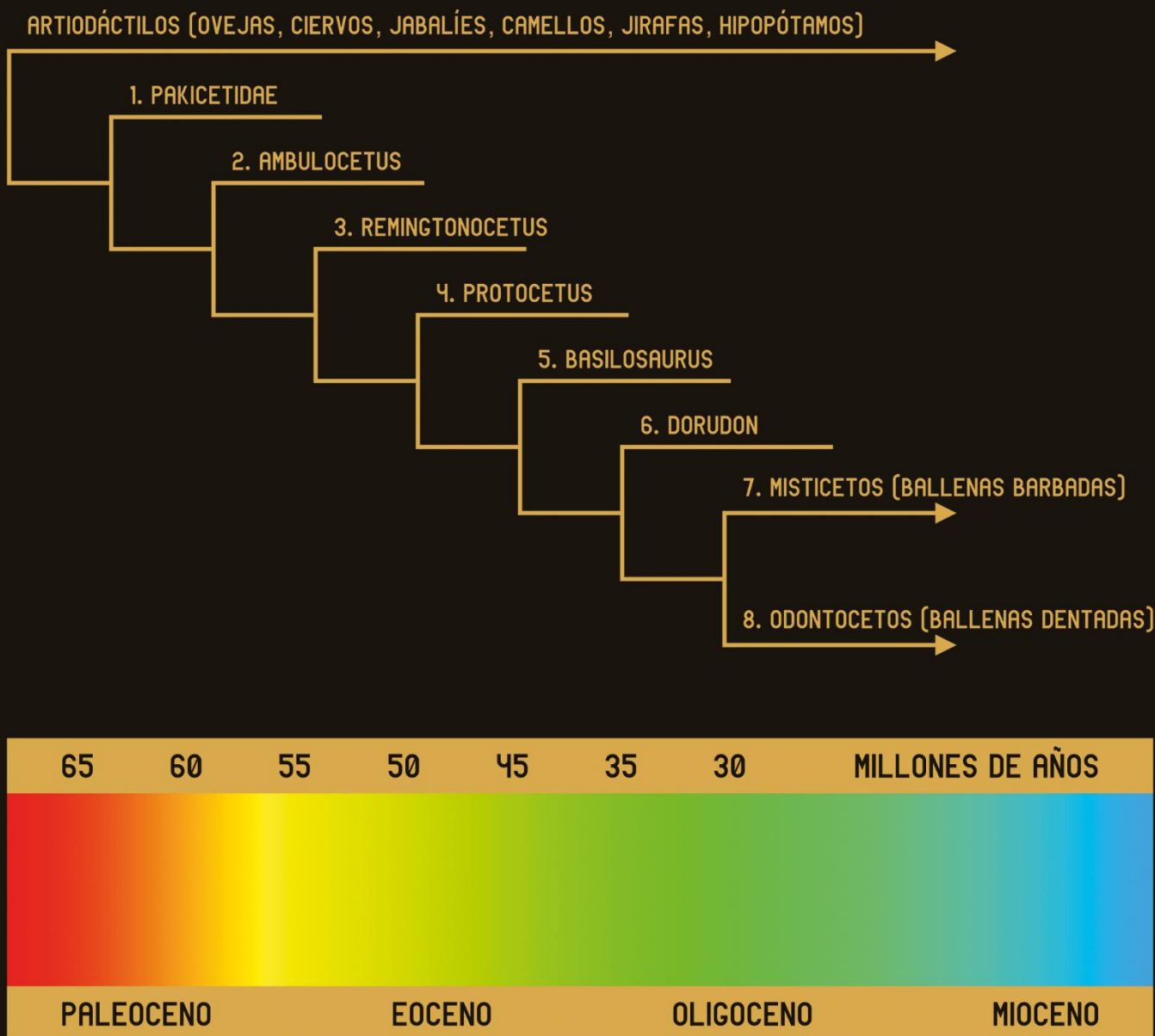
[...]

actuales. Estos organismos ya no podían desplazarse por tierra, lo que indica una adaptación total al medio marino.

A partir de estos cetáceos primitivos surgieron los dos grandes clados actuales. Por un lado, los **odontocetos** (cetáceos con dientes), que incluyen delfines y cachalotes. Estos animales desarrollaron una de las adaptaciones más sofisticadas del reino animal: la ecolocalización, un sistema basado en la emisión y recepción de sonidos que les permite orientarse y localizar presas en ambientes acuáticos. Por otro lado, los **misticetos** (ballenas con barbas), que sustituyeron

los dientes por estructuras filtradoras de queratina. Este cambio permitió la explotación de recursos como el krill mediante alimentación por filtración, lo que favoreció la evolución de tamaños corporales gigantescos.

La historia de los cetáceos no es solo la de una adaptación, sino la de un “regreso” evolutivo al agua. Partiendo de ancestros terrestres, este linaje fue adquiriendo progresivamente características que les permitieron explotar un nuevo nicho ecológico hasta convertirse en algunos de los animales más especializados del planeta.



HISTORIA EVOLUTIVA DE LOS OCEANOS

MONSTRUOS MARINOS

Hubo un tiempo en el que los océanos no eran ese azul aparentemente tranquilo que imaginamos hoy, sino un escenario mucho más hostil y desmesurado, poblado por criaturas cuyo tamaño desafía incluso nuestra imaginación moderna; un lugar donde cada era tuvo sus propios gigantes, distintos entre sí pero igual de impresionantes.

Mucho antes de los dinosaurios, en los mares del Devónico, nadaba *Dunkleosteus terrelli*, un pez acorazado que podía alcanzar entre 8 y 10 metros de longitud, aproximadamente un autobús urbano. Poseía una cabeza cubierta por placas que funcionaban como una armadura y una mandíbula sin dientes pero equipada con cuchillas óseas capaces de triturar presas con una fuerza comparable a la de algunos de los mayores depredadores actuales. Su cuerpo era pesado, compacto, más pensado para embestir que para perseguir, dominando mares cálidos y poco profundos en un mundo que nada tenía que ver con el actual y que desaparecería mucho antes de que surgieran otros gigantes.

Millones de años después, durante el Mesozoico, los océanos cambiaron radicalmente y se llenaron de formas completamente distintas: entre ellas, los ammonites gigantes como *Parapuzosia seppenradensis*, cuya concha enrollada podía superar los 2 metros de diámetro, algo así como una rueda de coche pero viva, flotando o desplazándose lentamente en la columna de agua mientras extendía sus tentáculos para capturar pequeñas presas, en mares donde compartían espacio con algunos de los depredadores más espectaculares que han existido jamás. En ese mismo escenario aparecieron los grandes reptiles marinos: los ictiosaurios, con cuerpos hidrodinámicos de hasta 10 - 15 metros, similares a delfines sobredimensionados pero con ojos enormes adaptados a la caza en profundidad; los plesiosaurios, cuyo cuello podía medir hasta 7 metros, como si una serpiente emergiera de un cuerpo ancho y compacto impulsado por cuatro aletas que remaban con una sincronía casi hipnótica; y los mosasaurios, que podían superar los 15 metros, comparables en longitud a un camión articulado, con cabezas gigantescas llenas de

dientes cónicos y afilados, acechando como auténticos depredadores ápice en océanos abiertos de distribución global. Todos ellos coexistieron en los mares mesozoicos, formando ecosistemas complejos que desaparecieron de forma abrupta hace 66 millones de años, dejando tras de sí solo un tenue recuerdo en los actuales cocodrilos marinos, los únicos reptiles que hoy mantienen cierta relación con el medio oceánico, aunque limitados a zonas costeras y muy lejos del dominio absoluto de sus antiguos parientes.

Mucho más tarde, ya en el Cenozoico, cuando los océanos estaban dominados por mamíferos marinos, apareció uno de los depredadores más icónicos de todos los tiempos: el megalodón, *Otodus megalodon*, un tiburón que podía alcanzar entre 15 y 20 metros de longitud, comparable a un vagón de tren, con una boca lo suficientemente grande como para engullir a un ser humano entero sin esfuerzo y dientes del tamaño de una mano adulta, distribuyéndose por prácticamente todos los océanos del planeta y cazando ballenas, lo que lo convierte en uno de los mayores depredadores que han existido.

Lo fascinante de todos estos gigantes no es solo su tamaño, sino el hecho de que rara vez coincidieron en el tiempo: *Dunkleosteus* pertenece a un mundo mucho más antiguo, los ammonites gigantes y los reptiles marinos compartieron los mares del Mesozoico, mientras que el megalodón apareció mucho después, en un océano completamente distinto, ya sin reptiles gigantes pero lleno de mamíferos marinos; una sucesión de "relevos" evolutivos donde distintos grupos — peces, moluscos, reptiles y finalmente mamíferos — alcanzaron tamaños descomunales aprovechando las ventajas del medio acuático, como la flotabilidad, la abundancia de recursos y la eficiencia en la locomoción.

Así, el gigantismo marino no es una excepción, sino una constante en la historia de la vida: cada época tuvo sus propios colosos, y aunque ninguno de ellos sigue hoy entre nosotros, su legado persiste en la idea, casi inevitable, de que en el océano siempre hay espacio para lo gigantesco.



Quarto Acto

"Pélagos"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 48

La luz llegaba cansada, como si hubiera tenido que arrastrarse por todo el océano antes de alcanzarnos. El tenue y lejano destello solar atravesaba los cristales empañados del Aplysia como la luz que se filtra por una vidriera. Ya más de uno había caído en la cuenta de ese estrecho parecido, por lo que el sumergible pasó a apodarse cariñosamente como "La Catedral". Así pues, nos enfrentábamos a otro día más a bordo de La Catedral; otra vez, con malas noticias.

La caída de la namibiana no tuvo aviso. Ningún temblor previo, ninguna señal que permitiera anticiparlo. Simplemente ocurrió, como ocurren muchas cosas en la naturaleza: un cuerpo que deja de sostenerse y cede. Golpeó el suelo de hojalata con un sonido seco. Después vino la sangre, extendiéndose con lentitud, ocupando el espacio como si siempre hubiera estado destinada a hacerlo.

Mi nieto quedó estático con la pobre Orisa entre los brazos y haciendo un esfuerzo titánico por no llorar. Todo porque antes de embarcar en Japón le advertí que los marineros eran hombres curtidos y rudos que jamás derramaban una lágrima. Ahora lo veía cumplir esa orden absurda como un cachorro que todavía cree que las normas son inquebrantables.

En fin, la moral de mi tripulación está por los suelos; estamos repartiendo pastillas de biodramina, partiéndolas en cuartos con la misma navaja con la que he estado abriendo ostras y percebes durante todo el viaje. Nadie dijo nada. A estas alturas, la supervivencia ya no entiende de protocolos.

Creo que implementaré un sistema de mesa redonda: nos sentaremos todos a hablar, al más puro estilo de Alcohólicos Anónimos, sobre lo que nos espera, la vida que llevamos y lo que hemos dejado atrás. Sí, en ese orden. Es crucial que sea exactamente en ese orden. Porque incluso en un grupo como este, mirar demasiado pronto hacia lo perdido es la forma más rápida

de quebrarse.

El cándido serpenteaba entre las dunas con el hocico clavado en la arena. Cada sacudida breve de su nariz era una pregunta lanzada al mundo, y el mundo respondía en olores. Aquella playa le pertenecía en la medida en que la conocía; sabía de la carne abierta de los moluscos, de la madera hinchada por la sal, del rastro seco del coco, del crudo que manchaba, del plástico sin vida. Todo eso formaba un mapa estable. Los espasmódicos movimientos de su olfateo le permitieron identificar un olor que no era el habitual. Aquello era olor a humano. A cría de humano.

La obsesión de su amo tenía un único objetivo: el ámbar gris. Aquella sustancia no es más que una secreción biliar que se produce en los intestinos de los cachalotes. Cuando estos engullen calamares gigantes, sus estómagos no pueden digerir los afilados picos de queratina de sus presas. Para proteger las delicadas paredes de sus tripas de sufrir desgarros mortales, el intestino del cetáceo segrega una pasta densa que envuelve los picos. Finalmente, el animal la expulsa al océano.

Es ahí donde ocurre el milagro. El mar, que posee la magia de transmutar lo infame, somete a esa fétida sustancia oscura a un largo bautismo de agua salada, sol y corrientes durante años, a veces décadas. El oleaje oxigena la masa hasta convertirla en una piedra flotante de consistencia cérea y un aroma exquisito. El ámbar gris madurado es el Santo Grial de la alta perfumería: posee un olor almizclado, terroso, cálido y profundamente marino que tiene la propiedad única de fijar los aromas en la piel humana para que no se evaporen. Una reliquia de los fondos marinos cotizada en más de 50.000 dólares el kilo.

Como el animal humano es tan codicioso pero tan desprovisto de olfato, diseñó una solución. Al igual que se hace con los cerdos y las trufas, el hombre esclavizó a jaurías de perros con un instinto prodigioso para seguir el

rastros de la cera entre las dunas donde veranean los cetáceos.

Sin embargo, aquella misión secundaria le enseñó al cándido que para buscar humanos no basta el olfato, sino también el oído, un sentido que el astuto bodeguero mestizo tenía más que entrenado. El viento le trajo un sonido débil, quebrado, como de algo que aún no sabía existir del todo. Siguiendo un leve quejido, dio con ella: una cría de humano, hembra, que lloriqueaba sobre la arena envuelta en unos paños burdos.

Sus progenitores debieron haberla abandonado a la ventura de las mareas. Y qué fortuna que aquel portentoso animal la encontrara; de haber transcurrido un par de horas más, la pleamar se habría llevado sus pequeños huesos a lo más profundo del océano.

Cuando el perro marcó la posición con un severo ladrido, todos acudieron al instante. No solo la jauría, sino también su dueño. El hombre, al ver que el perro no había dado con el ansiado ámbar gris, levantó su vara con la intención de castigarlo en los cuartos traseros, pero se detuvo en seco. El

hoscó y rudo capataz supo ver que aquella vida podía valer más que cualquier desecho biliar de ballena. En su casa no había sitio. Diez bocas ya exigían alimento, y aquella no tendría lugar.

La niña era pelirroja, con el rostro salpicado de pecas y unos ojos de un azul eléctrico; un aspecto tan extravagante que sin duda llamaría la atención de los marineros quienes buscaban mano de obra barata. No tardó en cambiar de manos.

Nadie a bordo disponía de tiempo para criarla con ternura. Creció en un entorno hostil donde, a falta de cuna, la criatura dormía sobre montones de sardinas y bacalaos. Siendo la única mujer a bordo, tuvo que lidiar con los centenares de hombres que pisaron la cubierta de aquel barco a lo largo de los años, y ellos, inevitablemente, tuvieron que lidiar con ella. En ese intercambio, ella asimiló las duras lecciones de la vida en alta mar, y los rudos marineros aprendieron a humanizarse un poco a través de sus ojos. Acumuló una experiencia madura rodeada de vida marina, no solo de la muerta y destripada en redes, sino de





la que latía vivita y coleante en el agua, desarrollando un entusiasmo místico por el océano y los misterios que ocultaba. La llamaron Coral, por ese rojo vivo y tintineante que rompía con el gris del barco.

El relato llegó a su fin, provocando que los presentes bajaran la mirada en un gesto de mudo asentimiento.

– La primera vez que me topé con Coral – continué – no era más que una bibliotecaria huraña y antipática que se dedicaba a coleccionar crónicas sobre la biología marina. Este viaje era justo el revulsivo que le hacía falta para regresar al océano, el ecosistema donde se originó y formó su ser – me dejó atónito escuchar de mis propios labios un veredicto tan definitivo y, a la vez, cargado de tanto lirismo.

– Resulta irónico; el océano debió haberle reclamado el alma antes de que cumpliera los dos años. Supongo que hoy se ha cobrado una vieja cuenta – intervino el doctor Otto, quebrando la magia del instante con el humo de su cigarro, el tercero – ¿Y qué me dices de

la otra? – inquirió, mientras sostenía el pitillo entre los labios y apuntaba con la barbilla hacia Orisa.

– El verdadero valor de Orisa radica en que se lanzó de cabeza a nuestra odisea sin vacilar un segundo – afirmé, contemplando su único ojo fijo, desorbitado y desprovisto de cualquier chispa vital.

– Tampoco es que tuviera alternativa, habría perecido de todos modos – comentó Otto. Cruzamos una mirada cargada de ironía antes de que añadiera – Bueno, me refiero a que la habrían despedazado las bestias. Esto, al menos, es un final más decoroso.

El pasado de Orisa seguía siendo un misterio para el grupo, aunque su biografía estaba esculpida en los abalorios de sus rastas. Camarón y ella solían decorar esas cuentas con henna, plasmando siluetas difusas de vegetación acuática y criaturas del mar. En ese momento, una nueva silueta rojiza y abstracta comenzaba a teñir el suelo, grabada con un tinte infinitamente más valioso que la henna: hemoglobina.

Nieve marina

Bajo la superficie del océano, lejos de la luz y del ruido del mundo de arriba, cae una nevada constante. No es blanca, ni fría, ni silenciosa en el sentido que imaginamos. Su función es cubrir lentamente el fondo con una lluvia incesante de materia. A este fenómeno se le conoce como nieve marina, y aunque su nombre suene poético, lo que desciende no son copos, sino restos de vida. Fragmentos de algas microscópicas, excrementos de animales diminutos, cadáveres de organismos, mucosidades y partículas orgánicas que, juntas, forman agregados que se hunden lentamente desde las capas superficiales del océano, hasta los fondos abisales.

Todo comienza en la superficie, donde llega la luz del sol. Allí viven organismos microscópicos como las diatomeas y los cocolitofóridos, dos tipos de fitoplancton, es decir, "plantas" marinas microscópicas que realizan fotosíntesis, igual que las plantas terrestres. Las diatomeas están recubiertas por una especie de "caja" de sílice (como vidrio), mientras que los cocolitofóridos poseen pequeñas placas de carbonato cálcico, como si fueran armaduras calcáreas diminutas. Estos organismos forman la base de la cadena alimentaria marina: son consumidos por pequeños animales, que a su vez son comidos por otros mayores, y así sucesivamente. Pero no todo lo que se produce en la superficie se queda allí. Una parte importante de esa materia orgánica muere, se fragmenta o es expulsada en forma de desechos, y comienza su

descenso. Ese descenso es lento, pero constante. La nieve marina actúa como una especie de cinta transportadora vertical que conecta la superficie con las profundidades. A medida que cae, va siendo consumida por organismos que habitan en la columna de agua, de modo que solo una pequeña fracción alcanza realmente el fondo. Aun así, esa pequeña fracción es suficiente para sostener ecosistemas enteros en lugares donde la luz nunca llega y la fotosíntesis es imposible. En las profundidades del océano, la vida depende casi exclusivamente de esta lluvia de materia orgánica. Sin embargo, no toda la materia que cae es microscópica. A veces, lo que desciende es un cuerpo enorme. Cuando una ballena muere, su cadáver se hunde lentamente hasta el fondo marino, donde se convierte en lo que los científicos llaman un whale fall. Estos eventos son auténticos banquetes para las profundidades. Un solo cuerpo puede alimentar comunidades enteras durante años o incluso décadas. Primero llegan los carroñeros grandes, como tiburones y peces, que consumen los tejidos blandos. Después, otros organismos más pequeños aprovechan lo que queda. Finalmente, incluso los huesos son colonizados por bacterias especializadas que extraen energía de los compuestos orgánicos atrapados en su interior. Alrededor de estos restos se forman ecosistemas complejos, con especies que no se encuentran en ningún otro lugar. Son, en cierto modo, oasis de vida en un desierto oscuro.

La nieve marina cumple además una función crucial en el sistema climático del planeta. Al transportar carbono desde la superficie hacia las profundidades, ayudan a retirar dióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera. Este proceso se conoce como bomba biológica de carbono. Cuanto más eficiente es este transporte, más carbono queda almacenado en el océano profundo, reduciendo así la cantidad de CO_2 en la atmósfera y, por tanto, el calentamiento global. Pero este sistema no es inmune a los cambios. Investigaciones recientes sugieren que el calentamiento global está alterando las pautas de la nieve marina. El aumento de la temperatura del agua intensifica la estratificación de la columna de agua, es decir, dificulta la mezcla entre capas superficiales y profundas, lo que reduce el aporte de nutrientes a la superficie. Esto puede cambiar la composición del fitoplancton: disminuyen las diatomeas, y aumentan organismos más pequeños que generan partículas más finas y ligeras. Como resultado, la "nieve" se vuelve más lenta, más dispersa y más fácil de consumir antes de llegar al fondo. En otras palabras, menos carbono alcanza las profundidades y más permanece en las capas superiores, donde puede volver a la atmósfera.

Así, lo que parece una simple lluvia de restos microscópicos resulta ser uno de los mecanismos más importantes del océano. La nieve marina conecta mundos separados por kilómetros de agua, alimenta ecosistemas invisibles y regula el clima del planeta.

ARRECIFES DE HORMIGÓN

★ CONSERVACION

Durante décadas, cuando se hablaba de restaurar ecosistemas marinos, la imagen que venía a la mente era la de científicos trasplantando corales o protegiendo arrecifes naturales. Sin embargo, en los últimos años ha cobrado fuerza una solución mucho más simple y, a primera vista, poco elegante: arrojar bloques de hormigón al mar. Lo que podría parecer una ocurrencia improvisada es en realidad una estrategia de restauración ecológica cada vez más extendida. El principio es sencillo. Muchos fondos marinos degradados son auténticos desiertos biológicos compuestos únicamente por arena o sedimentos inestables.

En ausencia de superficies duras, algas, esponjas, moluscos, corales y otros organismos sésiles no pueden asentarse. Al introducir estructuras de hormigón se crea un nuevo sustrato sobre el que comienza una sucesión ecológica: primero llegan microorganismos y algas microscópicas, después invertebrados filtradores, y finalmente peces y

grandes depredadores atraídos por la abundancia de refugios y alimento. Con el tiempo, lo que empezó siendo un simple bloque gris acaba convirtiéndose en un auténtico arrecife artificial. La idea no es nueva, pero la ingeniería actual ha refinado enormemente el concepto. Ya no se trata simplemente de hundir escombros. Los módulos modernos

incorporan huecos, túneles, cavidades y texturas diseñadas específicamente para maximizar la colonización biológica. Un ejemplo reciente puede encontrarse en el Reino Unido, donde se han desplegado enormes cubos de hormigón ecológico para restaurar arrecifes de ostras prácticamente desaparecidos. Estas estructuras proporcionan una base estable sobre la que miles de ostras pueden fijarse y crecer, contribuyendo no solo a recuperar biodiversidad sino también a mejorar la calidad del agua, ya que una sola ostra adulta puede filtrar cientos de litros diarios. Quizá uno de los casos más conocidos sea el de

Indonesia, donde se han utilizado durante años estructuras semiesféricas de hormigón, popularizadas bajo nombres como reef balls o cúpulas arrecifales. Estas piezas perforadas imitan la complejidad tridimensional de un arrecife natural y permiten que corales, peces e invertebrados encuentren refugio. En regiones donde la pesca destructiva o el blanqueamiento coralino han devastado ecosistemas enteros, estas estructuras han servido como punto de partida para acelerar la recuperación de la vida marina. Aunque un bloque de hormigón nunca sustituirá completamente a un arrecife coralino maduro, sí puede

actuar como la semilla sobre la que comienza la reconstrucción ecológica. En España también existen ejemplos llamativos. En 2014 se instalaron frente a la playa de la Malvarrosa, en Valencia, tres grandes estructuras de hormigón de entre 18 y 20 toneladas situadas a unos 200 metros de la costa. El proyecto perseguía varios objetivos simultáneos: aumentar la

biodiversidad marina, favorecer la regeneración de la playa y crear un nuevo atractivo para el buceo recreativo. Las piezas fueron diseñadas con formas singulares, ánforas, aros olímpicos e incluso una recreación del Oceanográfico, para generar refugios y superficies de asentamiento para numerosas especies marinas. Apenas unos años después, los estudios

realizados mostraban una notable colonización por peces, pulpos, estrellas de mar y algas, transformando un fondo arenoso relativamente pobre en un pequeño oasis de biodiversidad. Más allá de atraer peces, estos arrecifes artificiales actúan como viveros para especies comerciales, reducen la energía de las olas, ayudan a estabilizar sedimentos y pueden contribuir a mitigar la erosión costera. De hecho, algunas propuestas actuales para proteger playas amenazadas por el cambio climático combinan arrecifes artificiales sumergidos con la restauración de dunas y otros ecosistemas costeros.

Quinto Acto

"Tocar Fondo"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 49

Con suerte, la agonía de estar en el punto de mira terminará pronto; la vida no puede ser una huida perpetua. Sin embargo, ese zumbido áspero y constante que reverbera por las arterias de La Catedral se ha adueñado de nuestra rutina; dicta el rumbo de cada charla y, al apagar las luces, se infiltra sin permiso en el tejido de nuestros descansos y delirios. *Beep Beeeep Beep Beep*

Desde la consola del sumergible, la pantalla de barrido parpadea con violencia, y un pitido agudo y rítmico rasga el silencio. La señal enemiga se reflejaba en nuestros monitores: el ejército no nos había perdido el rastro. *Beep Beep Beeeep*

Nos quedan apenas seis tanques de oxígeno comprimido, un margen que nos garantiza tres días más de vida bajo el agua, ni uno más. *Beep Beeeep Beep Beep*

Teniendo en cuenta que el viaje de ida ya nos consumió dos jornadas, la lógica dicta que para romper la superficie a tiempo deberíamos dar la vuelta ya mismo. *Beep Beep Beeeep*

Tras registrar a fondo los rincones de La Catedral, localizamos un botiquín huérfano y desamparado, con el material justo para reanimar a un solo tripulante. *Beeeep*

Sin embargo, nadie dudó en guardar esa única bala para mí: saben de sobra que soy el único capaz de domar los mandos de este submarino y guiarnos de vuelta a casa. *Beep*

El dinero y los problemas son dos variables que escalan siempre al mismo ritmo. *Beep Beep Beep*

Todavía guardo fresca en la memoria la noche en que salí victorioso de aquella subasta. Invertí hasta el último de mis céntimos en adquirir dos buques que hoy ya no me pertenecen. *Beeeep*

En su momento, desprenderme de todo ese dinero me hizo sentir extrañamente libre; arrastrar semejante fortuna encima se había convertido en una carga insufrible. *Beep Beep*

Al vaciar los bolsillos me hice un favor a mí mismo, o más bien, se lo hice a aquel

muchacho que se desplomaba limpiando la cubierta de un arrastrero cochambroso. Porque yo empecé ahí abajo, desincrustando la sangre reseca, las escamas podridas y las vísceras que los viejos marineros dejaban a su paso. Fregando los tablones de madera hasta sangrar por las uñas. Es justo en ese fango donde se gestan los peces gordos. *Beeeep Beeeep*

Aquel crío fantaseaba con sepultar a toda esa ruda tripulación bajo una montaña de billetes; lo que no imaginaba era que terminaría lográndolo, como tampoco sospechaba que el dinero se le escurriría entre los dedos en un abrir y cerrar de ojos. No tenía forma de saber que llegaría a mandar en sus propios barcos, dos navíos donde su palabra sería la ley indiscutible. O casi indiscutible. Pero, del mismo modo, ignoraba que tanto sus barcos como su dinero tendrían una fecha de caducidad muy corta. *Beeeep Beeeep Beeeep*

A pesar de todo, no hay espacio para el remordimiento. Es más, os animo a gastar vuestro dinero, siempre y cuando esa pérdida económica os revierta en una ganancia espiritual. *Beeeep Beeeep*

Creo que, a día de hoy, puedo afirmar con presunción que logré volverme asquerosamente rico atravesando bancos. Bancos de peces. *Beeeep Beeeep Beeeep*

Solo Dakuwaqa prestaba verdadera atención a mis palabras; la Hermana Celeste y el doctor Otto se limitaban a escuchar de soslayo, aunque este último solo parecía concentrado en que el cuarto pitillo se consumiera entre sus dedos, botando humo con cada respiración como una chimenea averiada. *Beep Beeeep Beep Beep*

La señal continúa. Yo siento que me escucha. En realidad, siempre tengo la certeza de que hay alguien más escuchando cuando hablo. *Beeeep*

De golpe, los pitidos en la consola cesaron. Un silencio sobrecogedor nos abrazó, con todas las terribles consecuencias que aquello auguraba.





CANGREJOS BOXEADORES

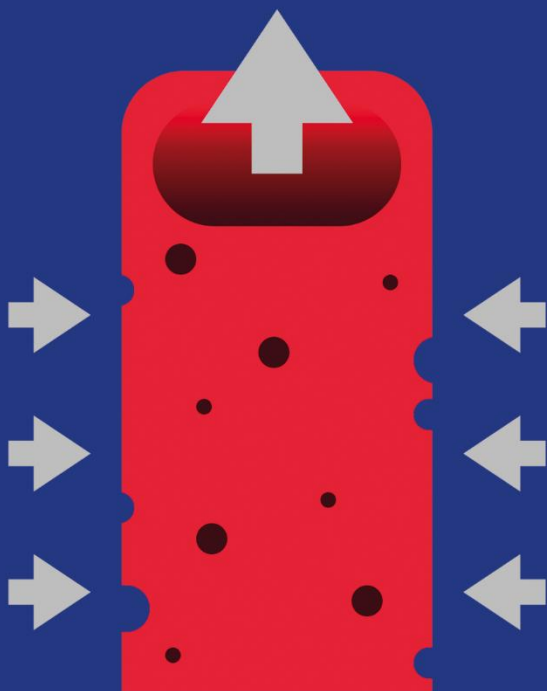
Hay animales que utilizan herramientas, otros que construyen refugios y algunos que incluso practican agricultura. Sin embargo, pocos resultan tan extravagantes como el llamado cangrejo boxeador o cangrejo pom - pom, un pequeño crustáceo tropical que ha convertido a dos anémonas de mar en auténticos guantes de combate. La imagen parece salida de una película de animación: un cangrejo del tamaño de una moneda levantando sus pinzas mientras agita dos diminutas anémonas como si estuviera disputando un combate de boxeo. Pero detrás de esta escena cómica se esconde una de las relaciones mutualistas más fascinantes del océano. Los cangrejos boxeadores pertenecen al género *Lybia*, dentro de la familia Xanthidae. La especie más conocida y estudiada es *Lybia tessellata*, distribuida por los arrecifes coralinos del océano Índico y el Pacífico tropical. A primera vista no parecen especialmente impresionantes, pero basta observar sus pinzas para descubrir qué los hace únicos.

En lugar de utilizar sus quelas para capturar alimento o defenderse, las pinzas de estos cangrejos se encuentran modificadas para sostener pequeñas anémonas marinas. Las especies exactas pueden variar según la región, aunque frecuentemente pertenecen a géneros como *Triactis* o *Bunodeopsis*. El cangrejo las mantiene firmemente sujetas durante toda su vida, agitándolas constantemente frente a posibles depredadores. Las anémonas poseen miles de células urticantes llamadas cnidocitos, diminutos arpones microscópicos cargados con toxinas capaces de inmovilizar presas o causar dolor a posibles atacantes. Cuando un pez intenta capturar al cangrejo, este levanta las anémonas y las mueve de forma amenazante. Aunque el tamaño de las anémonas es reducido, la combinación de toxinas y sorpresa suele resultar suficiente para disuadir a muchos depredadores. Es, en esencia, un sistema de defensa biológica portátil. La relación beneficia también a las anémonas. Mientras son transportadas por el arrecife obtienen acceso constante a nuevas fuentes de

alimento. Cada vez que el cangrejo captura pequeñas partículas orgánicas o restos de comida, fragmentos de estos terminan llegando a las anémonas. Además, el movimiento continuo aumenta el flujo de agua alrededor de sus tentáculos, mejorando la captación de nutrientes y oxígeno. Además de su función defensiva, las anémonas también ayudan en la alimentación. Cuando el cangrejo detecta partículas suspendidas en el agua, las captura utilizando movimientos rápidos de las anémonas y posteriormente transfiere el alimento hacia su boca. Así, las pequeñas criaturas urticantes actúan simultáneamente como escudos y redes de pesca.

Quizá el aspecto más sorprendente de esta asociación aparece cuando una de las anémonas se pierde. Los cangrejos boxeadores parecen ser plenamente conscientes del valor de sus "armas". Si conservan una sola anémona, son capaces de dividirla cuidadosamente en dos fragmentos. Cada fragmento regenera posteriormente las partes que faltan hasta convertirse en una nueva anémona completa. En otras palabras, el cangrejo actúa como una especie de jardinero o ganadero marino que multiplica deliberadamente sus organismos simbioses para mantener siempre una pareja funcional. Más extraordinario aún es que, en poblaciones naturales, muchas de las anémonas transportadas por distintos individuos presentan una diversidad genética muy reducida. Esto sugiere que podrían proceder de una misma anémona original que, a lo largo del tiempo, ha sido dividida repetidamente por distintos individuos, dando lugar a múltiples copias clonales que se han ido transmitiendo entre generaciones.

La utilización de organismos vivos como herramientas es relativamente rara en el reino animal. Existen ejemplos famosos como los pulpos que transportan conchas para construir refugios o algunos primates que emplean piedras para romper frutos. Sin embargo, el caso del cangrejo boxeador es singular porque la herramienta no es un objeto inerte, sino un ser vivo.



ESPONJAS CARNÍVORAS

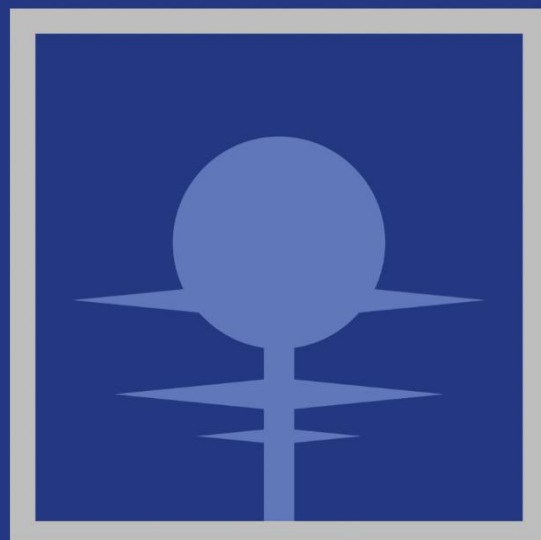
Si uno tuviera que describir una esponja marina sin pensar demasiado, probablemente diría que es uno de los animales más simples del océano. Y, en gran medida, no iría desencaminado. Las esponjas, pertenecientes al filo Porifera, llevan cientos de millones de años viviendo de una forma aparentemente sencilla: fijadas al sustrato, dejando pasar agua a través de su cuerpo y filtrando de ella diminutas partículas orgánicas, bacterias y microalgas. Su anatomía está diseñada para ello, con miles de poros por donde entra el agua y un sistema interno de canales que la distribuye, mientras células especializadas capturan el alimento. No cazan, no persiguen, no acechan; simplemente esperan. Pero como ocurre tantas veces en el océano, esa aparente simplicidad esconde excepciones fascinantes. En las profundidades marinas, allí donde la luz no llega y el alimento escasea, algunas esponjas han abandonado por completo este estilo de vida. Sin corrientes ricas en nutrientes que filtrar, quedarse quieto y esperar deja de ser viable, y así, ciertas esponjas han pasado de ser filtradoras pasivas a convertirse en auténticos depredadores.

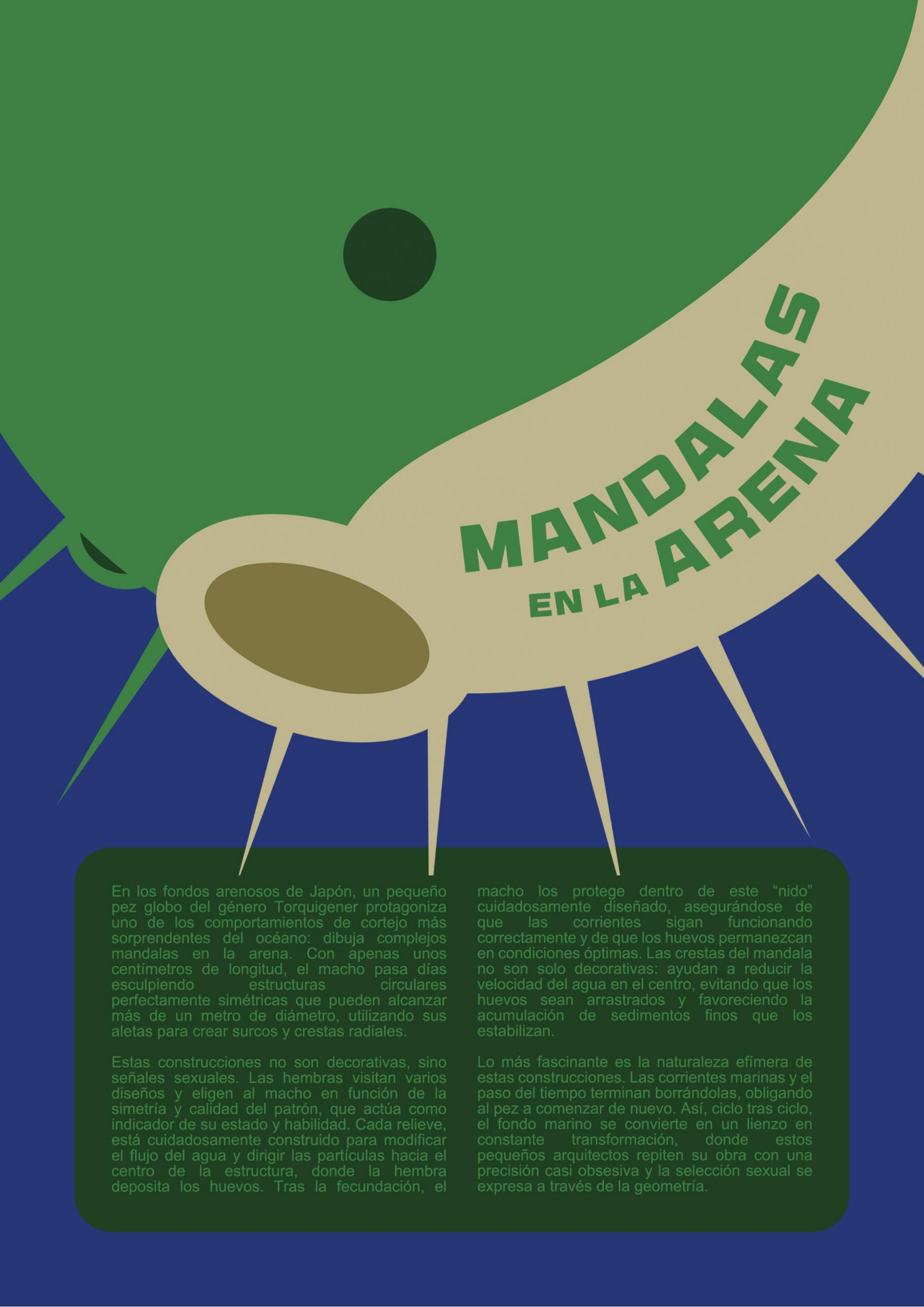
Estas son las esponjas carnívoras, pertenecientes principalmente a la familia Cladorhizidae, con géneros como Cladorhiza, Asbestopluma o Chondrocladia. A diferencia de sus parientes filtradores, han perdido en gran medida el sistema de corrientes internas y no dependen de partículas microscópicas

suspendidas en el agua. Su cuerpo adopta formas alargadas, ramificadas o incluso estructuras tan peculiares como la de un arpa, como en *Chondrocladia lyra*, que funcionan como auténticas trampas. Estas prolongaciones están cubiertas de espículas y superficies adhesivas que actúan como redes invisibles, capaces de retener pequeños crustáceos que entran en contacto con ellas. La esponja no posee boca ni sistema digestivo; en su lugar, células móviles del propio organismo, similares a amebas, migran hacia la presa, la rodean y forman una envoltura celular. A partir de ahí se produce una digestión externa: las células liberan enzimas que descomponen los tejidos, licuándolos, y posteriormente absorben los nutrientes y los distribuyen por el cuerpo. Se trata de un mecanismo lento, pero altamente eficaz en un medio donde cada captura es valiosa.

Existe cierta variabilidad en las estrategias de captura, adaptadas al tipo de presa y al entorno. Algunas presentan estructuras más finas y delicadas, optimizadas para retener organismos diminutos, mientras que otras desarrollan formas más robustas y ramificadas que incrementan la superficie de contacto y, por tanto, la probabilidad de captura. En algunos casos, como en especies del género *Chondrocladia*, se ha descrito además la presencia de bacterias simbióticas que podrían incluso contribuir a su nutrición.

Estas esponjas no son una rareza anecdótica, sino el resultado de una presión evolutiva muy concreta. Son, por tanto, el ejemplo perfecto de cómo los organismos más simples incluso, pueden reinventarse por completo cuando el entorno lo exige.



An illustration of a Torquigener fish, a small globe-like fish, shown in profile. It is positioned on a sandy ocean floor, represented by a light beige area. The fish is creating a sand mandala, which is a circular structure with radial ridges. The background is a deep blue, representing the water. The title 'MANDALAS EN LA ARENA' is written in a bold, green, sans-serif font, following the curve of the fish's body.

MANDALAS EN LA ARENA

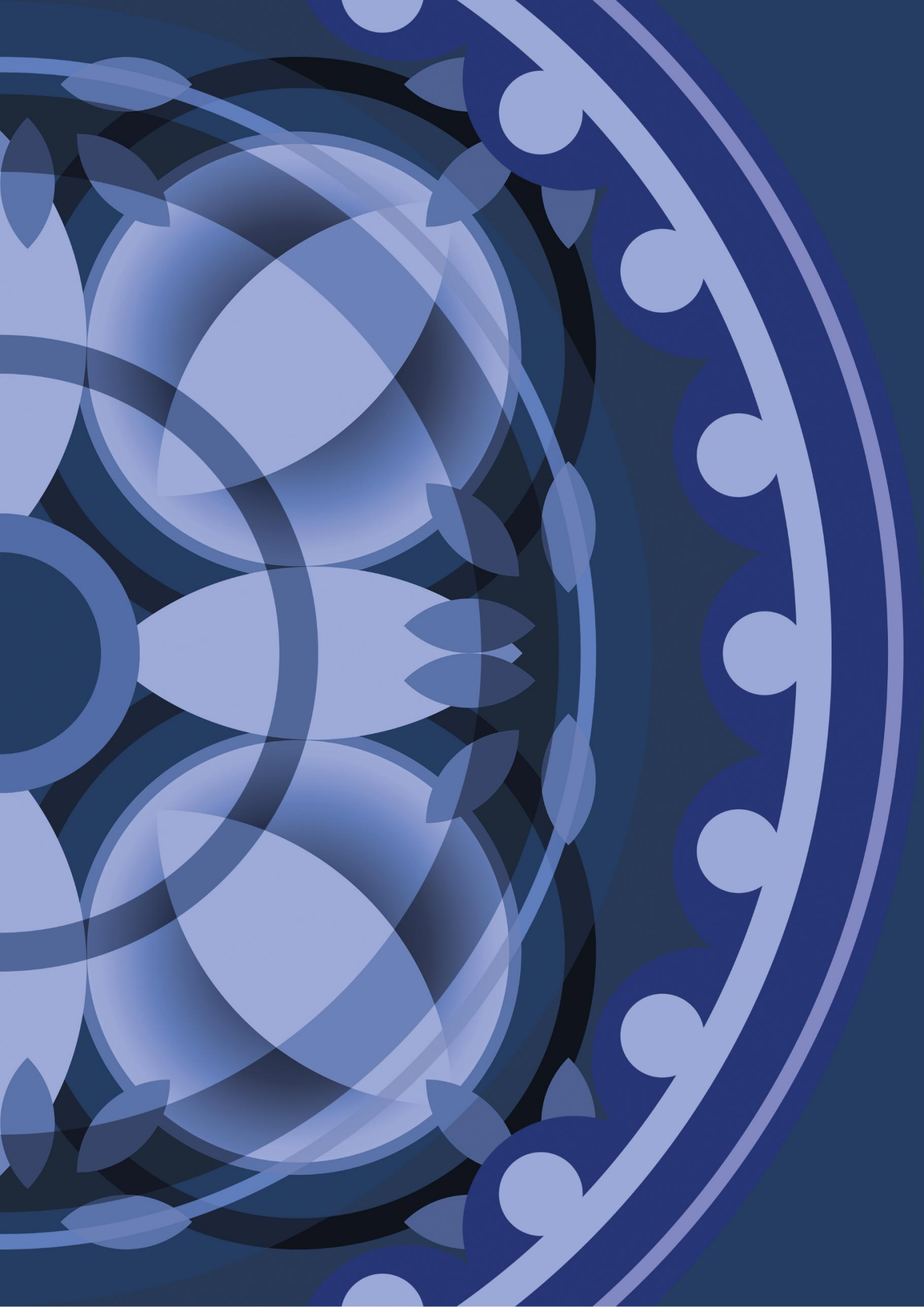
En los fondos arenosos de Japón, un pequeño pez globo del género *Torquigener* protagoniza uno de los comportamientos de cortejo más sorprendentes del océano: dibuja complejos mandalas en la arena. Con apenas unos centímetros de longitud, el macho pasa días esculpiendo estructuras circulares perfectamente simétricas que pueden alcanzar más de un metro de diámetro, utilizando sus aletas para crear surcos y crestas radiales.

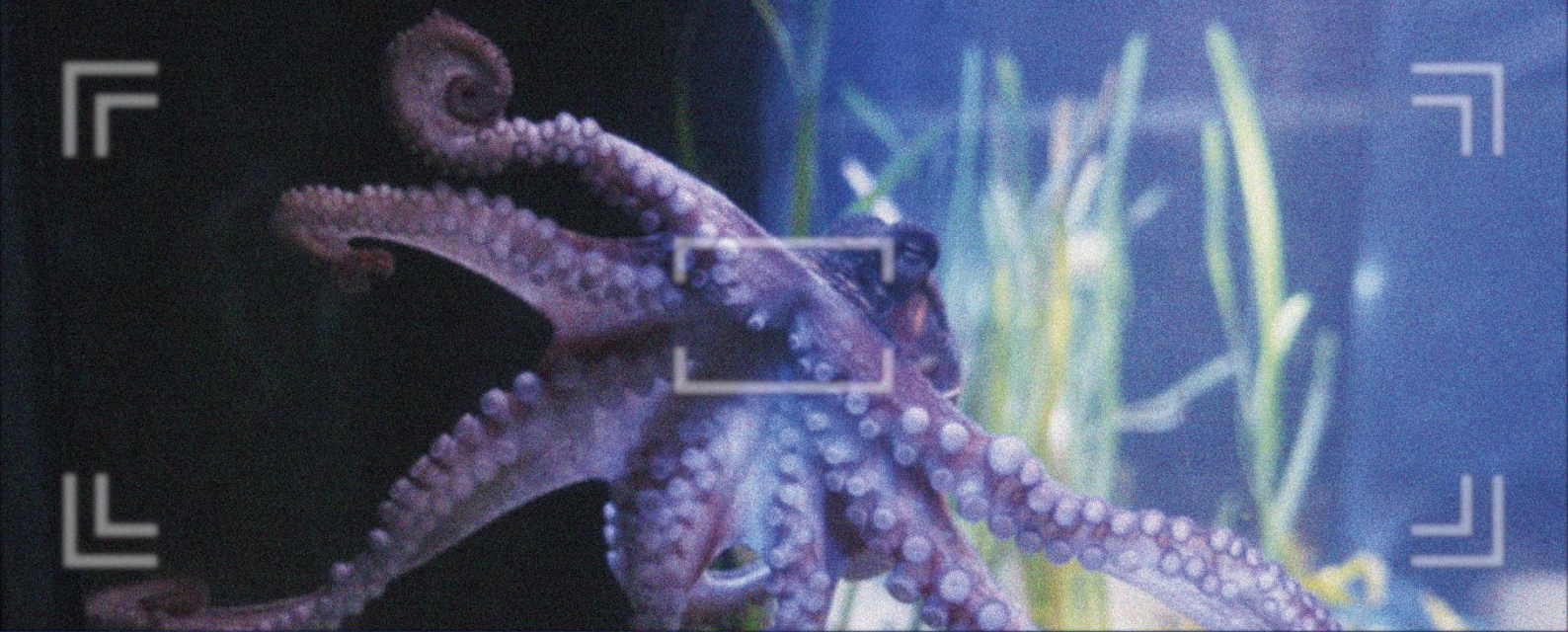
Estas construcciones no son decorativas, sino señales sexuales. Las hembras visitan varios diseños y eligen al macho en función de la simetría y calidad del patrón, que actúa como indicador de su estado y habilidad. Cada relieve, está cuidadosamente construido para modificar el flujo del agua y dirigir las partículas hacia el centro de la estructura, donde la hembra deposita los huevos. Tras la fecundación, el

macho los protege dentro de este "nido" cuidadosamente diseñado, asegurándose de que las corrientes sigan funcionando correctamente y de que los huevos permanezcan en condiciones óptimas. Las crestas del mandala no son solo decorativas: ayudan a reducir la velocidad del agua en el centro, evitando que los huevos sean arrastrados y favoreciendo la acumulación de sedimentos finos que los estabilizan.

Lo más fascinante es la naturaleza efímera de estas construcciones. Las corrientes marinas y el paso del tiempo terminan borrándolas, obligando al pez a comenzar de nuevo. Así, ciclo tras ciclo, el fondo marino se convierte en un lienzo en constante transformación, donde estos pequeños arquitectos repiten su obra con una precisión casi obsesiva y la selección sexual se expresa a través de la geometría.







PULPOS

OCHO BRAZOS

TRES CORAZONES

NUEVE CEREBROS

Los pulpos parecen criaturas de otro mundo, y no es una exageración: su cuerpo y su comportamiento rompen muchos de los esquemas que asociamos con la inteligencia animal. Sin huesos, con cuerpos blandos y vidas solitarias, han desarrollado un conjunto de adaptaciones tan extrañas como eficaces que los convierten en uno de los animales más fascinantes del planeta.

Uno de los ejemplos más llamativos de su inteligencia es el uso de herramientas. El llamado pulpo del coco, del género *Amphioctopus*, ha sido observado recogiendo mitades de coco o conchas, transportándolas durante metros y utilizándolas después como refugio. Lo realmente sorprendente no es solo el uso del objeto, sino la planificación a futuro: el animal carga con un objeto incómodo durante metros, algo que no necesita en ese momento,

anticipando que le servirá más adelante. Este tipo de conducta es extremadamente rara en el reino animal y solo se ha documentado con claridad en algunos mamíferos como primates o elefantes y aves muy inteligentes como cuervos o loros. Ver algo similar en un invertebrado es, sencillamente, excepcional.

Su fisiología interna tampoco es menos sorprendente. Los pulpos poseen tres corazones: dos de ellos se encargan de enviar la sangre a las branquias, donde se oxigena, mientras que el tercero bombea esa sangre ya oxigenada al resto del cuerpo. Este sistema está estrechamente ligado a su sangre rica en hemocianina, una proteína que no utiliza hierro como la nuestra sino cobre, mucho más eficiente en ambientes fríos y pobres en oxígeno, aunque menos eficaz que la hemoglobina durante el esfuerzo. Cuando el pulpo nada activamente, el corazón



principal deja de bombear de forma eficaz, lo que lo fatiga rápidamente. Por eso prefieren desplazarse caminando sobre el fondo en lugar de nadar largas distancias.

Pero donde realmente rompen todos los esquemas es en su sistema nervioso. Se suele decir que tienen nueve cerebros, aunque en realidad se trata de un gran cerebro central y ocho centros neuronales en cada brazo que funcionan como centros de control locales. Esto significa que los brazos pueden explorar, tocar, manipular objetos e incluso reaccionar de forma independiente, sin que el cerebro central tenga que dirigir cada movimiento. Es como si cada brazo tuviera cierto grado de autonomía. En la práctica, el pulpo “piensa” con todo el cuerpo, lo que le da una flexibilidad enorme para interactuar con su entorno y resolver problemas. Es un sistema completamente distinto al de los vertebrados: no hay un único centro que lo gobierne todo, sino una red descentralizada que funciona en paralelo.

Esa inteligencia se refleja también en su capacidad para interpretar información visual compleja. En estudios recientes, se ha observado que algunos pulpos pueden utilizar espejos para localizar presas. En estos experimentos, el animal no ve directamente al alimento, pero sí su reflejo. Tras un breve periodo de exploración, el pulpo es capaz de relacionar ese reflejo con un objeto real y ajustar su comportamiento, moviéndose en la dirección correcta para capturarlo. No se trata solo de reaccionar a una imagen, sino de entender la relación espacial entre el reflejo y la realidad, algo que implica un nivel de procesamiento cognitivo poco habitual en invertebrados.

Y si hablamos de comportamientos extraordinarios, el pulpo mimético, *Thaumoctopus mimicus*, lleva el engaño a otro nivel. Este animal habita en fondos arenosos del sudeste asiático, donde está expuesto a numerosos depredadores como meros, barracudas o peces gatillo. Para sobrevivir, no solo cambia de color: imita activamente a otras especies peligrosas o poco apetecibles. Puede aplanar su cuerpo y deslizarse como un pez plano para pasar desapercibido, adoptar

la forma y el patrón de un pez león con espinas venenosas para disuadir ataques, o transformarse en una serpiente marina mostrando brazos anillados que emergen de la arena. Lo más notable es que no se limita a copiar formas: también reproduce el movimiento característico de cada especie, lo que hace la imitación mucho más creíble. Esta capacidad sugiere no solo plasticidad corporal extrema, sino también una cierta evaluación del contexto: no todos los disfraces sirven para todos los depredadores.

Con todas estas características, no es extraño que haya surgido la idea de que los pulpos son extraterrestres. Este mito tiene cierto recorrido porque su biología presenta rasgos muy poco comunes: un sistema nervioso distribuido, y una gran expansión de genes relacionados con el desarrollo neuronal como las protocadherinas, proteínas que actúan como etiquetas en las neuronas y permiten que estas se reconozcan y se conecten correctamente entre sí. Además, poseen una capacidad de edición de ARN especialmente elevada, lo que les permite modular la función de sus proteínas sin cambiar el ADN. Estas peculiaridades han llevado a algunos autores a destacar que los pulpos representan una de las formas de inteligencia más alejadas de la nuestra dentro del árbol de la vida. Sin embargo, no hay ninguna evidencia real de un origen externo: su genoma encaja perfectamente dentro de los moluscos y su historia evolutiva está bien documentada en el registro fósil y molecular. Más que visitantes de otro planeta, los pulpos son el resultado de una evolución terrestre que ha seguido un camino radicalmente distinto.

Quizá por eso impacta tanto verlos de cerca, como ocurre en el documental *Lo que el pulpo me enseñó*, donde un pulpo salvaje establece una relación prolongada con un humano. Más allá de lo emocional, lo que deja ese relato es una sensación incómoda pero fascinante: la de estar ante una inteligencia que no se parece a la nuestra, que no piensa como nosotros. Y es precisamente en esa diferencia donde reside su misterio, porque los pulpos no son extraterrestres, pero tampoco encajan del todo en lo que creíamos entender sobre la vida.

Quinto Acto

"Tocar Fondo"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 50

Quién en su sano juicio habría apostado un solo céntimo a que ese maldito desgraciado era el cerebro detrás de cada uno de los robos. Nadie. Absolutamente nadie.

La pantalla de la cámara ya sufría los estragos y las interferencias de los dos mil metros de abismo que separaban el dispositivo de grabación Darwin de nuestro monitor. Pese a todo, el único inconveniente era recibir la señal con unos segundos de desfase.

En el *Aplysia* no abundaban las distracciones para matar el tiempo, así que espiar la sala de acuarios desde la perspectiva de un pez biónico era cine absoluto, puro espectáculo.

Los tanques resplandecían bajo la intensa luz de las lámparas led, proyectando una imagen de un contraste casi asfixiante: pequeños corales con una paleta de colores estridente, algas de vaivén perezoso y piedras preciosas dispuestas como enriquecimiento ambiental.

A la izquierda, un pequeño tarro custodiaba cinco esferas sedosas de un verde profundo: eran los marimos de Mei. Si la memoria no me traiciona, respondían a los nombres de Jade, Neón, Menta, Esmeralda y Oliva, en clara alusión a sus distintas tonalidades cromáticas. En otro receptáculo, una comunidad de peces betta nadaba con una sincronía aparentemente inocente. Durante mi estancia en el Albatros les guardé cierto afecto, pero es imposible ignorar su naturaleza territorial y caníbal. Esos vistosos diablillos forjan jerarquías implacables donde los ejemplares dominantes dan buena cuenta de los más débiles; lo sé de primera mano porque, al zarpar, el tanque albergaba diez inquilinos y ahora, a través del monitor, solo distingo tres. Mientras la tripulación observa la pantalla embobada, me guardo este dato incómodo y continuo examinando el panorama.

En la esquina inferior izquierda todavía se aprecia la caja de donuts, donde uno de ellos parece suplicar que

alguien, por fin, se atreva a hincarle el diente a su reluciente y pegajoso glaseado. Justo al lado de los peces betta se alza un tanque sobredimensionado en el que habita un pequeño pulpo que pasa las horas muerto de risa, acurrucado en cualquier rendija. Ahora mismo no está a la vista. Eso me hace reflexionar sobre lo asombroso de su camuflaje, aunque el asunto empieza a olerme raro. Qué sé yo, bien podría ser mi propio orgullo, negando admitir que soy incapaz de localizar al dichoso molusco.

Hacia el lado derecho, los acuarios se vuelven más extravagantes y caóticos. Uno está plagado de equinodermos; estrellas y erizos que simulan estar petrificados, pero ante mi ojo experto sé de sobra que se desplazan, aunque lo hagan a una velocidad imperceptible para el ojo humano.

Encima de este, hay un tanque más minimalista poblado por cangrejos ermitaños. Dos de ellos, el Señor Cangrejo y Sebastián, tienen la mala costumbre de disputarse los abalorios ajenos. Se dedican a arrancarse mutuamente los corales y esponjas que crecen sobre sus caparazones. No llevábamos ni una semana de travesía cuando tuvimos que intervenir para separarlos y darles destinos diferentes. Ahora el Señor Cangrejo disfruta de una explanada para él solo, mientras que Sebastián comparte piso con las estrellas de mar, con quienes parece compenetrarse bastante bien.

Estaba a punto de rendirme a la siesta. Mis párpados pesaban tanto que, de haberse cerrado, me habría perdido la única oportunidad de desenmascarar al infractor. Justo cuando la inconsciencia me ganaba, mis ojos se abrieron de golpe. Y así, ojiplático y volviéndome hacia mis acompañantes, Camarón y Dakuwaqa, que tampoco daban crédito a lo que veían, presenciábamos cómo el sospechoso abría la caja sin el menor reparo. Agarrando la rosquilla con el descaro de quien se sabe impune, devoraba los pedazos uno a uno, rebañando incluso las migajas

que su grosero y maleducado masticar esparcía sobre la mesa. El pulpo. El maldito pulpo.

Benditos ingenuos todos nosotros, convencidos de que el caco debía pertenecer a nuestra propia especie. Ahí fuera hay criaturas que juntan más neuronas que todos los presentes metidos en una batidora. Nadie pronunció una sola palabra; nos limitamos a contemplar la jugarreta con la satisfacción de haber resuelto el misterio, pero también con la vergüenza ajena de haber perseguido al culpable equivocado durante semanas, haciendo un ridículo espantoso.

De repente, la puerta de la sala de acuarios se abrió de par en par. El astuto cefalópodo engullió los últimos restos y regresó a su tanque en un parpadeo antes de ser descubierto, dejando sobre la mesa la caja, ahora sí, completamente desvalijada.

Los recién llegados encendieron las luces y contemplaron estupefactos cómo su merienda se había evaporado. Eran dos soldados jóvenes, los mismos que parecían custodiar a la tripulación hasta que tocara tierra, y cargaban sendos rifles al hombro. Se culparon mutuamente del hurto y se marcharon por donde habían venido, discutiendo a gritos y soltando todo tipo de barbaridades.

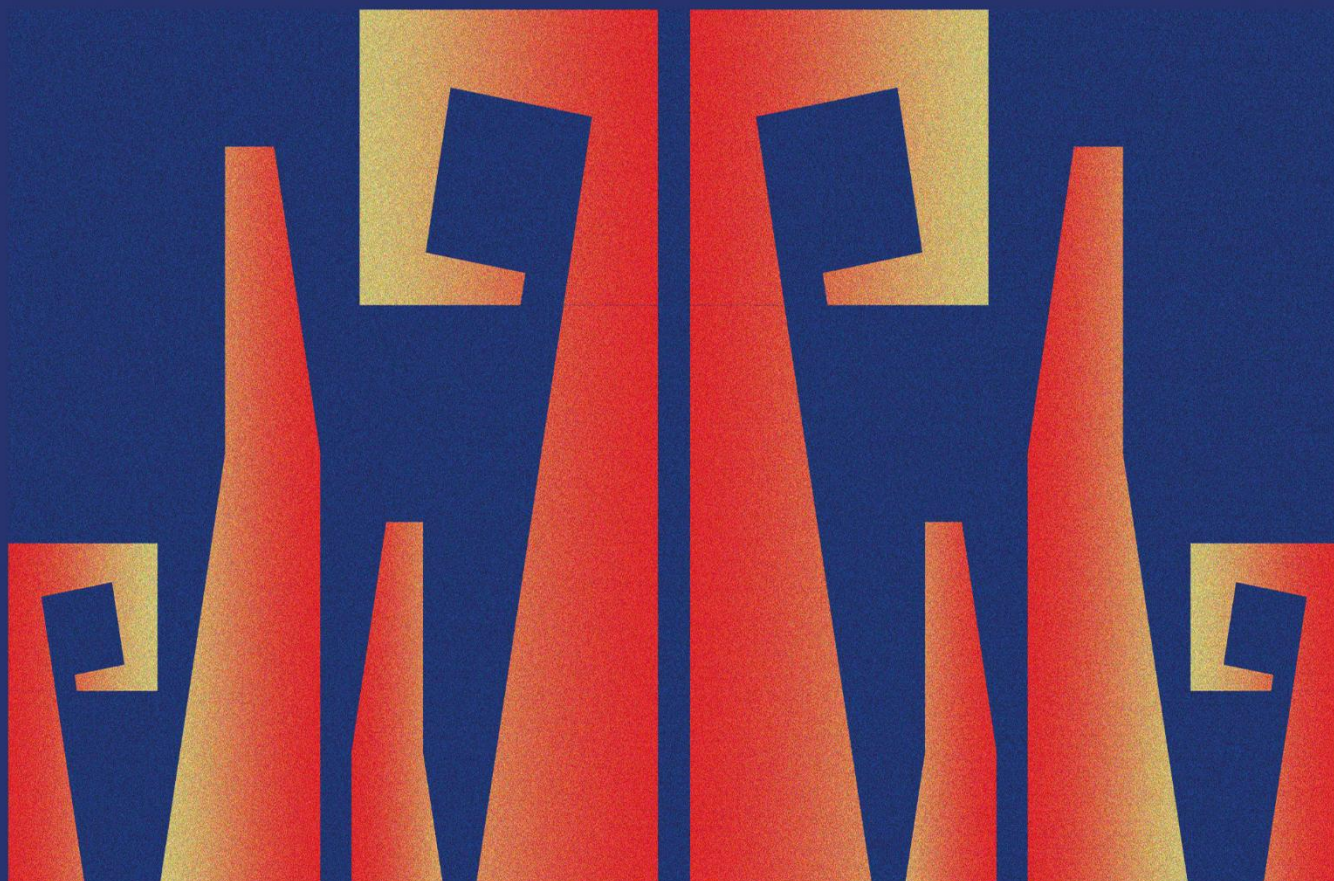
El monitor ya no tenía utilidad alguna;

había cumplido su propósito. Así que lo apagué. Lo apagué para siempre, vaciando sobre él el culín de champán que aún me quedaba en la copa. Me quedé mirando cómo brotaban las chispas y cómo su circuito electrónico se fundía definitivamente en respuesta a aquel inesperado baño de alcohol.

Durante las horas siguientes no pude quitarme de encima la sensación de ser un inútil, un completo estúpido. ¿Por qué diablos habíamos sobreestimado hasta tal punto aquella posibilidad?

Clavé la mirada en mi nieto y noté que estaba atravesando su propio vacío existencial. Lo sé, apenas tiene diez años, pero tengo fe en que este viaje ha despertado en su interior una chispa de introspección que va mucho más allá de los cómics, las figuritas de acción y los Chupa Chups. Pensé entonces en cuánto le habría gustado a Orisa enterarse de quién era el verdadero ladrón. También a McBride. También a Chispitas.

Dakuwaqa, en cambio, no parecía en absoluto sorprendido. Supongo que ese muchacho ha pasado gran parte de su existencia bajo el agua; conoce y sabe de primera mano qué clase de seres inteligentes puede encontrarse uno a unos cuantos palmos de profundidad. Ansío, de verdad, ver la vida a través de su prisma. Me imagino la cantidad de misterios que conoce y que, ahora mismo, decide callar detrás de su silencio.



♥ LOVE IS BLIND ♥

ESGRIMA DE PENES

En las profundidades del océano, donde la luz del Sol nunca llega y los encuentros con otros individuos son escasos, el amor es, en cierto modo, literalmente ciego. Pero en algunos animales marinos, cuando finalmente dos posibles parejas se encuentran, el cortejo no comienza con danzas ni exhibiciones de color. Comienza con un combate. Aunque parezca una escena de ciencia ficción, este comportamiento existe realmente y recibe el nombre de esgrima de penes, penis fencing en inglés. Se observa en diversas especies de platelmintos marinos hermafroditas, especialmente en gusanos planos del género *Pseudobiceros*, como *Pseudobiceros hancockanus*.

La clave para entender este extraño comportamiento reside en que estos animales son hermafroditas simultáneos. Cada individuo posee órganos reproductores masculinos y femeninos completamente funcionales, por lo que, en teoría, ambos podrían fecundarse mutuamente durante un mismo encuentro. Sin embargo, la evolución rara vez deja pasar la oportunidad de ahorrar energía. Producir espermatozoides requiere una inversión relativamente pequeña, mientras que producir óvulos, desarrollar embriones y destinar recursos a su crecimiento supone un enorme gasto energético. Desde el punto de vista evolutivo, actuar como macho resulta mucho más barato que actuar como hembra. Un individuo puede fecundar a numerosos compañeros invirtiendo muy pocos recursos, mientras que quien recibe el esperma debe asumir todo el coste de producir y mantener la descendencia. Por ello, cuando dos gusanos se encuentran, ambos quieren desempeñar el papel masculino y ninguno desea asumir el femenino.

Lo que sigue parece más una pelea que una cópula. Cada individuo despliega un pene largo, musculoso y terminado en una punta rígida. Ambos comienzan a rodearse y lanzan rápidas estocadas intentando atravesar la piel del adversario. El objetivo no es introducir el pene por una abertura genital, sino perforar directamente el cuerpo del contrincante. Este tipo de fecundación recibe el nombre de inseminación hipodérmica, ya que el esperma se inyecta

literalmente a través de la piel. El primer individuo que consigue atravesar la epidermis transfiere su esperma al interior del otro. A partir de ese momento, el receptor será quien utilice sus recursos para producir y desarrollar los huevos fecundados. En otras palabras, el vencedor del combate es quien consigue ser padre; el derrotado será quien asuma el papel de madre. Cada individuo maximiza su éxito reproductor fecundando al otro sin tener que desarrollar descendencia propia. Esto genera un claro conflicto sexual, en el que los intereses reproductivos de ambos individuos no coinciden. No existe un acuerdo entre ellos. Ambos intentan imponer al otro el coste de la reproducción.

Ser atravesado por un pene no es precisamente inocuo. Cada estocada provoca una herida abierta que debe cicatrizar. Además del daño físico inmediato, existe riesgo de infección por microorganismos. En enfrentamientos especialmente intensos pueden producirse lesiones internas e incluso la muerte del individuo. Entonces surge una pregunta inevitable: ¿Cómo ha podido mantenerse evolutivamente un comportamiento tan peligroso? La respuesta está en el equilibrio entre costes y beneficios. Aunque recibir una estocada sea arriesgado, los individuos que consiguen actuar como machos dejan una mayor descendencia genética que aquellos que aceptan con frecuencia el papel femenino. Esa ventaja reproductiva compensa los riesgos asociados al combate. La selección natural no favorece necesariamente las estrategias más seguras, sino aquellas que producen más descendientes. Esto constituye uno de los ejemplos más espectaculares de carrera armamentística. Este término describe una situación en la que dos rasgos evolucionan continuamente como respuesta el uno al otro. En este caso, cuanto más eficaz resulta un individuo perforando a sus rivales, mayor presión existe para que los receptores desarrollen tejidos más resistentes y mecanismos inmunitarios más eficientes. Como consecuencia, ambos "bandos" evolucionan simultáneamente durante millones de años, aumentando progresivamente la eficacia del ataque y de la defensa.

♥ LOVE IS BLIND ♥



♥ LOVE IS BLIND ♥

PROBLEMAS ∞ CONYUGALES

En algunos lugares del océano, la dificultad no consiste en encontrar alimento, sino simplemente en encontrar a otro miembro de tu especie. Cada encuentro con una posible pareja puede ser el único de toda una vida. En este escenario extremo vive uno de los animales con el dimorfismo sexual más sorprendente del reino animal: los raperos abisales, peces de la familia Ceratiidae. En ellos, el macho no solo es mucho más pequeño que la hembra. Su existencia tiene un único objetivo: encontrarla antes de morir. Mientras una hembra puede alcanzar los 30 centímetros de longitud, el macho llega a ser en algunas especies hasta 60 veces más pequeño, tanto, que cabría cómodamente sobre la punta de tu dedo. Esta enorme diferencia de tamaño responde a una estrategia evolutiva muy particular. La hembra necesita un gran cuerpo para almacenar energía, producir miles de huevos y sobrevivir durante largos periodos en un ambiente donde el alimento escasea. El macho, en cambio, solo necesita localizar una pareja. Pero esa misión dista mucho de ser sencilla.

Los machos nacen con unas pequeñas reservas energéticas y un aparato digestivo muy rudimentario. Apenas pueden alimentarse por sí mismos, por lo que disponen únicamente de unas semanas para localizar una hembra. Si no lo consiguen, mueren. El problema es que deben hacerlo en un entorno casi vacío. Muchas especies de raperos viven entre 1.000 y más de 4.000 metros de profundidad. Así, en la inmensidad del océano profundo, encontrar una pareja es comparable a localizar una aguja en un pajar. Completamente a oscuras.

Para aumentar sus posibilidades, la evolución ha equipado al macho con órganos sensoriales extraordinarios. Sus ojos son extremadamente sensibles y capaces de detectar los débiles destellos bioluminiscentes que producen las hembras o el reflejo de la escasa luz presente en las capas profundas. Pero su herramienta más importante es el olfato. Posee unas cavidades nasales muy desarrolladas capaces de detectar cantidades ínfimas de sustancias químicas liberadas por las hembras. Estas señales, conocidas como feromonas, son moléculas que funcionan como mensajes químicos entre individuos de la misma especie. En el océano profundo pueden difundirse a través de grandes masas de agua, guiando al macho hasta una posible compañera incluso a largas distancias. (1)

Si el macho consigue encontrar una hembra, comienza uno de los procesos más extraordinarios conocidos en vertebrados. Primero se aferra firmemente a su cuerpo mediante una potente mordida. Pero no se limita a sujetarse. Su saliva contiene enzimas capaces de degradar lentamente la piel de la hembra. Poco a poco ambos tejidos comienzan a fusionarse. Las capas externas desaparecen y los vasos sanguíneos de la hembra crecen hacia el interior del cuerpo del macho hasta conectar ambos sistemas circulatorios. A partir de ese momento, ella alimenta directamente a su compañero mediante su propia sangre. Ya no volverán a separarse. (2)

Una vez establecida la unión, el macho deja de necesitar casi todo su organismo. Sus ojos, inútiles tras encontrar pareja, degeneran. El cerebro reduce gran parte de su actividad. El aparato digestivo desaparece por completo. Muchos órganos internos dejan de funcionar porque ya no son necesarios. El macho recibe todos los nutrientes directamente del torrente sanguíneo de la hembra. Con el tiempo, prácticamente solo permanecen activos sus testículos, convertidos en una auténtica fábrica de espermatozoides lista para fecundar los huevos cuando la hembra inicie una puesta. En términos biológicos, deja de ser un individuo independiente para convertirse en un órgano reproductor. (3)

Puede parecer una estrategia extravagante, pero en el océano profundo tiene todo el sentido. Encontrar una pareja constituye el mayor desafío de la vida de estos peces. Si un macho abandonara a una hembra tras reproducirse, las probabilidades de encontrar otra serían prácticamente nulas. Al fusionarse de forma permanente, la hembra garantiza disponer siempre de esperma cuando las condiciones sean favorables para reproducirse, mientras que el macho asegura que su material genético participará en todas las futuras puestas sin volver a buscar pareja. En algunas especies, una misma hembra puede llevar adheridos simultáneamente varios machos, formando un auténtico harén de diminutos compañeros fusionados a su cuerpo. En uno de los ambientes más hostiles del planeta, la evolución ha transformado el concepto de pareja hasta un extremo difícil de imaginar: un macho cuya vida consiste únicamente en encontrar una hembra y renunciar para siempre a su propia existencia como individuo independiente.

CARACOL DE HIERRO

En la naturaleza abundan los animales con caparazones, espinas o venenos para defenderse. Pero solo uno decidió fabricar una armadura de hierro. Ni calcio, ni quitina: hierro. Soporta presiones capaces de aplastar un sumergible y vive junto a volcanes submarinos que expulsan agua cargada de minerales a cientos de grados de temperatura. Su nombre científico es *Chrysomallon squamiferum*, aunque popularmente se le conoce como caracol de hierro. Este molusco habita alrededor de chimeneas hidrotermales del océano Índico, entre 2.500 y 3.000 metros de profundidad. Estas grietas del fondo marino expulsan agua cargada de minerales que supera los 300 °C. Aunque el caracol no vive dentro de ese flujo abrasador, sino en la zona periférica, donde el agua fría y caliente se mezclan creando un estrecho rango de temperaturas compatible con la vida. Allí no llega la luz del Sol, la presión supera las 250 veces la presión atmosférica y el agua contiene elevadas concentraciones de compuestos sulfurosos que resultarían letales para la mayoría de los animales.

Lo que hace famoso a este caracol es su extraordinaria protección. Mientras que las conchas de los caracoles comunes están formadas principalmente por carbonato cálcico, *Chrysomallon squamiferum* recubre tanto su concha como las escamas que protegen su pie con sulfuros de hierro, principalmente pirita. Es el único animal conocido que utiliza hierro como un componente importante de su armadura. Su concha está formada por tres capas, cada una con una función diferente. La capa más

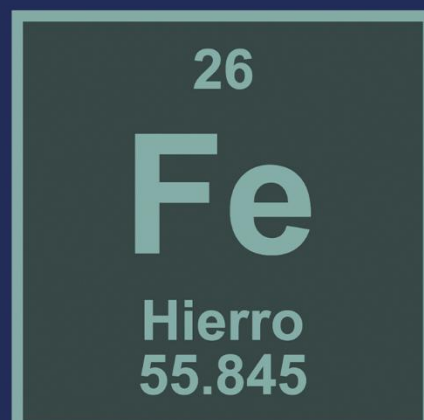
externa contiene hierro y actúa como un escudo duro frente a los ataques. La capa intermedia está formada por una matriz orgánica flexible que absorbe parte de la energía de los impactos, evitando que las grietas se propaguen. Finalmente, la capa interna, compuesta por aragonito, un mineral muy común en moluscos, proporciona rigidez estructural. La organización microscópica de su armadura está siendo estudiada para desarrollar nuevos materiales ultrarresistentes inspirados en la



naturaleza. En lugar de depender únicamente de un material extremadamente duro, la concha combina capas con propiedades mecánicas distintas que trabajan conjuntamente para absorber impactos y evitar fracturas, un diseño que podría inspirar futuras protecciones o componentes aeroespaciales. Además, la secuenciación de su genoma ha permitido comprender mejor cómo evolucionan los mecanismos responsables de fabricar estructuras mineralizadas tan complejas.

La protección no termina ahí. A ambos lados del pie posee cientos de pequeñas placas superpuestas llamadas escleritos. Estas estructuras, recubiertas también por sulfuros de hierro, recuerdan sorprendentemente a una cota de malla medieval. Se cree que estas escamas protegen las partes blandas del animal frente a los principales depredadores de las chimeneas hidrotermales, como algunos cangrejos y caracoles carnívoros capaces de perforar conchas.

Paradójicamente, uno de los animales más extraordinarios del planeta también es uno de los más vulnerables. Solo se conoce en un puñado de campos hidrotermales del océano Índico, precisamente las mismas zonas que despiertan un gran interés para la minería de aguas profundas, debido a la abundancia de metales presentes en sus depósitos minerales. En 2019, fue catalogada por la UICN como En Peligro, convirtiéndose en la primera especie cuya amenaza principal fue atribuida directamente a este tipo de explotación.





Sexto Acto

"Abísimo"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 50

Allí afuera, el agua acariciaba cariñosamente los cero grados centígrados, y la presión hidrostática equivalía al peso de un elefante adulto concentrado sobre una moneda de cinco céntimos. Dentro del sumergible, sin embargo, las condiciones no tenían nada que ver. El calor corporal que cada uno de nosotros desprendía, sumado al del motor, que tosía como un fumador de noventa años, transformaba el habitáculo en una auténtica sauna de fundición. Para colmo, la humedad era tan insoportable que condensaba el aire en una sopa invisible, dejando los cristales tan empañados que anulaba cualquier visión a través de los ventanales. Casi parecía que estuviéramos atrapados en una densa selva tropical, rodeados de niebla, axilas ajenas e incertidumbre. Faltaba el oxígeno. No había luz. Y el silencio seguía sintiéndose como un castigo. Nos habíamos habituado a esa mudez hasta tal punto que nadie se atrevía a levantar la voz. Todo se reducía a susurros, suspiros y murmullos asmáticos. Creamos una atmósfera fría y aterradora, idéntica a la sala de espera de un hospital público en plenas fiestas patronales. Casi lo olvidaba: tres personas más se han desmayado.

— Hoy nos reunimos para orar por el eterno descanso de nuestro hermano Omar, el Dr. Narval y la joven Marina — sí, organizamos una liturgia breve para honrar su pérdida. Como ya os dije, aquí abajo las horas transcurren con una lentitud tan exasperante que enterrar gente se convierte casi en un pasatiempo dominical. ¿Andar escasos de oxígeno? Sí. ¿Gastar el poco que queda cantando salmos litúrgicos? Por supuesto, las prioridades están donde tienen que estar. ¿Y quién iba a ejercer de portavoz en un momento así si no la Hermana Celeste? — Quien desee hablar, tiene la palabra — concluyó ella, acomodándose el hábito que ya olía a perche rancio.

— En primer lugar, me gustaría recordar que Omar era nuestro

cartógrafo submarino y experto en sonar — dije en un susurro, mientras me limpiaba un par de lágrimas que resbalaban por mis mejillas — La memoria no era su fuerte, y por eso los mapas se quedaron en la superficie. Gracias, Omar, nos has condenado a una muerte agónica y absurda. Que el Señor te tenga en su gloria.

— Marina me caía bien — susurró mi nieto desde su asiento.

— El Dr. Narval era un buen hombre — murmuró Fergus, compitiendo con el niño para ver quién de los dos lograba ser más escueto y miserable en su elegía.

Te puede parecer un funeral cruel, desprovisto de toda empatía humana, pero ante todo debes respetarlo tal y como es. Cuando regresemos a tierra firme, si es que no nos convertimos antes en comida para cangrejos, se les dará a todos y cada uno de los caídos las honras fúnebres como Dios manda, con ataúdes de madera cara y flores que se marchitarán en dos días.

Volviendo a nuestra historia, el luto no contribuyó en absoluto a disipar la lúgubre ambientación de la expedición, pero la Hermana Celeste nos empujó hacia un estado de ánimo notablemente más psicótico. Su trayectoria, desde luego, resulta una comedia divina. Era una monja, la más creyente de todas, la más practicante, la que le sacaba brillo a los santos con más fervor en todo el convento. Sin embargo, algo hizo cortocircuito en su cabeza. Se despidió de las otras monjas y abandonó la clausura haciendo una peineta espiritual. Comenzó a estudiar física y biología, interesándose por los temas más impíos y paganos, solo para darse cuenta de que la ciencia y la fe no se distanciaban tanto; comprendió que también existía un componente místico en las partículas, en las leyes que regían el cosmos y en las que gobernaban la vida. Y así, dejó de buscar la luz en el firmamento para empezar a rastrearla en el lodo del océano. En apenas dos años de investigación y formación puramente

autodidacta, se convirtió en una de las catedráticas más influyentes en bioluminiscencia y vida en los fondos abisales. Una eminencia en bichos que brillan.

— Lamento que no hayas conseguido encontrar esa "luz" aquí abajo, Hermana — comenté, mientras pegábamos los ojos a las ventanas del Aplysia, ansiando captar aunque fuese el destello de una medusa descarriada — Creo que hemos ido a parar al rincón más aburrido y desolado del océano.

— No hay drama, capitán. Lo que estamos presenciando ilustra a la perfección la hipótesis del bosque oscuro — murmuró Celeste, acomodándose las gafas plateadas.

Ni siquiera alcanzo a vislumbrar qué tiene que ver este desierto con una arboleda, pero me limito a asentir con la cabeza; una señal muda para indicarle: "desarrolla, queremos entretenimiento antes de asfixiarnos".

— Si usted caminase por un bosque oscuro y tuviese a mano una linterna, ¿qué haría, Capitán?

— La pregunta es un poco estúpida, ¿no? — susurré, esbozando una sonrisa de superioridad bastante ridícula dada nuestra situación — Espera, ¿cómo de oscuro está el bosque? ¿Hay raíces con las que tropezar? ¿Puedo ver dónde piso?

— Sí, sí puede; deje de sabotear la metáfora, eso no es lo importante. El problema es que no ve absolutamente nada a su alrededor — respondió, visiblemente molesta por mi insistencia protocolaria — Y no es solo una cuestión de orientación. A saber qué peligros o aberraciones terroríficas de la naturaleza pueden estar acechándolo ahí fuera en la penumbra, a las cuales usted no puede anticiparse de ninguna forma. ¿Qué hace con la linterna?

— Pues la enciendo, supongo, no sé — susurré, acicalándome la barba mugrienta con aire de gran pensador — ¿Tú qué harías, Camarón?

— Sí, yo también la encendería, abuelo — contestó el niño. Le recordé con una mirada severa que era un crío muy astuto, y ambos nos giramos para seguir escuchando el sermón de la Hermana.

— Bien. La hipótesis del bosque oscuro establece que encender la luz es, en este escenario, la mayor estupidez que podrías cometer. Si enciendes la linterna, no solo adquieres una visión más clara de tu entorno, sino que te expones. Acabas de gritarle a todo el mundo dónde estás exactamente. Ahora ves, pero desgraciadamente también eres visto — un rápido escalofrío viajó desde mi nuca hasta los talones.

— Cierra la boca, vas a traumar a mi pobre nieto.

— Los seres bioluminiscentes se encuentran en todo momento evaluando

un macabro equilibrio de costes y beneficios — continuó ella, ignorándome con la misma frialdad con la que un cirujano te amputa una pierna — Necesitan activar sus órganos emisores de luz para atraer a sus presas, pero al hacerlo no solo atraen alimento, sino también depredadores. Es una ruleta rusa. En realidad, es una hipótesis que se ha aplicado sobre todo a la búsqueda de vida extraterrestre. Nos da la impresión de que el cosmos es un lugar vacío, infinito y silencioso porque nadie responde al teléfono. A mí me parece que ahí fuera hay millones de civilizaciones que guardan silencio por una buena razón: hay algo que acecha. Y sin embargo, mírenos a los humanos, enviando canciones de los Beatles y señales de radio en todas las frecuencias posibles.

A esas alturas ya me encontraba tapándole las orejas a Camarón con ambas manos, aunque el crío forcejeaba como un demonio porque, como a cualquier niño testarudo, le fascinaba escuchar historias de miedo, alienígenas y paranoias apocalípticas. — Solo es una hipótesis sin demostrar, así que no hay de qué preocuparse ¿verdad?

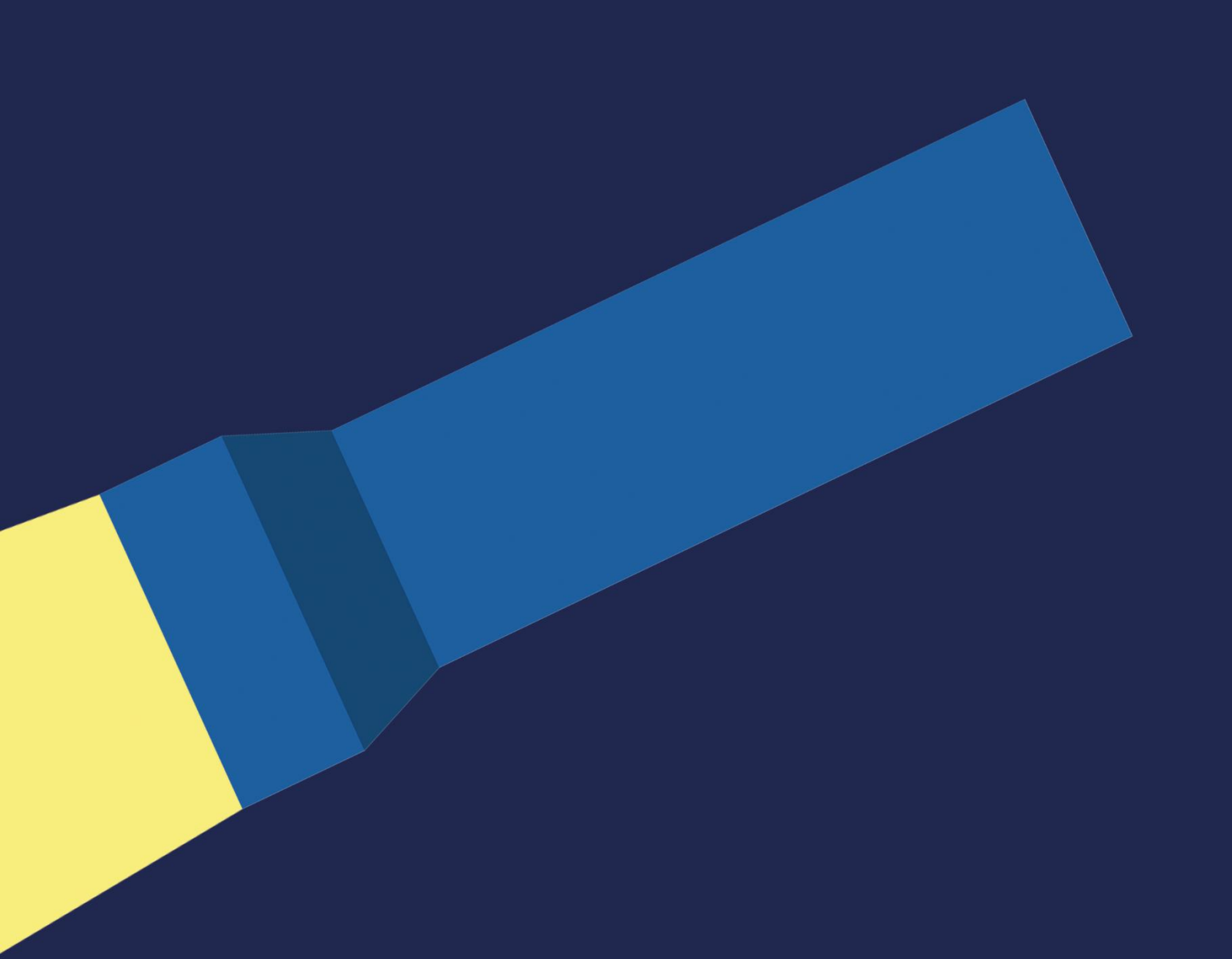
— Excelente reflexión — dijo el doctor Otto, llevándose otro cigarrillo a los labios.

No, no lo hizo. Antes de que las chispas saltaran de su pedernal, me poseyó un brote psicótico hermoso y liberador. Me abalancé sobre él con un zarpazo salvaje, arrancándole el pitillo de la boca y la caja entera de las manos. Lo arrojé todo al suelo y vacié encima un vaso medio lleno, o medio vacío, según el optimismo que te quede en este purgatorio, de agua.

— Vas a matarnos a todos, cabrón — le increpé, clavándole el dedo índice, mientras mi saliva salpicaba sus gafas — Esa mierda nos ha estado robando el maldito oxígeno desde el primer día. Llevo semanas respirando alquitrán por tu culpa. Como si el océano no tuviera suficientes maneras de ahogarnos.

La sala entera nos observaba en un silencio de tumba. Me miraban a mí, más bien. Contemplaban el espectáculo estupefactos, pero la ansiedad social no me achantó en lo más mínimo; la vida de esta panda de infelices estaba en juego. Así que rematé la jugada pisoteando y saltando con saña sobre aquel montón de tabaco, papeles y filtros empapados, como un niño poseído bailando sobre un charco. Al otro extremo del habitáculo, la doctora Aurelia soltó un suspiro cargado de fatiga y decepción absoluta.

— Capitán, volvamos a casa. Será lo mejor para todos — dijo, lanzándome una mirada que destilaba una mezcla



insuportable de condescendencia y compasión médica.

– Sí, volvamos. Total, ya no tengo tabaco para fumar – murmuró el doctor Otto, sin un ápice de ironía, contemplando el cadáver de sus vicios en el suelo.

– Si te quieres matar fumando, te pienso dar una muerte más digna – bramé, levantando la voz a tal nivel que todos dieron un respingo del susto.

Al mismo tiempo, en un movimiento fluido que ni yo mismo sabía que conservaba, desenfundé la Desert Eagle de Cabo y apunté en todas las direcciones y, a la vez, a ninguna. Era un trozo de hierro absurdamente grande para un pasillo tan estrecho, un cañón cromado que reflejaba la luz parpadeante del radar. De inmediato, Cabo se echó la mano a los pantalones, palpando el vacío con ojos como platos. Nada.

– Prometo devolvértela cuando sea necesario, Cabo. De momento, la necesito para restablecer el orden y asegurarme de que nadie gaste saliva de más – declararé, dando tres golpes secos con la culata en la chapa del sumergible para exigir una atención que ya tenía de sobra – Escuchadme bien. Esta vez no habrá asambleas, ni votaciones democráticas, ni estúpidos motines de fin de semana. La realidad

es que la matemática es una puta muy fría: ya no queda oxígeno suficiente para volver a casa. Fin de la cita. No tenemos la más mínima idea de dónde estamos, y cualquier intento de dar la vuelta ahora mismo o de buscar una ruta de escape supone dar palos de ciego en la negrura más absoluta. Implica una huida ridícula hacia ninguna parte, un billete de ida en clase turista a Nunca Jamás. Sé perfectamente que como capitán he fracasado estrepitosamente. Miradme, soy un viejo ridículo empuñando un arma pesada y amenazando a mi propia tripulación en una sauna de hierro que apesta a pescado. Pero moriremos todos a bordo de este trasto, queramos o no. Lo lamento. De verdad que lo lamento – bajé el arma despacio, dejando que el cañón apuntara al suelo ensangrentado, y miré a cada uno de ellos a la cara por última vez. A mi nieto, a Celeste, a Otto. En sus ojos ya no quedaba ni rastro de la vieja lealtad, ni de la admiración, ni del respeto que tanto me había costado forjar en alta mar. Ahora solo había miedo. Un miedo purificador, grotesco, unánime y definitivo. El silencio regresó, pero esta vez, nadie se atrevió siquiera a suspirar.

Hay un segundo exacto,
justo después del impacto y antes del descenso,
en el que el cuerpo pesa demasiado.
Sientes el frío en los tobillos,
el arrastre de lo que no pudiste salvar,
la certeza de que esta vez la gravedad va a ganar la partida.
Estás a un milímetro de ser fango.

La mente computa el desastre antes de que ocurra:
el registro exacto de cada fallo orgánico,
el asco de saberte vulnerable,
la culpa flotando como grasa en la superficie.

Pero es ahí,
en la frontera exacta donde el aire se acaba
y el agua decide cerrarse para sujetarte los hombros
donde estalla una luz que te muerde las costillas:
basta con meter las manos,
basta con que una barca raye la saliva del mar,
basta con que la tormenta caiga con fuerza
para que el golpe se convierta en luz.

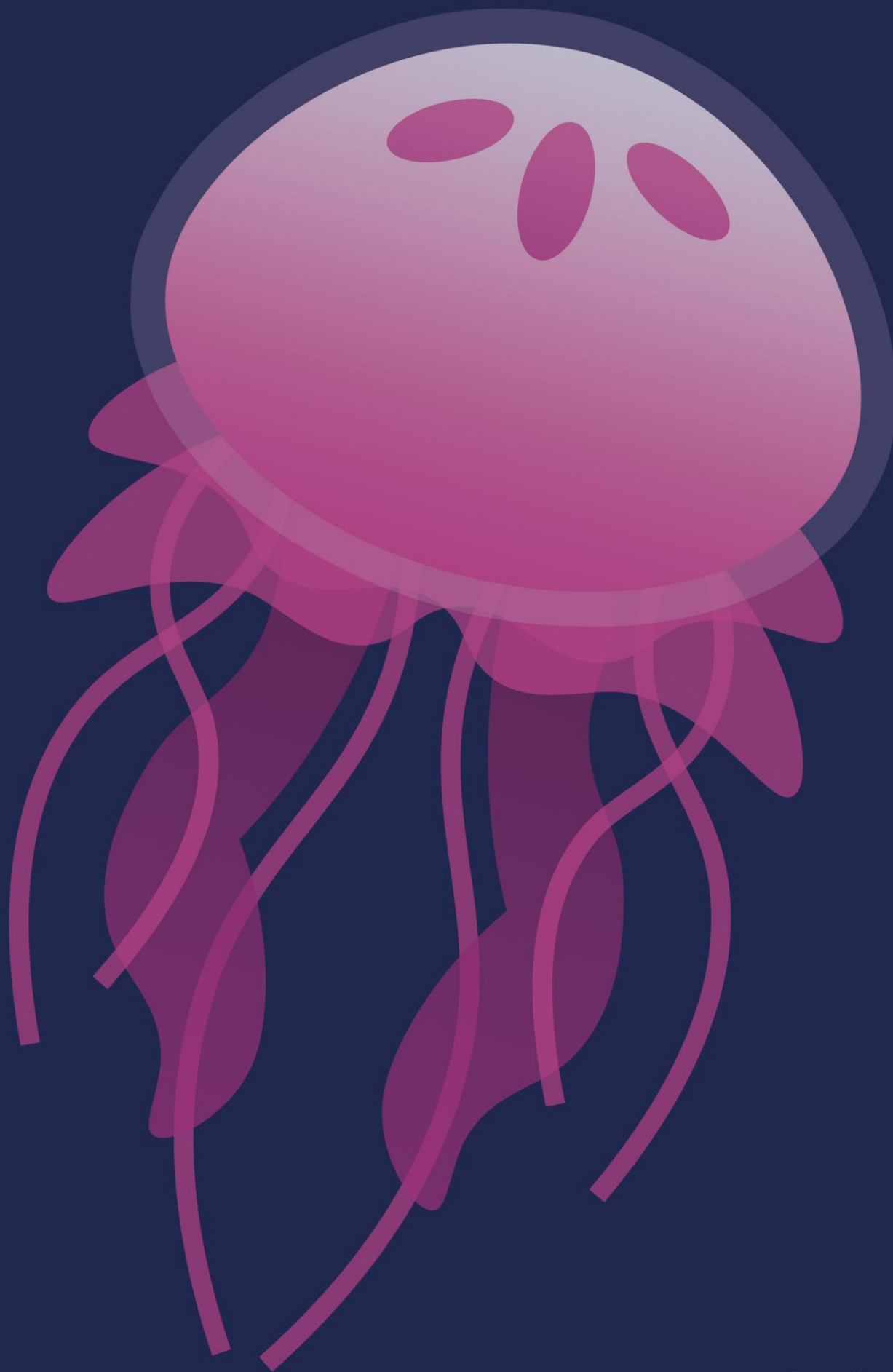
Una costra de claridad nocturna que brota de la asfixia.
El destello espeso, de color fósforo,
transformando el fango del descenso
en una corriente viva.
La oscuridad obligada a defenderse del peso.

Hay una dignidad extraña en este mecanismo.
Una soberanía que consiste en dictar
que todo intento de hundirte
solo va a iluminar el agua.

No es la luz bajo el sol en la orilla,
es una luz fría, nocturna, que nace del roce,
de la insistencia de seguir viva.

Una salvación violenta, química,
de último recurso:
la herida no se abre para desangrarse,
sino para encender la noche.
Brillar para no tocar
fondo.

Sara Terrena
autora de “El ciervo y la bala”
@saraterrena.es [@saraterrena](https://www.instagram.com/saraterrena)



Sara Terrena
autora de “El ciervo y la bala”
[@saraterrena.es](https://saraterrena.es) [@saraterrena](https://twitter.com/saraterrena)

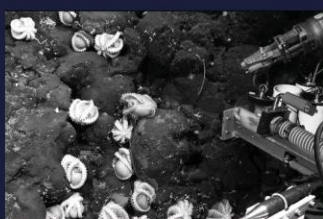
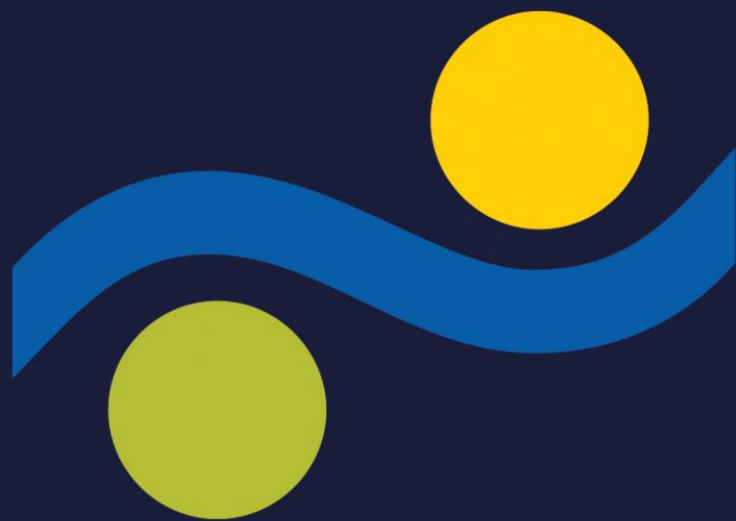
INMORTAL

En la naturaleza existe una regla que parece inquebrantable: nacer, crecer, reproducirse y morir. Desde un insecto que vive apenas unas horas hasta una ballena capaz de superar el siglo de vida, todos los seres vivos recorren ese mismo camino. ¿Todos? No exactamente. Una diminuta medusa parece haber encontrado una forma de romper las reglas de la biología. Su nombre es *Turritopsis dohrnii* y es conocida en todo el mundo como la medusa inmortal. Pero ¿es realmente inmortal? La respuesta es sí y no. La mayoría de las medusas siguen un ciclo de vida relativamente sencillo. Comienzan siendo una pequeña larva que termina fijándose al fondo marino y se transforma en un pólipo, una estructura parecida a una anémona. A partir de él surgen las medusas juveniles que crecerán hasta convertirse en adultos capaces de reproducirse. Una vez cumplida esa misión, llega el envejecimiento y, finalmente, la muerte. *Turritopsis dohrnii* hace algo completamente distinto. Cuando sufre una lesión, pasa hambre, experimenta cambios bruscos de temperatura o simplemente se encuentra sometida a estrés, revierte su desarrollo y vuelve a convertirse en un pólipo. Es como si una mariposa pudiera regresar a ser oruga o un adulto volviera espontáneamente al estado de embrión. Una vez transformada en pólipo, comienza de nuevo todo el ciclo vital y produce nuevas medusas genéticamente idénticas a la anterior. En teoría, este proceso puede repetirse una y otra vez sin límite. La clave reside en un fenómeno llamado transdiferenciación. En la mayoría de los animales, cuando una célula adquiere una función específica, queda atrapada en ese papel para siempre. Una neurona seguirá siendo una neurona y una célula muscular continuará siendo

muscular durante toda su vida. En la medusa inmortal ocurre algo muy diferente. Sus células pueden cambiar de identidad. Una célula especializada puede convertirse en otro tipo completamente distinto cuando el organismo lo necesita. Gracias a esta extraordinaria capacidad, el cuerpo entero puede reorganizarse y reconstruirse desde un estado adulto hasta recuperar la forma juvenil del pólipo. Es uno de los pocos ejemplos conocidos en la naturaleza de un rejuvenecimiento completo del organismo. Entonces ¿por qué no hay océanos llenos de medusas inmortales? Porque ser inmortal no significa ser invulnerable. Aunque esta especie no parece morir de vejez, sigue estando expuesta a numerosos peligros. Puede ser devorada por peces o tortugas, sucumbir a enfermedades, ser destruida por tormentas o no superar determinadas condiciones ambientales. En otras palabras, la medusa puede evitar el envejecimiento, pero no puede escapar de los accidentes. Por eso la mayoría de los individuos nunca llegan a completar demasiados ciclos de rejuvenecimiento. Comprender cómo esta medusa evita el deterioro de sus células podría aportar información valiosa para la medicina regenerativa del futuro. Los seres humanos estamos contruidos de una manera completamente distinta. No podemos reorganizar todas nuestras células ni reiniciar nuestro desarrollo sin perder la organización del organismo. Sin embargo, estudiar esta especie sí está ayudando a comprender mejor procesos como: el envejecimiento celular, la regeneración de tejidos, el mantenimiento del ADN, la reparación de daños celulares, e incluso algunos mecanismos relacionados con el cáncer.

Apenas conocemos una pequeña fracción del océano profundo. Cada expedición revela organismos y ecosistemas que desafían todo lo que creíamos saber sobre la vida. Hoy, gracias a las expediciones del Schmidt Ocean Institute, sabemos que ese reino alberga algunas de las criaturas más extrañas jamás descubiertas. Este es un recorrido por algunos de los hallazgos más sorprendentes realizados en las profundidades del planeta a manos de dicha organización.

SCHMIDT OCEAN INSTITUTE

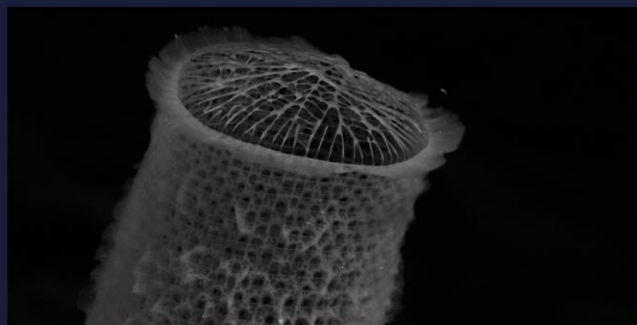


En 2023 y 2024 el ROV SuBastian exploró los montes submarinos frente al litoral pacífico de Costa Rica y descubrió algo completamente inesperado. Miles de pulpos del género *Muusoctopus* utilizaban pequeños respiraderos hidrotermales de baja temperatura como incubadoras naturales. A diferencia de las fuentes hidrotermales extremas, estas emiten agua templada, creando un ambiente ideal para la incubación de los huevos. Las hembras permanecen inmóviles durante meses, e incluso años, protegiendo sus puestas. El ligero incremento de temperatura acelera el desarrollo embrionario, reduciendo el tiempo de incubación y aumentando las probabilidades de supervivencia tanto de las crías como de las propias madres, reduciendo el tiempo que estas permanecen sin alimentarse. Además del comportamiento reproductivo, la expedición permitió identificar varias especies completamente nuevas para la ciencia, convirtiendo esta zona en una de las mayores guarderías de pulpos conocidas. Durante las inmersiones se observaron: al menos cuatro especies nuevas de pulpo, una nueva guardería permanente, hembras incubando cientos de huevos, y crías eclosionando directamente sobre las rocas calientes.

A primera vista parece una maraña infinita de hilos blancos suspendidos en el agua. Sin embargo, el llamado Monstruo Espagueti Volador, "Flying Spaghetti Monster", no es un pulpo, no es una medusa, no es ni siquiera un único organismo, sino un sifonóforo, una colonia formada por cientos o miles de individuos genéticamente idénticos llamados zooides. Cada zoide desempeña una función concreta: algunos capturan alimento, otros digieren, otros se encargan de la reproducción o de la flotabilidad. Todos dependen unos de otros hasta el punto de que ninguno podría sobrevivir por separado. Funcionan como los órganos de un mismo organismo, aunque desde un punto de vista biológico cada uno sea un ser vivo independiente. Algunas especies alcanzan más de 40 metros de longitud, convirtiéndose en algunos de los animales más largos del planeta superando incluso a la mayoría de las ballenas. Sus larguísima tentáculos, cargados de células urticantes llamadas cnidocitos, permanecen desplegados durante horas o días en la oscuridad formando una enorme red de captura y esperando el contacto de pequeños peces y crustáceos. Cuando entra en contacto con ellos, las células disparan microscópicos arpones venenosos que inmovilizan inmediatamente a la presa. A continuación, otros zooides especializados la transportan hasta la zona digestiva de la colonia. La especie observada corresponde probablemente a *Bathypphysa conifera*, una de las mayores y más espectaculares conocidas. Su existencia demuestra que, en la naturaleza, la frontera entre un individuo y una colonia puede ser mucho más difusa de lo que imaginamos.

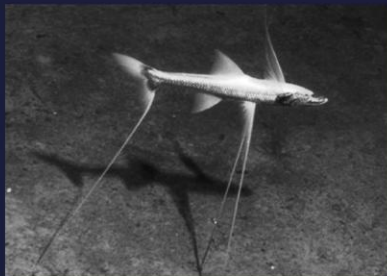


Aunque solemos asociar los corales a arrecifes tropicales poco profundos, el océano alberga bosques de corales gigantes a más de mil metros de profundidad. El Schmidt Ocean Institute ha documentado enormes colonias de corales bambú, corales negros y corales pétreos que pueden superar varios metros de altura. Su crecimiento es extremadamente lento: apenas unos milímetros al año. Como consecuencia, algunos ejemplares poseen edades superiores a los mil años. Las esponjas vítreas son también algunos de los animales más antiguos del planeta. Su esqueleto está formado por espículas de sílice que se entrelazan creando estructuras con apariencia de cristal. Durante varias expediciones, se han descubierto auténticos bosques de estas esponjas en montes y dorsales oceánicas. Algunas alcanzan más de dos metros de altura y viven durante siglos. Además de filtrar enormes cantidades de agua, sirven de refugio para otras especies. Algunos crustáceos incluso pasan toda su vida en el interior de estas esponjas, quedando atrapados cuando alcanzan el tamaño adulto.





En 2024 el buque Falkor (too) cartografió un monte submarino completamente desconocido situado en la dorsal de Nazca, frente a las costas de Sudamérica. Esta montaña submarina, que no figuraba en los mapas batimétricos, albergaba una biodiversidad extraordinaria. Las inmersiones revelaron jardines de coral, enormes esponjas, equinodermos, moluscos y numerosos organismos nunca antes observados. Los investigadores estiman que alrededor de una veintena de las especies encontradas podrían ser completamente nuevas para la ciencia. El pez trípode (*Bathypterois spp.*) desarrolla una estrategia de caza única entre los vertebrados marinos. Los radios caudales y pélvicos de sus aletas están extraordinariamente alargados, permitiéndole mantenerse erguido sobre el fondo marino como si descansara sobre un trípode. Desde esa posición



permanece inmóvil durante largos periodos, orientándose contra la corriente. Gracias a sus órganos sensoriales detecta pequeñas presas que son transportadas por el agua y las captura mediante rápidos movimientos de la cabeza. Este comportamiento minimiza el gasto energético, una adaptación esencial en un ambiente donde el alimento es muy escaso. Los llamados cerdos marinos pertenecen al género *Scotoplanes* y son pepinos de mar especializados en vivir sobre las llanuras abisales, entre los 2.000 y los 6.000 metros de profundidad. Su aspecto rechoncho y sus patas modificadas les permiten desplazarse lentamente sobre el sedimento en busca de materia orgánica caída desde la superficie, conocida como nieve marina. En ocasiones forman agregaciones de cientos de individuos

que avanzan en la misma dirección, siguiendo las corrientes que concentran alimento. A pesar de su apariencia sencilla, desempeñan un papel fundamental reciclando nutrientes. Las cámaras del ROV SuBastian han registrado algunas de las medusas más espectaculares jamás filmadas. Varias especies poseen campanas casi transparentes, una adaptación para evitar ser detectadas, acompañadas por tentáculos que pueden superar los diez metros. A su vez, los calamares del género *Magnapinna* representan uno de los mayores enigmas de la biología marina. Su rasgo más característico son sus larguísima tentáculos, que pueden alcanzar más de diez veces la longitud del cuerpo. Su comportamiento sigue siendo prácticamente desconocido, ya que solo se han obtenido unas pocas observaciones en estado salvaje. Las expediciones del SOI han conseguido algunas de las grabaciones de mayor calidad hasta la fecha,





Sexto Acto

"Abismo"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 51

Nadie pronunciaba palabra alguna después de aquel numerito con la pistola y el tabaco pisoteado. Me invadió una dualidad bastante grotesca: por un lado, la plácida calma de saber que volvía a tener todo bajo mi control absoluto; por el otro, la intranquilidad de haber tenido que imponer el orden a punta de cañón. Lo curioso de este encierro es que nunca me imaginé que lo que más terminaría echando de menos sería el movimiento. No el nuestro, que ya era el de unos cadáveres con pulso lento, sino el de cualquier otra cosa en el universo. Una hoja seca empujada por el viento. Un perro cruzando la calle. Un insecto suicida golpeando repentinamente una bombilla. Cualquier vida ajena.

Pasaron días enteros sin que apareciera absolutamente nada tras las ventanas. Solo negrura. Una oscuridad tan densa y uniforme que llegué a considerar seriamente la posibilidad de que el océano se hubiera acabado.

Entonces apareció un pez. Era pequeño. Absurda y ridículamente pequeño para un océano de semejante inmensidad. Se aproximó con parsimonia hasta quedar suspendido justo frente al cristal. Me observó con la misma curiosidad analítica con la que yo llevaba semanas contemplando el abismo. Ninguno de los dos parecía tener la más mínima prisa. Pegué la frente contra el vidrio; el frío me calaba hasta las ideas.

— ¿Qué haces ahí dentro? — dijo. Su voz me desconcertó por completo. Sonó con una naturalidad tan aplastante, como si charlar con peces fuera el estándar de la normalidad y el verdadero chiflado aquí fuera yo.

— Buscamos vida — respondí, inflando el pecho con orgullo. Era la frase corporativa que llevaba meses ensayando para periodistas, estudiantes y patrocinadores multimillonarios. Buscamos vida.

El pez giró lentamente alrededor del sumergible. Examinó los focos, las hélices, las antenas. Volvió a colocarse

frente a mí y luego echó un vistazo hacia el interior de la cabina. Nos examinó uno a uno. Parecíamos, con diferencia, mucho más muertos que vivos.

— ¿Y la habéis encontrado? — no contesté. Comprendí que esa maldita pregunta admitía demasiadas respuestas y ninguna jugaba a nuestro favor. El pez continuó flotando, esperándome. No parecía incómodo con el vacío ni con mi falta de elocuencia; al fin y al cabo, los peces llevan millones de años perfeccionando el arte del silencio — Es curioso — añadió. — ¿El qué?

— Siempre que me cruzo con humanos están buscando vida.

Sentí un impulso absurdo de ponerme a discutir a voces. Decidí cambiar de tercio y soltarle una verdad que no le había admitido ni a mi propio reflejo:

— Creo que se me ha ido la cabeza. Que me estoy volviendo loco — El pez ni se inmutó. No hubo drama en su mirada de cristal.

— ¿Desde cuándo?

— Hace un par de días — murmuré. Él aleteó lentamente, como quien escucha una queja rutinaria.

— Bah. Todavía eres un novato.

Nos quedamos un rato largo mirándonos a los ojos. Él fuera, en su desierto helado; yo dentro, en mi ataúd de hojalata. Finalmente, dio media vuelta y empezó a perderse en el fondo hasta disolverse.

Me incorporé. La tripulación me clavaba unos ojos como platos. Me imagino que, desde su perspectiva cuerda y aburrida, ver a su capitán pegando la boca al cristal para mantener una acalorada tertulia con la nada tiene que ser la confirmación oficial de mi locura. Me da exactamente igual lo que piensen. Gracias a este brote de demencia soy un hombre bastante más sabio que hace cinco minutos.

Si algún día alguien rescata la caja negra de este trasto y pregunta qué demonios descubrimos en esta expedición, jamás les diré que mi mayor hallazgo fue una pregunta. Una pregunta que jamás supe responder.



DEL GRIEGO **THALASSA** ΘÁΛΑΣΣΑ, «MAR»



DEL GRIEGO **PHOBOS** ΦÓΒΟΣ, «MIEDO»

Hay un momento en el que el mar deja de ser un paisaje y se convierte en un abismo. Basta con alejarse unos cientos de metros de la costa y dejar que el fondo desaparezca bajo los pies. El agua sigue siendo la misma, pero la sensación cambia por completo. Allí no vemos tiburones, ni monstruos marinos. Sin embargo, para muchas personas, ese simple vacío resulta insoportablemente angustiante. Ese miedo tiene un nombre: talasofobia.

Aunque popularmente se utiliza para describir el miedo al mar o a las grandes masas de agua, desde el punto de vista clínico se considera una fobia específica de tipo ambiental, una categoría recogida en los principales manuales diagnósticos de psiquiatría. Esto significa que no se trata simplemente de que a alguien «no le guste el mar». Para las personas que la padecen, la exposición al océano o incluso la contemplación de imágenes de grandes profundidades puede desencadenar una intensa respuesta de ansiedad acompañada de taquicardia, hiperventilación, tensión muscular, sudoración e incluso ataques de pánico. Como ocurre con el resto de las fobias específicas, el miedo es desproporcionado respecto al riesgo real, pero eso no lo hace menos auténtico. Lo curioso es que la psicología moderna cree que el problema quizá no sea el océano. Sea cual sea el nombre que le demos a la fobia, el verdadero enemigo parece ser la incertidumbre. En 2016, el psicólogo canadiense R. Nicholas Carleton propuso una idea que ha ganado mucho peso en los últimos años: el llamado miedo a lo desconocido (Fear of the Unknown). Según esta teoría, uno de los mayores desencadenantes de la ansiedad humana no es el peligro en sí, sino la incapacidad para predecirlo. Nuestro cerebro tolera sorprendentemente bien los riesgos cuando puede medirlos, pero reacciona de forma muy distinta cuando carece de información suficiente para anticipar qué puede ocurrir. El océano profundo representa casi a la perfección ese escenario. Bajo nuestros pies puede haber diez metros de agua o cinco mil. No existe un horizonte bajo el agua, no hay referencias espaciales claras, la luz desaparece rápidamente y la visibilidad se reduce hasta convertirse en oscuridad absoluta. En ese contexto, el cerebro hace lo que mejor sabe hacer: completar los huecos. Paradójicamente, no solemos tener miedo de lo que vemos. Tenemos

miedo de lo que podríamos llegar a ver. Esta reacción tiene sentido si observamos nuestra propia historia evolutiva. Durante millones de años, los seres humanos evolucionamos caminando sobre tierra firme. Nuestro sistema perceptivo se desarrolló para interpretar un mundo donde siempre existía un suelo bajo los pies, un horizonte visible y una gravedad constante que nos permitía orientarnos. Incluso nuestros ojos están diseñados para funcionar en el aire y con abundante luz. El océano profundo rompe todas esas reglas de golpe. En cierto modo, el ser humano nunca llegó a adaptarse biológicamente a ese entorno. No es casualidad que la inmensa mayoría de mamíferos terrestres experimente una profunda sensación de vulnerabilidad cuando abandona el suelo y entra en un medio donde respirar, orientarse o escapar resulta mucho más complicado. Desde esta perspectiva, la talasofobia deja de parecer una rareza psicológica para convertirse en una exageración de un mecanismo que probablemente fue útil durante nuestra evolución. Desconfiar de un entorno desconocido, del que no podíamos obtener información y en el que nuestras capacidades estaban muy limitadas, aumentaba las probabilidades de supervivencia. Nuestro cerebro sigue reaccionando hoy del mismo modo, aunque la amenaza real sea prácticamente inexistente.

Lo más paradójico de todo es que el mismo océano capaz de provocar ataques de pánico constituye también uno de los ambientes más relajantes para el cerebro humano. En psicología ambiental existe un concepto conocido como Blue Mind, popularizado por el biólogo marino Wallace J. Nichols. Numerosos estudios muestran que contemplar el mar, escuchar el sonido de las olas o permanecer cerca del agua reduce los niveles de cortisol, disminuye la frecuencia cardíaca y favorece estados de calma y bienestar. ¿Cómo puede el mismo paisaje producir paz y terror al mismo tiempo? La diferencia parece residir en el control. Mientras podemos ver el fondo, distinguir la costa o mantener referencias visuales claras, el océano transmite seguridad, serenidad. Pero basta con que esas referencias desaparezcan para que el cerebro interprete que ha perdido la capacidad de comprender el entorno. La calma da paso a la incertidumbre, y la incertidumbre, al miedo.

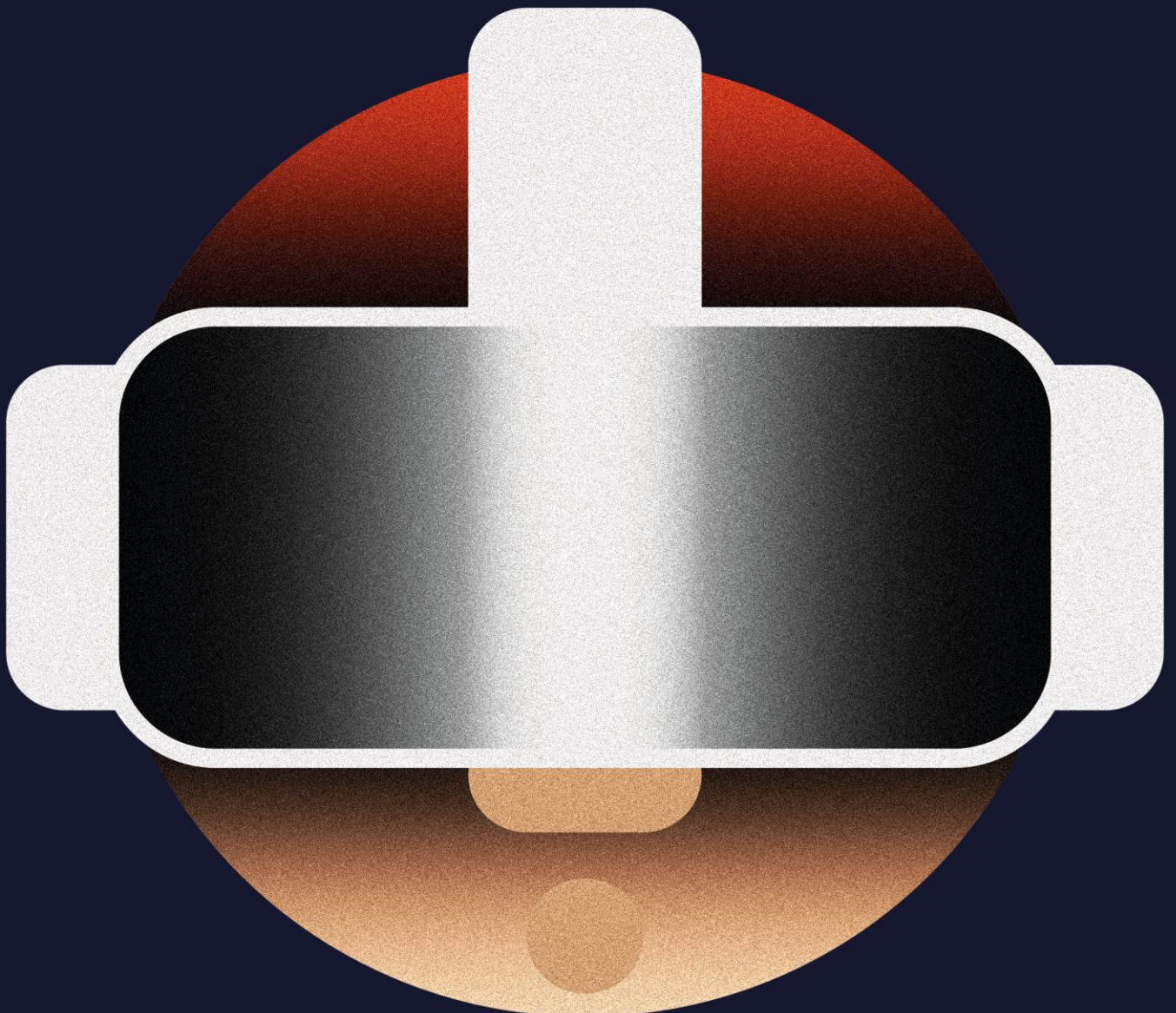
SUBNAUTICA

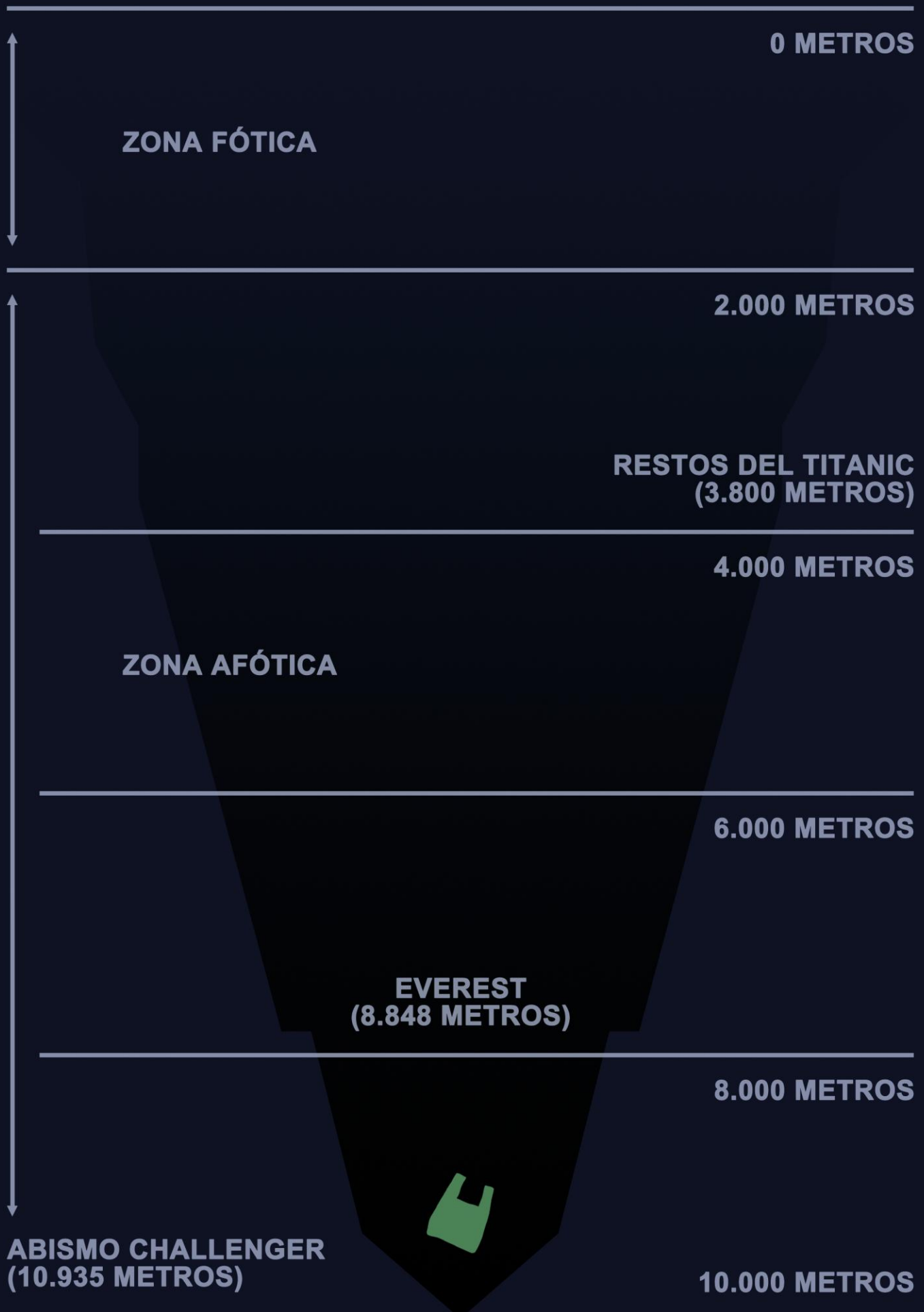
EL USO DE LA REALIDAD VIRTUAL PARA EL TRATAMIENTO DE FOBIAS

Si alguna vez preguntas cuál es el videojuego que mejor representa la talasofobia, probablemente encontrarás una respuesta casi unánime. Subnautica. Se trata de un juego de exploración, donde a medida que el jugador desciende, el fondo desaparece, la luz se extingue y el silencio lo invade todo. Aunque el juego alberga enormes depredadores, muchos jugadores aseguran que el momento más angustiante no es cuando aparece una criatura. No son pocos los usuarios que reconocen haber abandonado la partida incapaces de seguir descendiendo. Sin proponérselo, Subnautica se ha convertido en un auténtico experimento psicológico sobre el miedo a las profundidades, reproduciendo algunos de los principales desencadenantes de la talasofobia: la pérdida de referencias visuales, la incertidumbre y la sensación constante de vulnerabilidad.

Paradójicamente, esa misma tecnología que puede despertar una fobia también está empezando a utilizarse

para combatirla. En psicología clínica, la realidad virtual se ha consolidado como una herramienta para el tratamiento de las fobias mediante terapia de exposición. En lugar de enfrentarse directamente al estímulo real, el paciente se expone de forma gradual y controlada a escenarios virtuales diseñados para provocar ansiedad sin poner en riesgo su seguridad. El terapeuta puede modificar variables como la profundidad, la visibilidad o la distancia al agua, adaptando la intensidad de la exposición al ritmo de cada persona. Los estudios realizados hasta la fecha muestran que este tipo de intervención consigue reducir significativamente la ansiedad asociada a muchas fobias, incluida la talasofobia. Quizá resulte irónico que la misma tecnología capaz de hacer que miles de personas apaguen el ordenador por miedo a un océano ficticio sea también una de las herramientas más prometedoras para enseñar al cerebro que, en ocasiones, la mayor amenaza no habita bajo el agua, sino en nuestra propia percepción de lo desconocido.







> Durante miles de años el ser humano creyó conocer el océano. Navegábamos su superficie, pescábamos en sus costas y trazábamos rutas comerciales entre continentes. Sin embargo, bajo la quilla de aquellos barcos se escondía un mundo del que no sabíamos absolutamente nada. Durante buena parte del siglo XIX, muchos científicos estaban convencidos de que la vida marina desaparecía a medida que aumentaba la profundidad. La falta de luz, las bajas temperaturas y la enorme presión parecían incompatibles con cualquier forma de vida compleja. Se pensaba que, más allá de unos pocos cientos de metros, el océano era poco más que un inmenso desierto.

> Aquella idea comenzó a tambalearse en 1860, cuando el naturalista británico Michael Sars encontró invertebrados viviendo a profundidades mucho mayores de las esperadas. Poco después, entre 1872 y 1876, la expedición del HMS Challenger revolucionó para siempre la oceanografía. Considerada la primera gran expedición científica dedicada exclusivamente al estudio de los océanos, recorrió más de 120.000 kilómetros tomando miles de muestras biológicas, midiendo la temperatura del agua y realizando sondeos de profundidad mediante largas cuerdas con pesos de plomo. Aquellos datos no solo demostraron que la vida se extendía mucho más allá de lo que se creía, sino que revelaron un fondo oceánico plagado de montañas, volcanes y fosas.

> Décadas más tarde, en 1951, el buque británico HMS Challenger II empleó una tecnología mucho más precisa, la ecosonda, para localizar el punto

más profundo conocido del planeta. Aquel lugar recibió el nombre de Abismo Challenger en honor al barco que lo cartografió. Situado en el extremo sur de la Fosa de las Marianas, en el océano Pacífico occidental, alcanza aproximadamente 10.935 metros de profundidad. Si colocáramos el Everest dentro de la fosa, seguiría quedando sumergido bajo más de dos kilómetros de agua. Sin embargo, medir aquella profundidad era solo el primer paso. El verdadero desafío consistía en llegar hasta el fondo.

> Ese reto se consiguió el 23 de enero de 1960, cuando el oceanógrafo suizo Jacques Piccard y el teniente estadounidense Don Walsh descendieron a bordo del batiscafo Trieste. Tras casi cinco horas de descenso alcanzaron el lecho del Abismo Challenger bajo una presión superior a las 1.100 atmósferas, equivalente al peso de un automóvil apoyado sobre una uña. Permanecieron apenas veinte minutos antes de iniciar el ascenso, pero fue tiempo suficiente para demostrar que incluso el lugar más profundo de la Tierra no estaba desprovisto de vida. Observaron pequeños organismos desplazándose sobre el sedimento y recogieron las primeras impresiones directas de un paisaje que ningún ser humano había contemplado antes.

> Lo más sorprendente es que, después de aquella hazaña, nadie volvió durante más de medio siglo. Mientras la humanidad enviaba astronautas a la Luna, exploraba Marte con robots y lanzaba sondas más allá del Sistema Solar, el lugar más profundo de nuestro propio planeta permanecía prácticamente olvidado. En plena

Guerra Fría, la carrera espacial absorbió una enorme cantidad de recursos económicos y tecnológicos, mientras que la exploración submarina, mucho más costosa y compleja de lo que suele parecer, avanzó a un ritmo mucho más lento. Cada nueva expedición parece responder una sola pregunta para plantear diez nuevas y la realidad es que seguimos conociendo mucho mejor la superficie de la Luna que el fondo del océano.

> No fue hasta 2012 cuando el cineasta James Cameron, director de *Titanic* y *Avatar*, diseñó y financió su propio sumergible, el *Deepsea Challenger*, para descender en solitario hasta el fondo de la Fosa de las Marianas. Su inmersión permitió obtener imágenes de alta resolución, recoger nuevas muestras biológicas y geológicas y cartografiar con mayor precisión aquel paisaje extremo. Cameron describió el fondo como un entorno silencioso y casi extraterrestre, una inmensa llanura de sedimentos donde el tiempo parecía haberse detenido.

> La expedición más reciente en 2019, fue durante la *Five Deeps Expedition*, donde el explorador Victor Vescovo descendió varias veces al Abismo Challenger y descubrió algo profundamente deprimente. Encontró una bolsa de plástico. A casi once kilómetros de profundidad. Posteriormente también aparecieron microplásticos, contaminantes orgánicos persistentes, PCB y mercurio. Incluso el lugar más remoto del planeta ya muestra la inevitable huella del ser humano, un hallazgo que dio la vuelta al mundo y que se convirtió en uno de los símbolos más contundentes de la contaminación global.

Sexto Acto

"Abismo"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 51

Compartíamos la última cena entre todos. Estábamos fulminando las últimas reservas de sardinas en lata y, de alguna forma absurda, volvíamos a sentirnos como una familia. Pero nada más lejos de la realidad: aquella no fue más que una de esas bromas pesadas de la vida, una de esas veces en las que el destino te devuelve algo por última vez solo para arrebatártelo definitivamente.

Cada cual mantenía sus propios lujos y miserias a la hora de devorar su ración. Había quienes desechaban el escabeche con remilgos, mientras otros sorbían el aceite salado directamente del metal como si se tratara de un elixir divino. Unos guardaban las formas usando cubiertos; otros desmenuzaban las lascas de pescado grasiento con sus propias manos mugrientas. Pero todos, absolutamente todos, rebañaron hasta el último gramo de sardina, dejando aquellos recipientes de hojalata limpios y vacíos. Tan vacíos como quedaría el Aplysia en cuestión de minutos.

Por fin dejaríamos de dar palos de ciego: estábamos a punto de darnos un buen golpe frontal contra la farola.

El oxígeno era ya un lujo tan escaso que nadie malgastaba aliento en hablar. Las miradas en un espacio tan pequeño terminan hablando por sí solas, y con un simple cruce mantuvimos una conversación larga, tendida y silenciosa sobre nuestro destino y sobre todo lo que, al fin y al cabo, habíamos masticado a lo largo de esta bendita locura.

Las extrañas ocurrencias de Mei; la presencia tan enternecedora como estrafularia de Don Lázaro y Doña Matilde; aquellos bancos de salmones remontando el río contracorriente; el insólito ladrón de rosquillas; el rescate de Orisa y sus peripecias imposibles con mi nieto; la tribu anfibia; los viajes psicodélicos a bordo; la dichosa transmisión militar; la huida a la desesperada y esa otra huida, más lenta, de la propia realidad. He visto a esta tripulación romperse en

pedazos y volverse a construir a base de remaches de fortuna. He visto islas gigantescas de plástico flotando como continentes de basura, calamares voladores desafiando la gravedad y a muchos de los míos caer asfixiados, uno a uno. Hemos escuchado la historia del abismo, hemos caído de lleno en la estúpida trampa del antropocentrismo creyendo que el mar nos debía algo, y he presenciado de nuevo el resquebrajamiento definitivo de la tripulación y, con él, la muerte de nuestro vínculo.

Arriba, en la superficie, nadie espera mi regreso. Y eso, lo admito, bien podría ser la excusa perfecta para frustrar las expectativas de quienes ya me daban por muerto. Sin embargo, también es el pretexto ideal para quedarme justo aquí, en el océano, para siempre. En el sitio donde me he criado desde que era un crío, cuando limpiaba las vísceras apestosas de los bacalaos; el único rincón del planeta al que, por puro derecho de mugre y sal, puedo llamar hogar. Desde el mismísimo principio mi único deseo era terminar mis días abrazado por esta masa interminable de agua.

Eres un egoísta de mierda. Has arrastrado a la muerte a toda esta gente. Insensato. Irresponsable.

Las voces en mi cabeza se peleaban a dentelladas, pero me dio igual. ¿Acaso la vida no es más que una muerte lenta e indolora?

Todos y cada uno de los que embarcaron aquel maldito día en el Cormorán tenían sus propios motivos para huir: la aburrida burocracia de los despachos, la condena a muerte lenta de la vida de jubilado, un pasado oscuro, las garras de un felino o las mismísimas fauces del mar, que amenazan con engullir pueblos enteros sin conocer jamás el perdón ni la misericordia.

Todos y cada uno asumieron el riesgo brutal que implica la verdadera aventura: el precio de entrada a un viaje sin retorno. Un precio, al fin y al cabo, ridículamente bajo si se comparaba con la sola promesa de



rozar el triunfo y la gloria.

Lo cierto es que el océano no nos debe nada; somos nosotros quienes se lo debemos todo a él.

El mar es un regulador climático feroz e implacable: lo que ocurre en sus aguas ecuatoriales retumba en la meteorología de cada rincón del planeta, del mismo modo que el Atlántico Norte impone sus condiciones sobre el clima de Europa y Norteamérica, devorando el exceso de calor y amortiguando a duras penas las fiebres del cambio climático.

Él custodia los miles de kilómetros de cables ciegos que sostienen nuestras comunicaciones globales, así como los depósitos de petróleo y gas natural, que no son más que los restos fosilizados de lo que en su día fueron seres vivos.

Muchos de los principios activos que salvan vidas en las farmacias provienen del laboratorio silencioso de las criaturas marinas, las cuales, además, sirven de alimento diario a millones de bocas en la superficie.

Todo, absolutamente todo lo que roza al océano, termina repercutiendo de una forma u otra en nuestra propia supervivencia. Y es justo ahí, en esa dependencia absoluta y ciega, donde reside la urgencia vital de cuidarlo.

En medio de esta mini tertulia sobre la relación tóxica, destructiva y abusiva

que el ser humano comparte con el mar, una luz se encendió en mitad de mi ruina mental. Veo con una claridad casi cegadora quién es el único capaz de salvarnos de semejante embrollo.

Y no, no hablo de salir con vida de esta lata helada ni de rescatar a mi golpeada tripulación de las garras del abismo. Hablo de una salvación mucho más amplia y definitiva. Nuestra salvación. La salvación de este planeta.

— Dakuwaqa — dije, rompiendo el silencio.

Todos me vieron presionar el retén, desenfundar mi arma y vaciar las balas sobre el suelo con un tintineo seco y metálico que retumbó en las paredes. Igualmente, todos me observaron fijamente mientras envolvía con un cuidado casi religioso mi cuaderno de bitácora en la tela de poliéster y nailon de mi viejo chubasquero, atándolo con tres nudos ciegos.

Me acerqué a él, le clavé la mirada y le entregué el paquete como si fuera un corazón aún latiendo.

— Eres el único capaz de soportar la presión que hay ahí fuera. Sal y sé un héroe. Puedes honrar a tu pueblo, a todos los que hemos muerto hoy aquí. Sin mediar palabra, Dakuwaqa tomó el cuaderno. Sobre sus hombros cayó de golpe el peso insoportable de todas nuestras miradas. Acto seguido, con la voz serena de quien no teme, recitó lo

que parecía ser una oración sagrada, un dogma ancestral grabado a fuego en los nativos desde su infancia:
 -Océano, cuna y tumba: la loba que amamanta y la flecha que atraviesa tu costado. Inicia todos los procesos y los cierra sin dejar ninguna fuga.

Así será el transcurrir implacable de los hechos: abriremos los ventanales de una pedrada, Dakuwaqa saldrá disparado como una saeta con nuestra carta de salvación bajo el brazo y, en el interior, el agua helada comenzará a entrar a trompicones salvajes. Las presiones de dentro y de fuera lucharán en un duelo atroz por igualarse, haciendo que las paredes de La Catedral se encojan poco a poco como una miserable lata de refresco bajo una apisonadora industrial. Moriremos aplastados o ahogados; la verdad, no tengo la más mínima idea de cuál de los dos finales es más

desagradable. Aunque peor será el remordimiento devorándose las tripas por haber conducido a mi gente hasta este extremo, o la puñalada de la incertidumbre al no saber si he actuado como un visionario o como un completo demente.

Lo reconozco: supongo que los más afortunados fueron aquellos que perdieron el conocimiento días antes de la catástrofe, o mejor aún, los que huyeron como cobardes a tiempo para ser devueltos a la calidez de sus casas por la milicia.

Al final, me queda la firme convicción de que el mundo no es más que una gigantesca lata de sardinas: un lugar helado y hermético donde estamos todos atrapados, apretados cuerpo a cuerpo en la penumbra, mientras la emoción, esa sustancia viscosa y absurda, es el único aceite que lo baña todo.







¿POR QUE UN BIOLOGO MARINO ACABO CREANDO LA SERIE INFANTIL MAS FAMOSA DEL MUNDO ?



Puede resultar extraño que una de las series infantiles más famosas del mundo naciera de alguien cuyo camino profesional estaba, en principio, muy lejos de la televisión. Stephen Hillenburg era biólogo marino. Estudió biología marina y trabajó como educador en el Marine Institute de California, donde enseñaba a los niños sobre los organismos que habitaban las pozas de marea. Fue precisamente allí donde comenzó a mezclar sus dos grandes pasiones: la ciencia y el dibujo. Creó *The Intertidal Zone*, un cómic educativo protagonizado por diferentes animales marinos. Entre ellos se encontraba una pequeña esponja llamada Bob, el antepasado directo del personaje que conocemos hoy. Pero Hillenburg también quería dedicarse a la animación. Estudió en el California Institute of the Arts y posteriormente trabajó como director y guionista en *Rocko's Modern Life*, una serie donde aprendió cómo transformar sus dibujos y personajes en una serie de televisión. En 1999, Nickelodeon estrenó finalmente *SpongeBob SquarePants*.

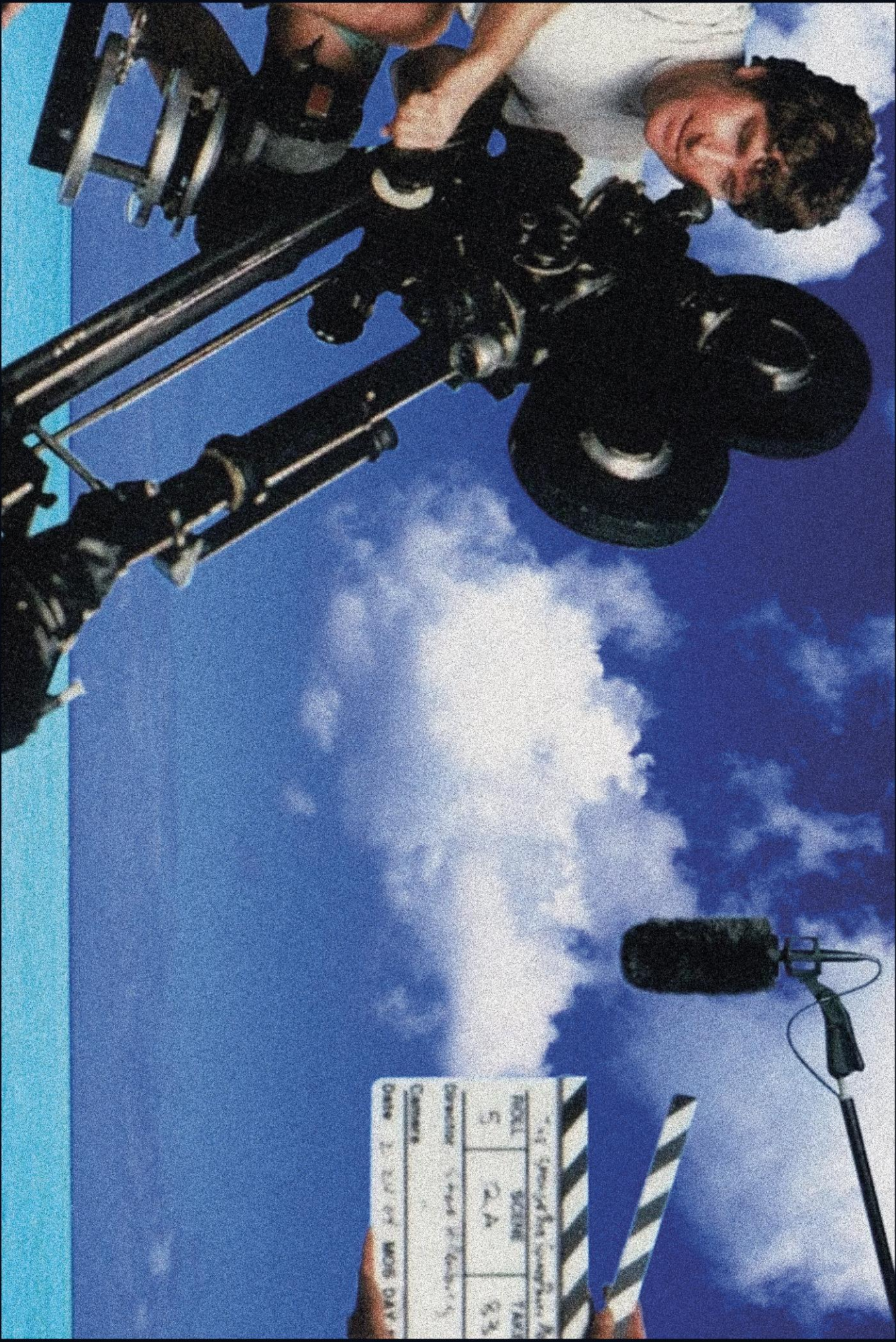
Fondo de Bikini no es un lugar tan inocente. Uno de los detalles más interesantes de la serie está escondido en su propio nombre. Bikini Bottom hace referencia al Bikini Atoll, el atolón de las Islas Marshall que Estados Unidos utilizó para realizar ensayos nucleares después de la Segunda Guerra Mundial. Entre 1946 y 1958 se llevaron a cabo allí

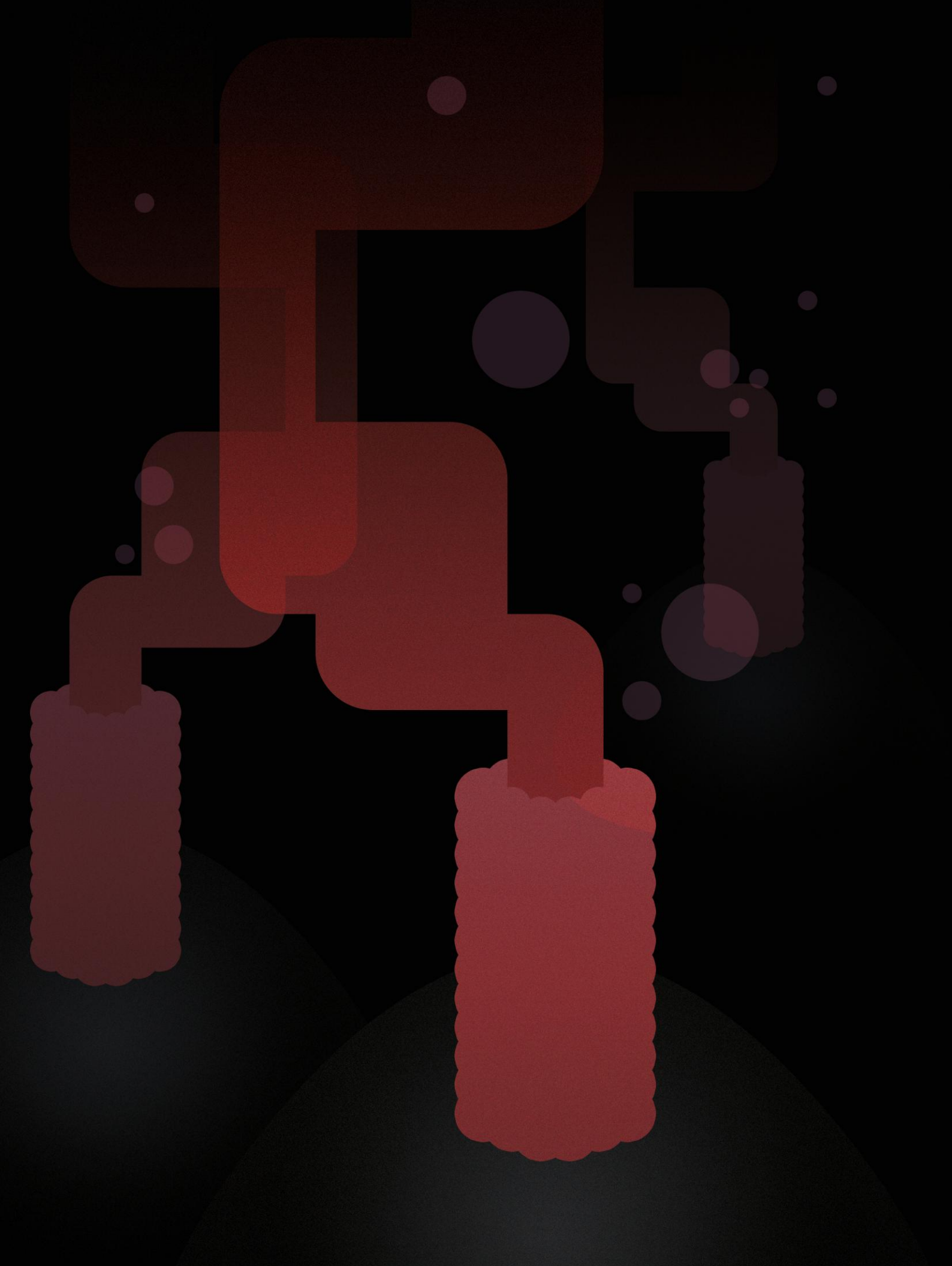


numerosas detonaciones nucleares, incluidas pruebas submarinas. Este detalle alimentó una de las teorías más curiosas sobre la serie: que sus habitantes serían animales marinos mutados como consecuencia de la radiación. Aunque la serie utiliza ocasionalmente imágenes y referencias relacionadas con explosiones nucleares, no existe evidencia de que esta sea la explicación oficial del origen de sus personajes.

Pero hay que separar inspiración, referencia y canon. Fondo de Bikini es científicamente imposible y, al mismo tiempo, está construido por alguien que conocía perfectamente el mundo que estaba deformando. No son errores de un desconocedor del océano. Son las consecuencias de llevar la biología a la caricatura. Hillenburg tenía además una ventaja que pocos creadores de series infantiles poseen: sabía exactamente qué estaba parodiando. La serie está repleta de organismos reconocibles y comportamientos inspirados, aunque exagerados, en la biología marina. Un hombre que había comenzado su carrera explicando a niños qué organismos podían encontrar en una poza de marea terminó creando un universo que millones de niños conocerían antes incluso de saber qué era una esponja marina. Hillenburg no abandonó la biología para dedicarse a la animación: convirtió la biología en el universo de su propia serie.







EL ORIGEN DE LA VIDA

Si pudiéramos viajar 4.000 millones de años atrás, la Tierra nos resultaría irreconocible. No existirían bosques, océanos repletos de peces ni una atmósfera rica en oxígeno. Nuestro planeta sería un lugar violento, castigado por el vulcanismo, el impacto constante de meteoritos y unas temperaturas muy superiores a las actuales. Y, sin embargo, en medio de aquel caos, la vida encontró la forma de abrirse paso. La pregunta es: ¿cómo? Durante décadas, la explicación más aceptada fue la teoría de la sopa primordial, según la cual los primeros compuestos orgánicos se formaron en charcas superficiales gracias a la energía procedente de tormentas eléctricas y radiación solar. Sin embargo, en la década de 1970 surgió una hipótesis alternativa que cambiaría por completo nuestra forma de entender el origen de la vida: las chimeneas hidrotermales submarinas.

Las chimeneas hidrotermales son estructuras que se forman en el fondo del océano cuando el agua del mar se filtra a través de las grietas de la corteza terrestre. Durante su recorrido, el agua se calienta, reacciona con las rocas y vuelve a emerger cargada de minerales y compuestos químicos. En algunos casos, estos fluidos precipitan y construyen enormes torres minerales que pueden alcanzar decenas de metros de altura. Lo más sorprendente es que estos ecosistemas prosperan sin necesidad de luz solar. Mientras que la inmensa mayoría de los seres vivos dependen directa o indirectamente de la fotosíntesis, los organismos que habitan alrededor de las chimeneas obtienen la energía a partir de reacciones químicas. En otras palabras, la vida no está impulsada por la luz, sino por la química. Y eso llevó a muchos investigadores a preguntarse si algo parecido pudo ocurrir hace miles de millones de años.

La vida está construida a partir de moléculas orgánicas: aminoácidos, lípidos, azúcares y nucleótidos. El gran misterio consiste en explicar cómo aparecieron estas moléculas en un planeta donde todavía no existían seres vivos. La hipótesis hidrotermal propone que los minerales presentes en las chimeneas actuaron como catalizadores naturales. Elementos como el hierro, el níquel y el azufre aceleraron reacciones químicas capaces de transformar compuestos inorgánicos sencillos, como el dióxido de carbono, el hidrógeno o el metano, en moléculas orgánicas cada vez más complejas. Es como si la propia geología hubiera funcionado como un gigantesco laboratorio químico. La formación de moléculas orgánicas no era suficiente. También era necesario que permanecieran juntas. Las chimeneas hidrotermales poseen una estructura llena de cavidades microscópicas. Estos

compartimentos actuaban como pequeñas habitaciones capaces de concentrar sustancias químicas que, en condiciones normales, se habrían dispersado en el océano. Muchos investigadores consideran que estos poros minerales pudieron desempeñar el papel de las primeras membranas celulares. Allí, protegidas del exterior, las moléculas orgánicas pudieron interactuar, acumularse y organizarse. La naturaleza había inventado las células antes incluso de que existieran las células. Uno de los aspectos más fascinantes de esta teoría es el papel de la energía. Las chimeneas hidrotermales generan una diferencia química entre el interior y el exterior de sus cavidades. El agua que emerge de ellas posee un pH alcalino, mientras que el océano primitivo era más ácido. Esa diferencia produce un gradiente de protones, una especie de desnivel energético comparable al de una batería. Curiosamente, todas las células actuales utilizan exactamente el mismo mecanismo. Las mitocondrias de nuestras células generan energía gracias a gradientes de protones. Dicho de otra manera: el proceso que mantiene con vida a un ser humano podría ser una herencia directa de aquellas chimeneas surgidas hace miles de millones de años. Con el tiempo, algunas moléculas comenzaron a organizarse espontáneamente en pequeñas vesículas, estructuras parecidas a burbujas microscópicas. Estas vesículas fueron capaces de aislar un entorno interno del exterior, dando lugar a las primeras protocélulas. Dentro de ellas apareció otro protagonista: el ARN. Antes del ADN, el ARN pudo desempeñar un doble papel. Era capaz de almacenar información y, al mismo tiempo, de participar en reacciones químicas. Algunos fragmentos de ARN adquirieron la capacidad de copiarse a sí mismos, introduciendo un concepto revolucionario en la historia de la Tierra: la reproducción. Más adelante, la evolución favoreció la aparición del ADN, cuya mayor estabilidad permitió almacenar la información genética de una forma más segura y duradera.

No sabemos cuál fue la primera célula ni dónde apareció exactamente. Lo que sí sabemos es que todos los seres vivos compartimos un antepasado común conocido como LUCA (Last Universal Common Ancestor). Bacterias, plantas, hongos, peces, aves y seres humanos descendemos de aquel organismo primitivo. Quizá nunca podamos demostrar con absoluta certeza que la vida nació en una chimenea hidrotermal. Mientras contemplamos estos ecosistemas en las profundidades del océano, estamos observando algo más que una curiosidad geológica. Es posible que estemos contemplando el escenario donde la materia inerte aprendió, por primera vez, a llamarse vida.

Séptimo Acto

"El Hades"

CUADERNO DE BITÁCORA - DÍA 268

Hoy es el funeral por los muertos a bordo del Aplysia. Han pasado ya varios meses desde la catástrofe y mi memoria se niega a soltar el lastre de todo lo que vivimos quienes nos embarcamos en aquella aventura. Presiento que la sal de esos días se ha quedado incrustada en mis huesos para siempre.

Ahora me presento ante el mundo como un hombre adaptado, una pieza que ha encajado a presión en el engranaje de la sociedad occidental.

Nada queda en apariencia de aquel nativo salvaje, salvo un cordón umbilical invisible que me sigue uniendo al mar y, por supuesto, la pesadez del recuerdo.

Mi transición a esta nueva existencia no ha sido un camino fácil: me ha tocado aprender a caminar sobre el asfalto rígido, un suelo muerto que no se mueve ni respira como las cubiertas de madera o el lomo del agua.

Aquí todo se articula en torno a los edificios, como los llaman; unas moles de piedra y cristal donde las personas se hacinan en celdas organizadas para cumplir funciones microscópicas. Hay colmenas enteras llenas de curanderos a las que acuden los enfermos buscando remedios para el cuerpo, y otras a las que envían a los niños para moldearlos antes de que conozcan el mundo.

Sorprendentemente, nadie consigue su propio alimento: el pescado llega a las mesas con una facilidad mágica y aterradoramente, embalsamado en plásticos a cambio de unas piedras pequeñas, redondas y brillantes que dominan la voluntad de los hombres.

Durante mis primeras semanas observaba fascinado cómo esas pequeñas fichas de metal compraban sonrisas instantáneas. Llegué a pensar que eran el amuleto supremo, pues jamás vi a nadie triste mientras conservara un puñado de ellas en la palma de la mano. Hasta hoy. Hoy he comprendido que de nada sirve acumular todo el metal del mundo

cuando aquellos a quienes amas ya no están.

Quienes me rescataron cuando rompí la superficie del agua llevaban estampada una cruz roja idéntica a la mía. He dedicado mucho tiempo a descifrar el peso de ese símbolo, el cual volvió a manifestarse hoy en el cementerio.

En la ceremonia, multitud de hombres y mujeres se agolpaban en silencio alrededor de los sarcófagos, los nichos y las tumbas. Todos tenían algo que musitarle a sus seres queridos: un susurro arrepentido, una lágrima contenida o el eco de una antigua risa. Como alguien a quien todavía le queda un océano de ignorancia por drenar, quise involucrarme y sumergirme de corazón en el proceso de honrar a nuestros caídos. Busqué en el poso de mis recuerdos los momentos especiales que compartí con cada uno de ellos. Cerré los ojos para apagar los sentidos que me distraían del entorno, y solo así logré viajar de vuelta a aquellos días. Reí a solas, lloré a solas. Me consta que, desde fuera, mi figura abatida debió de parecer la de un completo demente hablando con fantasmas. No me importa. Sigo siendo un hombre sentimental, por mucho que me haya curtido entre el agua fría y la sal, por mucho que me hayan obligado a cazar, a sufrir por mi cuenta, a digerir el dolor sin la ayuda de nadie.

Ahora que he aprendido a hablar este idioma con fluidez, me doy cuenta de que la barrera del lenguaje jamás existió en realidad. Me cuesta traducir en palabras lo que pienso, y dar forma a lo que siento es casi imposible.

Sin embargo, algo en el funeral llamó poderosamente mi atención. Aunque la multitud inundó el camposanto, nadie, absolutamente nadie, acudió a honrar la memoria del capitán. Todos vinieron llorando otros nombres: a Coral, a la Hermana Celeste, al doctor Otto, incluso al pequeño Camarón.

A decir verdad, el viejo siempre fue un señor raro, de trato difícil, envuelto en sus bromas pesadas e intoxicando a

cuantos se le acercaban con su extraña forma de pensar y de ser. Y aunque tal vez lo hiciera como un mecanismo de defensa inconsciente, esa tumba vacía de flores refleja la condena final del capitán: tratar mal a las personas hace que poco a poco, todos terminen alejándose de ti, exactamente igual que la vida se retira en silencio de un arrecife enfermo; sin hacer ruido, sin despedidas. Poco a poco, los peces migran a otras

aguas, los crustáceos abandonan las grietas y la fauna invasora devora lo poco que queda. El ecosistema muere calcinado de dentro hacia fuera, hasta convertirse en un cementerio de calcio.

Y en medio de esa avalancha de reflexiones pensé en los cocoteros. Su estrategia de dispersión es notable: caen, flotan y viajan. Quizá no tan diferente de nosotros, cada uno a la deriva de su propio motivo absurdo.



05

Hanyuda, T., Wakana, I., Arai, S., Miyaji, K., Watano, Y., & Ueda, K. (2002). Phylogenetic relationships within Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta) inferred from 18S rRNA gene sequences, with special reference to *Aegagropila linnaei*. *Journal of phycology*, 38(3), 564-571.

Nakayama, K., Komai, K., Amano, M., Horii, S., Somiya, Y., Kumamoto, E., & Oyama, Y. (2023). Ideal water temperature environment for giant Marimo (*Aegagropila linnaei*) in Lake Akan, Japan. *Scientific Reports*, 13(1), 16834.

Nakayama, K., Komai, K., Ogata, K., Yamada, T., Sato, Y., Sano, F., ... & Oyama, Y. (2021). The structure and formation of giant Marimo (*Aegagropila linnaei*) in Lake Akan, Japan. *Scientific Reports*, 11(1), 22017.

Obara, A., Ogawa, M., Oyama, Y., Suzuki, Y., & Kono, M. (2022). Effects of high irradiance and low water temperature on photoinhibition and repair of photosystems in Marimo (*Aegagropila linnaei*) in Lake Akan, Japan. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(1), 60.

07

Dittman, A. H., & Quinn, T. P. (1996). Homing in Pacific salmon: mechanisms and ecological basis. *Journal of Experimental Biology*, 199(1), 83-91.

Hasler, A. D., & Scholz, A. T. (2012). Olfactory imprinting and homing in salmon: investigations into the mechanism of the imprinting process (Vol. 14). Springer Science & Business Media.

12

Bauer, G. (2001). *Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida: With 38 Tables* (Vol. 145). Springer Science & Business Media.

Lima, M. L. (2015). *Perspectives on Current Knowledge and Conservation of Freshwater Mussels (Bivalvia: Unionoida)*. PQDT-Global.

Zanatta, D. T., & Murphy, R. W. (2006). Evolution of active host-attraction strategies in the freshwater mussel tribe Lampsilini (Bivalvia: Unionidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 41(1), 195-208.

17

Sanchez-Vidal, A., Canals, M., De Haan, W. P., Romero, J., & Veny, M. (2021). Seagrasses provide a novel ecosystem service by trapping marine plastics. *Scientific reports*, 11(1), 254.

University of Barcelona. (2021, January 14). Posidonia marine seagrass can catch and remove plastics from the sea. *ScienceDaily*. Retrieved January 20, 2026 from www.sciencedaily.com/releases/2021/01/210114130151.htm

21

Stander, P. E. (2019). Lions (*Panthera leo*) specialising on a marine diet in the Skeleton Coast Park, Namibia. *Namibian Journal of Environment*, 3, A-10.

25

McLaughlin, P. A., & Lemaitre, R. (1997). Carcinization in the Anomura-fact or fiction? I. Evidence from adult morphology. *Contributions to Zoology*, 67(2), 79-123.

Scholtz, G. (2014). Evolution of crabs—history and deconstruction of a prime example of convergence. *Contributions to Zoology*, 83(2), 87-105.

Wolfe, J. M., Luque, J., & Bracken-Grissom, H. D. (2021). How to become a crab: Phenotypic constraints on a recurring body plan. *BioEssays*, 43(5), 2100020.

27

Scholtz, G. (2014). Evolution of crabs—history and deconstruction of a prime example of convergence. *Contributions to Zoology*, 83(2), 87-105.

Stayton, C. T. (2015). What does convergent evolution mean? The interpretation of convergence and its implications in the search for limits to evolution. *Interface focus*, 5(6), 20150039.

Vista al Mar. (2014). Un crustáceo de 110 millones de años de edad sostiene una pieza esencial del rompecabezas evolutivo. *Vista al Mar*. Recuperado de <https://www.vistaalmar.es/ciencia-tecnologia/fosiles-marinos/4461-un-crustaceo-de-110-millones-de-anos-de-edad-sostiene-una-pieza-esencial-del-rompecabezas-evolutivo.html>

Vista al Mar. (2021). Descubren el primer cangrejo de la era de los dinosaurios completamente conservado en ámbar. *Vista al Mar*. Recuperado de <https://www.vistaalmar.es/ciencia-tecnologia/fosiles-marinos/10505-descubren-primer-cangrejo-era-dinosaurios-completamente-conservado-ambar.html>

30

Gregory, T. R. (2009). Artificial selection and domestication: modern lessons from Darwin's enduring analogy. *Evolution: Education and Outreach*, 2(1), 5-27.

Vista al Mar. (2017). Heikegani: el cangrejo con cara humana. Vista al Mar. Recuperado de <https://www.vistaalmar.es/ciencia-tecnologia/historia/6769-heikegani-cangrejo-cara-humana.html>

33

BARROS, V. M. D. S., CARVALHO, P. A. D., & MARANGON, H. V. (2018). Caracterização da frutificação e síndrome de dispersão de espécies arbóreas em fragmentos de Mata Atlântica em Santa Bárbara do Tugúrio e Barbacena-MG. *Cadernos de Agroecologia*, 13(1).

Beveridge, F. C., Kalaipandian, S., Yang, C., & Adkins, S. W. (2022). Fruit biology of coconut (*Cocos nucifera* L.). *Plants*, 11(23), 3293.

Furlan, A. O., Muniz, C. C., Junior, E. S. O., Lázaro, W. L., de Souza Campos, D. V., & Carniello, M. A. (2022). Fenologia de cinco espécies de plantas com potencial para recursos de frutos no Pantanal. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 13(7), 27-39.

Gordon, A., & Jackson, J. (2017). Case study: application of appropriate technologies to improve the quality and safety of coconut water. In *Food safety and quality systems in developing countries* (pp. 185-216). Academic Press.

Gunn, B. F., Baudouin, L., & Olsen, K. M. (2011). Independent origins of cultivated coconut (*Cocos nucifera* L.) in the old world tropics. *Plos one*, 6(6), e21143.

Kubitzki, K., & Ziburski, A. (1994). Seed dispersal in flood plain forests of Amazonia. *Biotropica*, 30-43.

Nilsson, C., Brown, R. L., Jansson, R., & Merritt, D. M. (2010). The role of hydrochory in structuring riparian and wetland vegetation. *Biological Reviews*, 85(4), 837-858.

Van der Pijl, L. (1982). Principles of dispersal in higher plants (Vol. 214). Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-00799-0>

35

Amelio, M., & Martorelli, E. (2008). Seismo-stratigraphic characters of paleocontourites along the Calabro-Tyrrhenian margin (Southern Tyrrhenian Sea). *Marine Geology*, 252(3-4), 141-149.

Grant, R. A., Halliday, T., Balderer, W. P., Leuenberger, F., Newcomer, M., Cyr, G., Freund, F. T., & Martinelli, G. (2011). Ground water chemistry changes before major earthquakes and possible biological effects. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(1), 151-161. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-151-2011>

Kirschvink, J. L. (2000). Earthquake prediction by animals: Evolution and sensory perception. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 90(2), 312-323.

41

Abrahamsson, E., & Schagatay, E. (2014). A living based on breath-hold diving in the Bajau Laut. *Human evolution*, 29(1-3), 171-183.

Nimmo, H. A. (1999). The Bajau Laut: Adaptation, history, and fate in a maritime fishing Society of South-Eastern Sabah. *American Anthropologist*, 101(2), 461.

46

Annibaldi, A., Truzzi, C., Carnevali, O., Pignalosa, P., Api, M., Scarponi, G., & Illuminati, S. (2019). Determination of Hg in farmed and wild atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) muscle. *Molecules*, 24(7), 1273.

Bjerregaard, P., Fjordside, S., Hansen, M. G., & Petrova, M. B. (2011). Dietary selenium reduces retention of methyl mercury in freshwater fish. *Environmental science & technology*, 45(22), 9793-9798.

Clarkson, T. W., & Magos, L. (2006). The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Critical reviews in toxicology*, 36(8), 609-662.

Lavoie, R. A., Jardine, T. D., Chumchal, M. M., Kidd, K. A., & Campbell, L. M. (2013). Biomagnification of mercury in aquatic food webs: a worldwide meta-analysis. *Environmental science & technology*, 47(23), 13385-13394.

51

Espinosa, C. V., Balcázar, I. B., Lozano, J. C. M., Valencia, M. C. S., Olivares-Luchsinger, J., Martínez-Ayala, M. C., ... & Quintero, E. T. (2023). Manejo fisioterapéutico de la peste de los mares o escorbuto en el periodo colonial. *Medicina naturista*, 17(2), 56-59.

Lobera, I. J. (2017). Navegación e historia de la ciencia: Escorbuto. *Journal of Negative and No Positive Results*, 2(9), 416-430.

52

Battini, N., Castro, K. L., Abelando, M., Bortolus, A., & Schwindt, E. (2026). Managing biological invasions in ports: A model for assessing the risk of species introduction through ballast water and hull biofouling. *Marine Pollution Bulletin*, 226, 119410.

Grosholz, E. D., & Ruiz, G. M. (1996). Predicting the impact of introduced marine species: lessons from the multiple invasions of the European green crab *Carcinus maenas*. *Biological Conservation*, 78(1-2), 59-66.

Herborg, L. M., Rushton, S. P., Clare, A. S., & Bentley, M. G. (2003). Spread of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards) in Continental Europe: analysis of a historical data set. *Hydrobiologia*, 503(1), 21-28.

Kornis, M. S., Mercado-Silva, N., & Vander Zanden, M. J. (2012). Twenty years of invasion: a review of round goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications. *Journal of fish biology*, 80(2), 235-285.

Ross, D. J., Johnson, C. R., & Hewitt, C. L. (2003). Variability in the impact of an introduced predator (*Asterias amurens*: Asteroidea) on soft-sediment assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 288(2), 257-278.

Ruiz, G. M., Rawlings, T. K., Dobbs, F. C., Drake, L. A., Mullady, T., Huq, A., & Colwell, R. R. (2000). Worldwide transfer of microorganisms by ships.

Smith, B. R., & Tibbles, J. J. (1980). Sea lamprey (*Petromyzon marinus*) in Lakes Huron, Michigan, and Superior: history of invasion and control, 1936–78. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(11), 1780-1801.

Soto-López, V., Menendez-Teleña, D., García-Vázquez, E., & Bartolomé, M. (2025). Risk analysis of invasive species by ballast water: Case study in the Port of Gijón, Bay of Biscay. *Journal of Marine Systems*, 104148.

Strayer, D. L. (2009). Twenty years of zebra mussels: lessons from the mollusk that made headlines. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(3), 135-141.

55

Ali, J. R., & Huber, M. (2010). Mammalian biodiversity on Madagascar controlled by ocean currents. *Nature*, 463(7281), 653-656.

De Queiroz, A. (2005). The resurrection of oceanic dispersal in historical biogeography. *Trends in ecology & evolution*, 20(2), 68-73.

Houle, A. (1999). The origin of platyrrhines: an evaluation of the Antarctic scenario and the floating island model. *American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists*, 109(4), 541-559.

Kay, R. F. (2015). Biogeography in deep time—What do phylogenetics, geology, and paleoclimate tell us about early platyrrhine evolution?. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 82, 358-374.

62

Lavaut, E., Guillemain, M. L., Colin, S., Faure, A., Coudret, J., Destombe, C., & Valero, M. (2022). Pollinators of the sea: A discovery of animal-mediated fertilization in seaweed. *Science*, 377(6605), 528-530.

66

Muramatsu, K., Yamamoto, J., Abe, T., Sekiguchi, K., Hoshi, N., & Sakurai, Y. (2013). Oceanic squid do fly. *Marine biology*, 160(5), 1171-1175.

68

Egevang, C., Stenhouse, I. J., Phillips, R. A., Petersen, A., Fox, J. W., & Silk, J. R. (2010). Tracking of Arctic terns *Sterna paradisaea* reveals longest animal migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5), 2078-2081.

Hedd, A., Montevecchi, W. A., Otley, H., Phillips, R. A., & Fifield, D. A. (2012). Trans-equatorial migration and habitat use by sooty shearwaters *Puffinus griseus* from the South Atlantic during the nonbreeding season. *Marine Ecology Progress Series*, 449, 277-290.

Müller, M. S., Massa, B., Phillips, R. A., & Dell'omo, G. (2014). Individual consistency and sex differences in migration strategies of Scopoli's shearwaters *Calonectris diomedea* despite year differences. *Current Zoology*, 60(5), 631-641.

Rattenborg, N. C., Amlaner, C. J., & Lima, S. L. (2000). Behavioral, neurophysiological and evolutionary perspectives on unihemispheric sleep. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24(8), 817-842.

Rattenborg, N. C., Voirin, B., Cruz, S. M., Tisdale, R., Dell'Omo, G., Lipp, H. P., ... & Vyssotski, A. L. (2016). Evidence that birds sleep in mid-flight. *Nature communications*, 7(1), 12468.

71

Blanco, G., Notario, D., Palacios-Martínez, I., Frías, Ó., Ayala, R. M., & Carrete, M. (2026). Drivers and conservation impacts of innovative tree nesting in an isolated island population of the red-billed cough. *Ecology*, 107(3), e70344.

73

Brothers, J. R., & Lohmann, K. J. (2015). Evidence for geomagnetic imprinting and magnetic navigation in the natal homing of sea turtles. *Current Biology*, 25(3), 392-396.

Goforth, K. M., Lohmann, C. M., Gavin, A., Henning, R., Harvey, A., Hinton, T. L., ... & Lohmann, K. J. (2025). Learned magnetic map cues and two mechanisms of magnetoreception in turtles. *Nature*, 638(8052), 1015-1022.

Lohmann, K. J., & Lohmann, C. M. (2019). There and back again: natal homing by magnetic navigation in sea turtles and salmon. *Journal of Experimental Biology*, 222(Suppl_1), jeb184077.

79

Kleiman, H. (2026). A SYSTEMATIC REVIEW OF SHARK BEHAVIOR ACROSS VENTILATION METHODS AND ACTIVITY LEVELS.

88

Blawas, A. M., Nowacek, D. P., Rocho-Levine, J., Robeck, T. R., & Fahlman, A. (2021). Scaling of heart rate with breathing frequency and body mass in cetaceans. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 376(1830).

Goldbogen, J. A., Cade, D. E., Calambokidis, J., Czapanskiy, M. F., Fahlbusch, J., Friedlaender, A. S., ... & Ponganis, P. J. (2019). Extreme bradycardia and tachycardia in the world's largest animal. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(50), 25329-25332.

90

Crittenden, A., Robb, K., & Erbe, C. (2025). Acoustic Identity: Linking Signature Whistles and Visual Identification in a Threatened Dolphin Population. *Animals*, 15(22), 3259.

Di Nardo, F., De Marco, R., Li Veli, D., Screpanti, L., Castagna, B., Lucchetti, A., & Scaradozzi, D. (2025). Multiclass cnn approach for automatic classification of dolphin vocalizations. *Sensors*, 25(8), 2499.

Fu, W., Peng, X., Wu, F., Zhang, F., Zhang, C., Xiang, W., ... & Zhang, Y. (2025). Acoustic recordings of underwater vocalizations of Indo-Pacific humpback dolphins in Xiamen Bay, China. *Scientific Data*, 12(1), 1960.

Herzing, D. L. (2000). Acoustics and social behavior of wild dolphins: implications for a sound society. In *Hearing by whales and dolphins* (pp. 225-272). New York, NY: Springer New York.

Herzing, D. L. (2015). Synchronous and rhythmic vocalizations and correlated underwater behavior of free-ranging Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) and bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Bahamas. *Anim Behav Cogn*, 2(1), 14-29.

Hill-Cousins, S., Chereskin, E., Allen, S. J., Connor, R. C., Krützen, M., Papageorgiou, D., & King, S. L. (2025). Allied male dolphins use synchronous displays to strengthen social bonds in a cooperative context. *Movement Ecology*, 13(1), 84.

Lehnhoff, L., Glotin, H., Gall, Y. L., Menut, E., Peltier, H., Pochat, A., ... & Mérigot, B. (2025). Whistles characterisation using artificial intelligence reveals responses of short-beaked common dolphins to a bio-inspired acoustic mitigation device for fishing nets. *Scientific Reports*, 15(1), 40618.

Selbmann, A., Samarra, F. I., Barluet de Beauchesne, L., Marchon, T. M., Hayward, E., Svavarsson, J., ... & Curé, C. (2026). Aversive behavioural responses of killer whales to sounds of long-finned pilot whales. *Scientific Reports*.

Screpanti, L., Di Nardo, F., De Marco, R., Furlati, S., Bucci, G., Lucchetti, A., & Scaradozzi, D. (2025). Acoustic analysis of bottlenose dolphin vocalizations for behavioral classification in controlled settings. *PloS one*, 20(12), e0336419.

91

Bajpai, S., Thewissen, J. G. M., & Sahni, A. (2009). The origin and early evolution of whales: macroevolution documented on the Indian Subcontinent. *Journal of Biosciences*, 34(5), 673-686.

94

Carr, R. K., & Hlavin, W. J. (2010). Two new species of *Dunkleosteus* Lehman, 1956, from the Ohio Shale Formation (USA, Famennian) and the Kettle Point Formation (Canada, Upper Devonian), and a cladistic analysis of the *Eubrachythoraci* (Placodermi, Arthrodira). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 159(1), 195-222.

Landman, N. H., Cobban, W. A., & Larson, N. L. (2012). Mode of life and habitat of scaphitid ammonites. *Geobios*, 45(1), 87-98.

Motani, R. (2009). The evolution of marine reptiles. *Evolution: Education and Outreach*, 2(2), 224-235.

Pimiento, C., & Balk, M. A. (2015). Body-size trends of the extinct giant shark *Carcharocles megalodon*: a deep-time perspective on marine apex predators. *Paleobiology*, 41(3), 479-490.

99

Chajwa, R., Flaum, E., Bidle, K. D., Van Mooy, B., & Prakash, M. (2024). Hidden comet tails of marine snow impede ocean-based carbon sequestration. *Science*, 386(6718), ead15767.

Chen, B. X., & Wang, M. H. (2020). Whale fall: the creation of a unique marine ecosystem. *International Journal of Marine Science*, 10(4).

Ducklow, H. W., Steinberg, D. K., & Buesseler, K. O. (2001). Upper ocean carbon export and the biological pump. *Oceanography*, 14(4), 50-58.

Turner, J. T. (2015). Zooplankton fecal pellets, marine snow, phytodetritus and the ocean's biological pump. *Progress in Oceanography*, 130, 205-248.

100

García, A. P. M. (2025). Tres arquitecturas del agua para una reconciliación antropológica en el paisaje. *Proyecto, Progreso, Arquitectura*, (33), 140-159.

Peng, Z., Haijie, Y., Hongyou, J., Xinran, J., Yao, X., Chunsheng, L., ... & Leung, K. M. Y. (2026). Evaluating ecological concrete cubes with recycled oyster shell aggregates for oyster reef restoration. *Marine Environmental Research*, 107971.

Razak, T. B., Boström-Einarsson, L., Alisa, C. A. G., Vida, R. T., & Lamont, T. A. (2022). Coral reef restoration in Indonesia: A review of policies and projects. *Marine Policy*, 137, 104940.

104

Schnytzer, Y., Achituv, Y., Fiedler, G. C., & Karplus, I. (2022). The intimate relationship between boxer crabs and sea anemones: what is known and what is not. *Oceanography and Marine Biology*, 495-531.

105

Hestetun, J. T., Tompkins-Macdonald, G., & Rapp, H. T. (2017). A review of carnivorous sponges (Porifera: Cladorhizidae) from the Boreal North Atlantic and Arctic. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1-69.

Vacelet, J., Boury-Esnault, N. Carnivorous sponges. *Nature* 373, 333-335 (1995). <https://doi.org/10.1038/373333a0>

106

Kawase, H., Okata, Y., & Ito, K. (2013). Role of huge geometric circular structures in the reproduction of a marine pufferfish. *Scientific reports*, 3(1), 2106.

Mizuuchi, R., Kawase, H., Shin, H., Iwai, D., & Kondo, S. (2018). Simple rules for construction of a geometric nest structure by pufferfish. *Scientific reports*, 8(1), 12366.

109

Finn, J. K., Tregenza, T., & Norman, M. D. (2009). Defensive tool use in a coconut-carrying octopus. *Current biology*, 19(23), R1069-R1070.

Wells, M. J. (2013). *Octopus: physiology and behaviour of an advanced invertebrate*. Springer Science & Business Media.

110

Albertin, C. B., Simakov, O., Mitros, T., Wang, Z. Y., Pungor, J. R., Edsinger-Gonzales, E., ... & Rokhsar, D. S. (2015). The octopus genome and the evolution of cephalopod neural and morphological novelties. *Nature*, 524(7564), 220-224.

Kieseler, M., Maechler, M. R., Finn, K. R., Harris, C., Vincelli, J. M., Hoffman, Z., ... & Tse, P. U. (2026). Octopus bimaculoides can learn to utilize a mirror to localize a reward outside the line of sight. *Current Biology*, 36(12), 3142-3147.

Mather, J. A., & Anderson, R. C. (1993). Personalities of octopuses (*Octopus rubescens*). *Journal of comparative psychology*, 107(3), 336.

Norman, M. D., Finn, J., & Tregenza, T. (2001). Dynamic mimicry in an Indo-Malayan octopus. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268(1478), 1755-1758.

Young, J. Z. (1963, March). The number and sizes of nerve cells in Octopus. In *Proceedings of the Zoological Society of London* (Vol. 140, No. 2, pp. 229-254). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

113

Anthes, N., Putz, A., & Michiels, N. K. (2006). Sex role preferences, gender conflict and sperm trading in simultaneous hermaphrodites: a new framework. *Animal Behaviour*, 72(1), 1-12.

Chim, C. K., Ong, R. S., & Gan, B. Q. (2015). Penis fencing, spawning, parental care and embryonic development in the cotylean flatworm *Pseudoceros indicus* (Platyhelminthes: Polycladida: Pseudocerotidae) from Singapore. *Raffles Bulletin of Zoology*.

Reinhardt, K., Anthes, N., & Lange, R. (2015). Copulatory wounding and traumatic insemination. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 7(5), a017582.

115

Pietsch, T. W. (1975). Precocious sexual parasitism in the deep sea ceratioid anglerfish, *Cryptopsaras couesi* Gill. *Nature*, 256(5512), 38-40.

Pietsch, T. W. (2005). Dimorphism, parasitism, and sex revisited: modes of reproduction among deep-sea ceratioid anglerfishes (Teleostei: Lophiiformes). *Ichthyological Research*, 52(3), 207-236.

Swann, J. B., Holland, S. J., Petersen, M., Pietsch, T. W., & Boehm, T. (2020). The immunogenetics of sexual parasitism. *Science*, 369(6511), 1608-1615.

116

Carranza, A., & Arim, M. (2023). Assessing the Ecological vulnerability of western atlantic marine benthic gastropods. *Marine & Fishery Sciences (MAFIS)*, 36(2), 165-178.

Chen, C., Linse, K., Copley, J. T., & Rogers, A. D. (2015). The 'scaly-foot gastropod': a new genus and species of hydrothermal vent-endemic gastropod (Neomphalina: Peltospiridae) from the Indian Ocean. *Journal of Molluscan Studies*, 81(3), 322-334.

Sun, J., Chen, C., Miyamoto, N., Li, R., Sigwart, J. D., Xu, T., ... & Qian, P. Y. (2020). The Scaly-foot Snail genome and implications for the origins of biomineralised armour. *Nature communications*, 11(1), 1657.

Yao, H., Dao, M., Imholt, T., Huang, J., Wheeler, K., Bonilla, A., ... & Ortiz, C. (2010). Protection mechanisms of the iron-plated armor of a deep-sea hydrothermal vent gastropod. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(3), 987-992.

123

Velasco-Muñoz, V., Uribe-Gaviria, M., Suárez-Gómez, S. A., Villamizar-Romero, A., Ricaurte-Fajardo, A., Vásquez-Vélez, I. C., & Cano-Gutiérrez, C. A. (2025). Regenerative characteristics of the immortal jellyfish, *Turritopsis dohrnii*, and their potential implications for human aging. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 60(3), 101607.

124

Schmidt Ocean Institute. (2023). Scientists discover new deep-sea octopus nursery in Costa Rica. <https://schmidtoccean.org/scientists-discover-new-deep-sea-octopus-nurseries-in-costa-rica/>

125

Leys, S. P., Mackie, G. O., & Reiswig, H. M. (2007). The biology of glass sponges. *Advances in marine biology*, 52, 1-145.

Roberts, J. M., Wheeler, A. J., & Freiwald, A. (2006). Reefs of the deep: the biology and geology of cold-water coral ecosystems. *Science*, 312(5773), 543-547.

Schmidt Ocean Institute. (2024). New seamount and previously unknown species discovered in high priority area for international marine protection. <https://schmidtoccean.org/new-seamount-and-previously-unknown-species-discovered-in-high-priority-area-for-international-marine-protection/>

126

Haddock, S. H. (2004). A golden age of gelata: past and future research on planktonic ctenophores and cnidarians. *Hydrobiologia*, 530(1), 549-556.

Jones, A. T. (1990). First Central Pacific plate and Hawaiian record of the deep-sea tripod fish *Bathypterois grallator* (Pisces: Chlorophthalmidae).

Schmidt Ocean Institute. (2024). High seas and seamounts of the Nazca Ridge. <https://schmidtoccean.org/cruise/high-seas-and-seamounts/>

Schmidt Ocean Institute. (2024). New seamount and previously unknown species discovered in high priority area for international marine protection. <https://schmidtoccean.org/new-seamount-and-previously-unknown-species-discovered-in-high-priority-area-for-international-marine-protection/>

Takeuchi, I., Shiraishi, M., & Lindsay, D. (2023). Association of *Caprella fimbrillata* Vassilenko, 1993 (Crustacea: Malacostraca: Amphipoda) with the deep-sea holothurian *Scotoplanes globosa* (Théel, 1879) in the bathyal zone off Tohoku District, northern Japan. *Plankton and Benthos Research*, 18(4), 190-197.

129

Carleton, R. N. (2016). Fear of the unknown: One fear to rule them all?. *Journal of anxiety disorders*, 41, 5-21.

Jamieson, A. J., Singleman, G., Linley, T. D., & Casey, S. (2021). Fear and loathing of the deep ocean: why don't people care about the deep sea?. *ICES Journal of Marine Science*, 78(3), 797-809.

Nichols, W. J. (2024). Blue mind: The surprising science that shows how being near, in, on, or under water can make you happier, healthier, more connected, and better at what you do. Hachette UK.

130

Alfonso, J. C. P., Hernández-Flórez, N., Pérez, C. A. S., & Hernández, C. A. R. (2026). Realidad virtual como recurso complementario para la intervención en fobias marítimas: estudio piloto con pescadores. *Revista Criterios*, 33(2).

Freeman, D., Haselton, P., Freeman, J., Spanlang, B., Kishore, S., Albery, E., ... & Nickless, A. (2018). Automated psychological therapy using immersive virtual reality for treatment of fear of heights: a single-blind, parallel-group, randomised controlled trial. *The Lancet Psychiatry*, 5(8), 625-632.

132

Jamieson, A. J. (2020). The five deeps expedition and an update of full ocean depth exploration and explorers. *Marine Technology Society Journal*, 54(1), 6-12.

SEMENIUK, I. (2023). Friends at the abyss: James Cameron, Joe MacInnis and a voyage to the bottom of the sea. *Journal of Diving History*, 31(116).

Yonge, M. (1972). 1.—The Inception and Significance of the Challenger Expedition. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences*, 72(1), 1-13.

137

Davis, J. S. (2005). Representing place: "Deserted isles" and the reproduction of Bikini Atoll. *Annals of the Association of American Geographers*, 95(3), 607-625.

Putra, R. F. A. D., Hestiana, S., & Pertala, E. C. (2025). Satire Humor in the Children's Cartoon Series *Spongebob Squarepants* by Stephen Hillenburg. *Apollo Project: Jurnal Ilmiah Program Studi Sastra Inggris*, 14(1), 59-68.

140

Deamer, D., & Weber, A. L. (2010). Bioenergetics and life's origins. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 2(2), a004929.

Koonin, E. V., & Martin, W. (2005). On the origin of genomes and cells within inorganic compartments. *TRENDS in Genetics*, 21(12), 647-654.

Martin, W., & Russell, M. J. (2006). On the origin of biochemistry at an alkaline hydrothermal vent. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1486), 1887.

Robertson, M. P., & Joyce, G. F. (2012). The origins of the RNA world. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 4(5), a003608.



