



NAVEGANDO EN UNA SOPA DE SERES MICROSCÓPICOS

José CURT MARTÍNEZ



menos. La mar por sí sola

BRAMOS la singladura del presente bimestre aclarando que la palabra «sopa» carece aquí de cualquier intención jocosa que pudiera suponersele. «Sopa» es palabra que también se emplea en ciencia para expresar la mezcla de varios componentes, de la que se puede derivar un efecto conjunto. Por ejemplo la sopa de Oparín, con la que el renombrado científico ruso de ese apellido y de nombre Alexander Ivanovich (1894-1980) intentó demostrar, mezclando diversos elementos y compuestos a los que sometió a una descarga eléctrica, que en el seno de las aguas se formó la primera proteína, es decir, se formó la vida. Nada carece de sentido, a pesar de que los presocráticos



La prodigalidad de la mar: pocas especies, pero todas ellas triunfantes en el más amplio sentido de la palabra. En la foto del autor, la desbandada de una salvajina de gaviotas cubre el cielo en la bahía de Cádiz.

consideraban el agua parte fundamental de la vida, junto al fuego, el aire y la tierra. El caso es que todos los seres vivientes de la mar están interconectados, dependiendo unos de otros para formar el complejo entramado del ecosistema marino. En el anterior artículo del mes de diciembre pasado descubríamos que los seres microscópicos que pueblan mares y océanos tienen mucha más importancia ecológica que la que se estima, con más fascinación que tino, puede tener cualquier ballena, morsa, tiburón o albatros por mucho que nos puedan deslumbrar sus enormes corpachones. No es difícil comprender que los cachalotes, o los narvales y, en un extremo, todos los grandes animales de la mar podrían desaparecer del seno de las aguas sin detrimento alguno de los principios filosóficos y biológicos que definen la vida. Pero, por el contrario, la biología nos demuestra que esta sería imposible en la patria de las olas si no existieran las diminutas criaturas que nos pasan desapercibidas y que son las vigas maestras que sustentan todo su armazón vital. A estos efectos baste recordar que las microscópicas diatomeas y los dinoflagelados desempeñan en

la mar el mismo oficio que ejercen los bosques y praderas en tierra: el de ser los únicos e insustituibles intermediarios en ese milagroso negocio que es la función clorofílica, único nexo de unión que tenemos con la energía solar y su sucesiva transferencia a todos los seres vivos, siguiendo la imagen de la clásica pirámide trófica o alimenticia que es fácil recordar con la sencilla regla nemotécnica de los décimos: hacen falta 1.000 kg de vegetales (productores de energía, base de la pirámide) para nutrir a 100 kg de herbívoros (consumidores primarios) y este parcial para sustentar a 10 kg de carnívoros (consumidores secundarios), los cuales, a su vez, suponen un décimo de sustento asimilable, es decir, un kilo, para un consumidor terciario, hasta llegar al superdepredador que es el hombre (y también la mujer, claro).

No obstante, a continuación veremos que no es fácil aplicar esta retórica argumental a un mundo que, como el marino, se rige por la expeditiva norma de que el pez grande se come al chico o, dicho de otra manera, donde el escalón de los carnívoros (con mayor propiedad, el de los planctívoros y piscívoros) es mayoritario y donde la muerte deriva en supervivencia, contrasentido que únicamente podremos entender si conocemos la proverbial prodigalidad de la mar en comparación con la austeridad reproductiva de la biota terrestre, su extraordinaria capacidad de regenerar la vida cambiante, el carácter explosivo de sus estadísticas y el predominio del mundo microscópico sobre la apariencia más robusta de la fauna y flora de lo seco.

Veamos: en el mundo hay un millón de especies vivas, de las que 260.000 corresponden a las marinas y de estas un 90 por 100 serían especies microscópicas que se comen unas a otras y muchas bentónicas dependientes del fondo, en su mayor parte filtradoras (esponjas, almejas, etc.) y, por tanto, también comedoras de los seres mínimos que pululan en el seno de las aguas. Pero a esta animada comellada de planctófagos (devoradores de plancton) se apuntan también algunos de los seres más grandes de la creación, como son las ballenas, los tiburones ballena y tigre (presentes en aguas canarias a veces), varias aves marinas (los paños, los flamencos...) y el abundante krill, los no menos numerosos copépodos y entre los peces casi todos, directa o indirectamente también. Quiero decir que si son tantos y tan señalados los comensales llamados al convite de los microorganismos es obvio que tiene que haber los suficientes, o sea, microorganismos en demasía, con los que poder atenderlos. Por otra parte, siendo la superficie marina un 71 por 100 de la total del globo, bien podríamos suponer, en paridad, que del millón total de especies actuales le corresponderían a la mar 710.000. Pero las cuentas no salen porque sabemos que el censo vital de mares y océanos no pasa de la tercera parte (260.000). ¿Quiere ello decir que la mar es un medio vitalmente más pobre que el terrestre? Pues en absoluto, lo que quiere decir ese aparente desfase es que la mar es la mar y que comparativamente con la tierra cuenta con pocas especies porque pocas son las que se han podido adaptar a vivir en un medio en principio hostil, pero, en compensación, el número de organismos o individuos con que

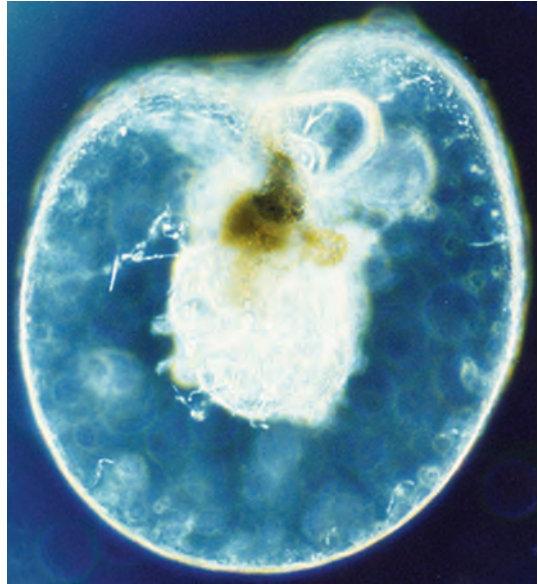
cuenta cada una de estas especies es enorme. Vaya pues lo comido por lo servido. En la parte de la Antártida donde se mueve España hemos contabilizado solamente 22 especies de aves (en la península Ibérica pueden verse alrededor de 700 especies orníticas), pero no son raras las colonias de medio millón de pingüinos y de focas cangrejeras, con censos para todo el continente antártico que oscilan entre los 20 y los 60 millones de individuos. Estas cifras en tierra son impensables. O sea, lo dicho, la prodigalidad de la mar: pocas especies, pero todas ellas triunfantes en el más amplio sentido de la palabra.

Y, por abundar en lo pequeño, también los mínimos vegetales, unicelulares y planctónicos, dinoflagelados y diatomeas principalmente, representan un papel infinitamente más destacado —dado su asombroso número y su significativa participación en la composición de la biota marina— que el que les ha tocado desempeñar a las grandes y llamativas algas que encontramos limitadas a la costa y a las escasas profundidades a las que llega la luz solar. Otra vez aquí gana lo diminuto a lo ostentoso, los enanos de Lilibut tejiendo una tela de araña con la que ningunear al gigante Gulliver. Pero decíamos algo más sorprendente todavía: que en las vertiginosas profundidades abisales también era posible la vida gracias a la presencia de unas primitivas bacterias que procesaban otras fuentes de energía similares a las que formaba la arcaica atmósfera sin oxígeno de la noche de los tiempos. O sea, que en la mar, aquí y allá e incluso en los «imposibles», es lo diminuto lo que sustenta la vida.

La vida menuda es tan abundante en la mar que su número supera, seguramente, al de las estrellas de la noche, al de las arenas del desierto y al de todas las playas juntas. Por eso, nosotros limitaremos este capítulo al plancton de la capa superficial de la mar (toda ella nos desbordaría), sabiendo que navegamos en un horizonte infinito de soledades, con regusto de desierto, sacudidos con el ir y venir de unas olas tan movidas como las llamas en la danza del fuego. Y que, fascinado por el alocado vals del oleaje, el subconsciente del marino puede caer, fácilmente, en el espejismo de creer que las olas están vivas, y que la mar, como el fuego, vive. Pero, siguiendo este criterio, que es de geología pura, lo que nuestra proa surcaría en realidad sería un indolente e inanimado mineral, el agua, batido por un viento que tampoco siente ni padece. Pero la gran revelación biológica e incluso metafísica de la mar es que bajo su piel y en las entrañas de lo mineral late con fuerza un corazón viviente, merecedor de todo nuestro asombro y admiración: es ese magma de latidos, ese vagido de primer día que trasciende de esa sopa de microorganismos en el que abre surco el tajamar de nuestro barco.

En este caminar por la superficie de la biología marina no puedo sustraerme al recuerdo del *Juan Sebastián de Elcano* cruzando los trópicos en la noche estrellada, roto el sopor del trapo largado al viento con el tableteo desvelado de las escandalosas, navegando —decía— en una mar incendiada con las luminarias de billones de dinoflagelados de la especie *Noctiluca scintillans* (*de noctis*, noche, y *lūcēre*, brillar), que alcanza el milímetro de longi-

tud y es un diminuto e insistente cazador de presas más pequeñas, y que se manifiesta con la misma luz fría de nuestras luciérnagas de tierra adentro, aunque en la superficie marina lo haga con tal intensidad que la proa del más bello bergantín-goleta del mundo iba levantando a babor y a estribor tal pirotecnia de luz que deslumbraba a quienes, invitados que estábamos al sarao de la señorita Minerva en oficio de mascarón de proa, nos asomábamos al bauprés para disfrutar de uno de los espectáculos más grandiosos y fascinantes que la naturaleza nos puede ofrecer. ¿Y cuántas millas cuadradas de luz caben en la noche de los trópicos; y cuántas noctilucas encendidas en la piel misteriosa de la mar? Por cantidad que no quede.



Las noches tropicales del *Juan Sebastián de Elcano* transcurrían en un estallido de luz, provocada por los dinoflagelados luminiscentes del género *Noctiluca*. En la foto, tomada de *Wikipedia*, *Noctiluca scintillans* única, de María Antónia Sampayo.

Recordarán que habíamos considerado a los dinoflagelados junto con las diatomeas como componentes preponderantes en el fitoplancton y como principales «productores de energía» en la mar. Pero sabed que nos queda aún por hablar del zooplancton que, paradójicamente, podríamos considerar más abundante que el fitoplancton del que se alimenta, rompiendo así la lógica del 10 por 100 decreciente —luego comprenderemos cómo— en la clásica pirámide alimenticia y creando una genuina para la mar, otra figura más que triangular, rectangular, donde las especies de animales netamente herbívoros son muy escasas y el primer escalón de consumidores, por tanto, muy puntual en especies, aunque necesariamente muy numeroso en especímenes. En sentido estricto lo limitaríamos a los copépodos (luego hablamos de estos pequeños crustáceos igualmente planctónicos), cuya abundancia también roza la ciencia-ficción y de los que se alimenta el krill, el genuino consumidor secundario (carnívoro come a herbívoro), cuya cuantificación también desbordaría nuestra capacidad de asombro. Pero, ojo, que el krill también come diatomeas, o sea, que según le convenga puede ser herbívoro y carnívoro, consumidor primario y secundario, alternativamente. Y la mayoría de dinoflagelados reali-



La mayoría de los fondos marinos están formados con los caparzones de seres muy pequeños como el silíceo de diatomeas, el barro de globigerinas... En la foto del autor, un suelo (cabo de Gata, Almería) compuesto únicamente por conchas de caracolillos. Dado su buen estado de conservación, se supone que muy moderno.

zan la función clorofílica, pero muchos otros son cazadores y podrían ser considerados a mitad de camino entre el vegetal y el animal. Como veis la cadena alimentaria marina es mucho más complicada que la de tierra. Es que el grueso de la biota es de gente pequeña y abunda tanto en estas inmensidades que ya sabéis que la mayoría de los fondos marinos, principalmente silíceos y calcáreos, están formados con sus restos, incluyendo aquí protistas de transición entre el vegetal y el animal, como son las globigerinas y los foraminíferos (tierras de diatomeas, fangos de globigerinas, etc.), también muy numerosos. ¿Imagináis qué cantidad de microorganismos hacen falta para «forrar de lentejuelas» las tres cuartas partes sumergidas del globo?

Pero tomad nota: con citar a las noctilucas, dinoflagelados, diatomeas y compañía solo hemos contemplado una pequeña parte de los ingredientes que dan sabor a la sopa de criaturas ínfimas sobre la que navegamos. Además, de paso que tratamos de estos menudos seres planctónicos o flotantes en el seno o en la superficie de las aguas, indirectamente también vamos a empezar a

conocer a los animales bentónicos, de mayor tamaño, esos que dependen del fondo por estar fijados a un sustrato (roca, fango, arrecifes de coral...), balanos, percebes, corales, pólipos, anémonas, estrellas, erizos, holoturias, gusanos, lapas, almejas y otros moluscos, esponjas, gorgonias, comátulas y varios crustáceos, etc. Pero a todos estos animales que normalmente vemos parados no les podemos considerar inmóviles (menudas correrías nocturnas emprenden las lapas...) porque si de verdad lo fueran estas especies sedentes permanecerían *per in secula seculorum* en el mismo sitio y les sería imposible expandir sus especies colonizando nuevos territorios. Pero el hecho es que la mayoría de las especies bentónicas citadas pasan forzosamente por una fase larvaria libre, nadadora, planctónica y más o menos duradera antes de fijarse a los fondos marinos. Esta fase facilita su normal expansión, al mismo tiempo que el volumen de microorganismos, de pequeños animalillos presentes en la capa superficial, se incrementa en el plancton con estas larvas, aumentando su masa hasta cifras astronómicas y, al comerse unos a otros y todos entre sí, su papel es muy importante en la composición y en la mecánica del plancton. Si tenemos en cuenta que algunos de estos animáculos planctónicos (lo son porque cazan) también pueden realizar la función cloroflica (se aproximarían al vegetal), se explica que, con tales ambigüedades, el modelo de cadena alimenticia marina manifieste los pretendidos desfases que antes apuntábamos. Además, y por si era poco, la mayoría de los peces añaden sus huevos y larvas (alevines) a la desmesurada población de los pequeños animales superficiales, disparando los grandes números censales casi hasta el infinito. Y en este medio todos se comen unos a otros, no lo olvidemos.

Pero no tenemos que irnos muy lejos de casa para comprobar de cerca los efectos, unas veces beneficiosos y otras devastadores, de estas multitudinarias poblaciones de pequeñas criaturas. Por sus obras las conoceréis. Durante los meses de verano del pasado año (2014) el 90 por 100 de las bateas de las rías de Pontevedra y Vigo (quedó a salvo Redondela) tuvieron que suprimir la venta de mejillones porque las autoridades sanitarias habían alertado de la presencia de la llamada «marea roja», producida por una floración (no lo entrecomillo porque así se llama en biología marina) explosiva de dinoflagelados, especialmente de los géneros *Gonyaulax* y *Gymnodinium*. Según Thorson, el color de las manchas de dinoflagelados (no necesariamente rojas, sino también verdes, azuladas, grises) empiezan a apreciarse cuando alcanzan una concentración de entre 200.000 a 500.000 individuos por litro de agua, pudiendo llegar a una saturación comprendida entre el millón a los seis millones también por litro. O sea, la sopa, que decíamos. El control sanitario, pues, se limita a analizar periódicamente las aguas hasta alcanzar el nivel de alarma, aunque aquellas sigan transparentes. El origen de las mareas rojas parte de que los animales filtradores, como son las almejas, mejillones, navajas, etc., llegan a acumular en su sistema digestivo tal biomasa de dinoflagelados que se vuelven tóxicos para quienes los comen, incluyendo al hombre, aunque los

organismos que los almacenan en general no suelen mostrar síntomas graves de toxicidad porque se trata de un fenómeno natural. Las mareas rojas afectan, más que nada a las aves y peces que llegan a morir al ingerirlos en altas cantidades. El consumidor humano, salvo complicaciones, suele cursar la toxoinfección con carácter moderado, aunque suficiente para crear una gran alarma social.

Por la incidencia que tuvo la broma (sin entrecomillar, porque se llama así, aunque no deje de ser una buena coña marinera) en la Marina histórica y hasta tiempos recientes, traemos aquí a colación al molusco *Teredo navalis*, un bivalvo lamelibranquio de cabeza perforadora que fue la pesadilla de las flotas cuando los cascos eran de madera, hasta bien mediado el siglo XX con la pervivencia de este material en algún dragaminas, barcos de bajura y de pesca artesanal y, actualmente, en mejilloneras, pilotes de malecones y otras estructuras afines, porque la broma es un animal incrustante que abre largas y demolidoras galerías en pantoques de barcos y en obra viva de madera, buscando devorar la celulosa que contiene. Bien es verdad que dependiendo de la clase de madera sus daños eran más o menos graves. Y como alguna madera exótica les era perjudicial, los barcos construidos en nuestras colonias tenían fama de ser más resistentes a la broma, junto a los que en España se hacían de madera de roble, mucho más dura que la de pino, que por tanto era más susceptible de ataque. Los calafates y carpinteros de ribera más modernos, que aún hemos visto trabajar los que somos más viejos, se precavían de la broma empleando pinturas repelentes porque esta clase de «almeja», por llamarla de alguna manera, también incluye en su ciclo biológico la fase de larvas libres, menudas y planctónicas, que son un vector de contagio a nuevas embarcaciones. La broma llega a alcanzar los 20 centímetros en su estado adulto, y nos recuerda a un gusano apenas arropado con dos pequeñas valvas, como si vistiese un chaleco, y no tendría cabida en este capítulo centrado en los diminutos seres marinos, de no ser porque algún día también fue plancton. Pero es que además la broma solo puede digerir la celulosa si lo hace con la colaboración de unas bacterias simbióticas (otras clientas del microscopio) que viven en la llamada glándula de Deshayes, un órgano que está especializado en degradar la celulosa para facilitar su asimilación por la propia broma. Este inquieto «okupa» de la madera se cebó en los barcos de la época de los descubrimientos y parece ser que los primeros intentos de proteger los cascos de los buques forrándolos con láminas de metal venían impuestos, más que para ganar en estanqueidad, para ponerle freno a la broma.

Y, permitidme el paréntesis, pero es que entre los devoradores de microplancton superficial también se encuentra un bicho que merece párrafo propio por su singularidad. Se trata del único insecto verdaderamente marino que existe, tan marino que solo vive en alta mar y rechaza, por ejemplo, las aguas más dulces del mar Báltico. Son cinco especies de distribución oceánica, siendo la más extendida la *Halobates wullestorffii*, una más de las 40 con que



Un «zapatero» de agua dulce, muy parecido a los halobates marinos. Foto tomada por el autor en la laguna de Cospeito, Lugo, en mayo de 2014.

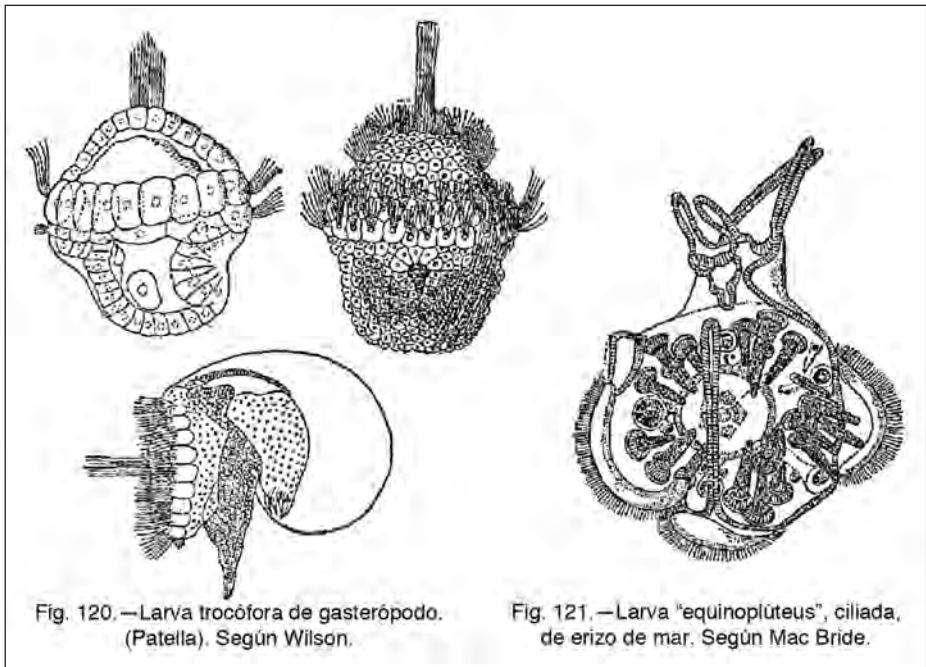
cuenta en todo el mundo el género *Halobates*, animalillos acuáticos que todos conocemos con el nombre de «zapateros» y que seguro que os han llamado la atención al verlos «patinar» sobre la superficie acuática de ríos y lagunas porque sus patas están diseñadas para poder levitar sobre la tenue barrera que ofrece la tensión superficial del agua. Os adjunto la fotografía de un «zapatero» de agua dulce tomada por mí en la luguesa laguna de Cospeito hace unos pocos meses para que os sirva de referencia.

Con todo, lo sorprendente ya no es que el bicho emule el milagro de San Pedro andando sobre las aguas, sino la falta de respuesta a la pregunta de qué cómitre pudo marcar el ritmo para que estas galeras de seis remos animadas pusiesen rumbo a la mar remota y se aislasen de sus cómodos refugios del agua dulce. Los «zapateros» marinos son otros certeros cazadores de plancton, ponen los huevos en objetos flotantes como plumas, sargazos en el Caribe y ahora, como signo de los tiempos que corren, en pedazos de plástico.

Los halobates marinos también nos sugieren otra reflexión: si del millón de especies terrestres, el 80 por 100 son de insectos (800.000) y en la mar solamente hay cinco, y del mismo género, la diferencia hasta cien en ambos ecosistemas correspondería a animales más estructurados, independientemente de que pasen por fases larvarias muy pequeñas, lo que nos permite reafirmarnos en que la mar es igual o más fértil que la tierra. Haced las cuentas y

veréis cómo os salen. Os echo una manita: de las 200.000 especies terrestres del 20 por 100 sobrante, el 10 por 100 sería de animales grandes —aves, gace-las, conejos—, es decir, 20.000 especies, de las que muy grandes —jirafas, simios, elefantes, antílopes, cebras...— podrían ser el 10 por 100, o sea, 2.000. En la mar: de las 260.000 especies dijimos que el 90 por 100 son microscópicas, o sea nos sobran 26.000 de las visibles. De ellas el 10 por 100, 2.600, serían grandes o muy grandes —peces, cetáceos, focas—. El resto, bentónicas. Y aunque no haría falta añadir nada más, vaya este otrosí esclarecedor: la antedicha cuenta de la vieja carece del más mínimo rigor científico y bien podría haberla expuesto el autor después de haber bebido un par de güis-quis en el camarote. Pero creo que es razonablemente ilustrativa y eso basta. Y que me disculpen los puristas.

Ahora vamos con los copépodos, que son unos crustáceos —con imagina-ción calenturienta pueden recordar a una quisquilla— cuyo tamaño varía desde el medio milímetro al de un grano de arroz y que, como curiosidad, diremos que tienen un solo ojo y que están en todas partes, incluyendo el agua dulce. Para Roberts Hickman, los copépodos de vida libre, pues los hay también parásitos, ocupan en el medio acuático el nivel de consumidores



Diversas larvas de seres bentónicos. Hay infinidad de tipos distintos. (Fuente LOZANO, F.: *Oceanografía, biología marina y pesca*. Editorial Paraninfo, 1978).



Seres bentónicos y al fondo una «nevada» de diminutos organismos planctónicos que, al ser tan visibles, creemos que pueden ser copépodos. En primer término, peces nectónicos.
(Foto del autor).

primarios, o sea, serían en la mar los verdaderos e indiscutibles herbívoros del plancton, los primeros de la pirámide trófica, capaces de transformar los hidratos de carbono de diatomeas y dinoflagelados en proteína animal. Su número es incalculable. El citado autor considera que uno solo de ellos, del género *Calanus*, es el microorganismo más abundante del zooplancton y no se arruga al afirmar que representa la mayor biomasa total de toda la mar, únicamente sobrepasada, pero solo en determinados lugares —matiza—, por la de los eufasiáceos, ya sabéis: el desbordante krill. La biomasa de los copépodos se dispara, además, porque cuenta con una vida larvaria, también nadadora, de tipo *nauplius*, que aumenta tanto su concentración en el plancton que sobra para alimentar, entre otras, a las especies pesqueras más populares: arenques, bacalao y afines, y sardinas y anchoas, que también son ciento y la madre. También a ballenas y tiburones filtradores de agua. Y por si era poco *Calanus* tiene hasta tres generaciones por año, y eso no es nada si lo comparamos con otro copépodo más pequeño, *Tisbe furcata*, del que Gunnar Thorson afirma

que una sola pareja, que en 100 días puede multiplicarse cuatro veces, se habría convertido en 1.055.000.000 individuos con un volumen total de 70 litros si todas sus larvas hubieran sobrevivido.

Pero para qué intentar hacer más números descabellados con los copépodos si tenemos menos neuronas que diatomeas caben en una taza de café y tampoco nos entra en la cabeza lo que es el volumen de un mar interior como el Mediterráneo, pongamos por caso, y ya no digamos el de un océano...

La única verdad que podemos extraer de esta locura cuantitativa que nos conturba, de este aluvión de vida menuda que nos está rebasando, es remitiéndonos al principio de este artículo: la vida se mantiene en la mar porque con su imparable prodigalidad convierte la muerte en supervivencia. Si alguna de las criaturas que componen el plancton pudiese completar con éxito sus ciclos biológicos —nacer, crecer, reproducirse y morir normalmente, no devorados por sus depredadores y víctimas de los elementos—, la mar estaría literalmente obstruida, rellena, cementada, colapsada, pongamos por caso, por un solo copépodo *Tisbe* o con el componente del krill *Euphasia superba*. Los datos son contundentes: siguiendo con Thorson, el promedio de huevos que ponen las hembras de 26 especies estudiadas de invertebrados bentónicos (corales,



¡Está soplando por la amura de babor! Los grandes animales marinos podrían desaparecer y el concepto vida no se resentiría. Los más pequeños son imprescindibles.

(Foto: cortesía de Jon Arrázola).



Las aves filtradoras, como estos flamencos, trasiegan una gran cantidad de agua. En el pico tienen una especie de cedazo (como las ballenas de barbas en su boca). En él quedan retenidas las pequeñas criaturas del plancton que les sirven de alimento. (Foto del autor).

gusanos y demás parentela) fue de 60 millones al año. El cálculo es para cada una de las hembras, claro. Esta exorbitante cantidad nos conduce a que solo una mortandad masiva en el biotopo planctónico permite el mantenimiento y la armónica distribución de las demás especies en la pirámide alimenticia marina.

Pero si en las condiciones que hemos visto alguna especie marina presentase cualquier retraso o déficit en su reproducción, también se extinguiría indefectiblemente. Ambos extremos, pues, son la cara y la cruz de la vida en la mar, y no hay que darle más vueltas. Por eso la relación entre el microplankton producido y su ordenada desaparición se debe mantener constante; y así fue desde el principio de los tiempos, hasta que llegó el hombre con su avanzada tecnología esquilmando los más altos escalones de la cadena alimentaria marina. Dejaremos esta *desfeita* para más adelante. Conformémonos por ahora con recordar que los diminutos seres marinos son en extremo prolíficos, como hemos visto, pero también muy frágiles, y que el hecho de que todos se coman unos a otros constituye su principal factor de equilibrio vital.

Veamos: un simple mejillón filtra una media de 1,5 litros de agua a la hora. Y siguiendo este ritmo, se calcula que en un día atrapa 100.000 individuos planctónicos. Asomaos a la ría de Pontevedra y calculad la de mejillones que hay en las bateas. Por otra banda, calculad la de vidas que salvamos cuando

tomamos una cerveza acompañada con unos mejillones a la vinagreta. Y calculad el número de eufasiáceos o de copépodos consumidos por las 40.000 ballenas cazadas en la Antártida en el trienio 1955-1957, ambos años incluidos, a razón de una tonelada diaria de seres muy pequeños engullida por el animal más grande de cuantos existen.

Gran parte de los conocimientos que nos han servido como derrota en nuestro navegar por la sopa de menudillos tienen su origen en la II Guerra Mundial. Se dice que la principal preocupación de Winston Churchill era que los submarinos del Tercer Reich estaban a punto de malograr la economía inglesa con sus ataques a barcos mercantes cargados de material de guerra y de productos de primera necesidad. De la dureza del combate hablan las cifras: durante la contienda 14 millones de toneladas aliadas acabaron en el fondo de la mar y el 70 por 100 de los submarinistas nazis perdieron la vida en acto de servicio. Pero la tragedia venía de atrás. Churchill sabía que ya en la Primera Guerra Mundial el submarino había alcanzado tan alto grado de eficacia que los 350 sumergibles alemanes que llegaron a operar fueron capaces de hundir un total de 6.400 buques enemigos. Las pérdidas eran insoportables y la lucha antisubmarina, poco desarrollada en la Gran Guerra, se convertiría en obsesión en la Segunda. Los estados mayores, la industria bélica, la propaganda... volcaron todos sus esfuerzos en crear y perfeccionar los sistemas de detección y localización submarina.

A pesar de los avances técnicos conseguidos, el sónar y el ecosondador presentaban problemas en principio difíciles de interpretar y más de resolver. Además del eco normal esperado del fondo submarino, en las correspondientes pantallas aparecía otro, más tarde calificado de falso fondo, entre los 60 y los 900 metros de profundidad. A veces era continuo, otras discontinuo, en ocasiones evanescente, otras persistente en profundidad y en el tiempo. Y en algunas prospecciones era tan denso y extenso que apagaba el verdadero eco del fondo y la primera cartografía de guerra llegó a registrarlo en sus mapas, por error, como una simple variación topográfica del relieve submarino, porque era evidente —se creía— que el fenómeno podría tener solo dos orígenes: uno a las condiciones físicas de la mar, temperatura, salinidad, corrientes, ya que a ciertas profundidades, en ausencia de luz, no podía existir la vida (se habían detectado ballenas de modo accidental, pero poco más). Y otro a fallos de la técnica en la concepción y fabricación de los aparatos. Destinados a detectar dianas submarinas, una falsa sombra incluso podría ocultar, como debajo de un paraguas, a un submarino enemigo. En ambos casos no era momento de entonar el *mea culpa* por los inesperados fallos cometidos. Ni los servicios de inteligencia ni los representantes de la industria de guerra estaban por la labor, y a este misterioso problema se le bautizó como «capa fantasma», después «capa de dispersión» y para evitar filtraciones y pesquisas de la prensa amarilla se le declaró «estricto secreto militar» hasta que terminó la contienda.

Ya en la paz, técnicos, físicos y químicos se dedicaron a perfeccionar el sónar, pero tuvieron que cederle el testigo a los científicos porque seguían sin encontrarle una explicación satisfactoria al asunto de los falsos fondos. Por exclusión, habían deducido que el problema, más que físico, que no excluían, tenía que ser biológico. En el curso de estas investigaciones, el planctólogo californiano Martin W. Jonhson observó que la misteriosa sombra se detectaba durante el día alrededor de los 700 metros de profundidad y que por la noche subía hasta los 100-200 metros, acercándose a la superficie, donde desaparecía. Jonhson había resuelto el problema. Se trataba de unas increíbles nubes de diminutos organismos zooplanctónicos que, al contrario que los fitopláctónicos —diatomeas y dinoflagelados— que, necesitados de luz, permanecían en superficie por lo menos durante el día para si acaso bajar durante la noche, emprendían el camino contrario en las migraciones verticales que caracterizan los movimientos de casi todos los pequeños seres de la mar. Pronto se descubrió que ciertos peces que emigraban verticalmente durante la noche, seguramente persiguiendo a los microorganismos superficiales, también daban eco. Recordemos la «intensiva» por el costado de nuestros barcos para pescar calamares con la potera, o la pesca nocturna de la sardina con luz. Se convino entonces en que sus vejigas natatorias, llenas de aire, daban la suficiente cobertura para manifestarse en la pantalla del sónar. Pero el hecho de que grandes concentraciones de peces sin vejiga, como los tiburones, también diesen sombra aparcó esta explicación. Se supuso, en su lugar, que las grandes concentraciones de krill aclararían la situación, pero los ensayos efectuados en la Antártida, una geografía proverbial en contener la mayor biota en eufasiáceos del mundo, tampoco daba cumplido eco. Conclusión: las prospecciones se habían extendido por muchos mares del mundo, incluido el Mediterráneo, y en cada uno de ellos los ecos anómalos se debían a una causa diferente, dependiendo de su situación en las cartas náuticas. Como constante, sin embargo, el protagonismo de seres planctónicos migradores verticales. Con tales antecedentes se establecieron tres tipos de capas para los micro y macroorganismos móviles: la migratoria, la semimigratoria y la estacional. La ciencia, con cierto talante gallego, se curaba en salud con el ecléctico pero cierto «si no pertenece a una de ellas, pertenecerá a la otra».

Por fin la capa fantasma móvil del principio quedó resumida en la moderna nomenclatura como *Deep Scattering Layer*, DSL en sus siglas inglesas, y Capa de Dispersión Profunda en castellano (excepcionalmente «Capa Profunda de Sonido», menos ilustrativa a mi juicio).

Como nota aclaratoria a este nuestro indiscutible y patente navegar en la sopa de microorganismos que hemos tratado en este capítulo de *Rumbo a la vida marina*: la DSL es un fenómeno múltiple con diferentes explicaciones y orígenes, dependiendo de las coordenadas y de las condiciones físicas y biológicas de la mar, lo que quiere decir que aún conserva el referente fantasmal de lo que en principio se desconocía y hoy no se ha terminado aún de conocer.



Fondo eres y en fondo te convertirás. El arte de la pesca se ha transformado en electrónica pura y dura. En las redes de deriva, además de los peces localizados con el ecosondador, perecen atrapados muchos cetáceos, tortugas, aves marinas... (Foto del autor).

Cardúmenes multitudinarios, como el de la sardina en la costa oeste del Índico, con varios kilómetros de longitud y un centenar de metros de grosor, forzosamente tienen que dar sombra en sondadores y en el sónar. Otro de los inconvenientes de los modernos aparatos de detección submarina es que la captura de peces ya no es un arte, sino electrónica pura e inmisericorde.

Pero si la causa principal de los ecos inesperados está en las migraciones verticales de muchos seres marinos multitudinarios, principalmente los más pequeños, os debo una explicación antes de terminar

el artículo de este bimestre: ¿cuál es el motivo final de que esas migraciones verticales se efectúen en tan pronunciado gradiente de profundidades? Os contesto enseguida y sírvanos la conclusión como tema para un próximo trabajo en la REVISTA GENERAL DE LA MARINA: desde las profundidades medias de los 600-700 metros hay un trasiego diario de protistas, peces y otras criaturas que suben por la noche a superficie a comer el plancton migratorio y estacional que allí pulula. Todos ellos, o la mayor parte, volverán a sumergirse por el día hasta la cota de «reposo» de los 600 metros, en donde, ¡oh, sorpresa!, serán también víctimas de otra migración vertical: la de las criaturas abisales que se desplazan (suben) para comer a ese nivel porque a las profundidades a las que viven apenas existe más alimento que los detritos que caen desde la superficie y desde las mencionadas capas. Para procesar ese alimento hay que estar muy especializado, y pocas (o muchas, según se mire) son las especies adaptadas para sobrevivir en el mundo de la noche eterna y las enormes presiones. ¿Y cuál es la mecánica de las migraciones del plancton que, a pesar de disponer de mínimos desplazamientos, debemos considerarles nadadores pasivos? Pues a veces los grandes enigmas se resuelven con sencillas conclusiones. Ya dijimos que el fitoplancton se mueve con las corrientes en el fenómeno de convergencia-divergencia marina. Respecto al zooplancton, muchas de sus especies incluyen vacuolas con grasa que flota. Naturalmente tienden a subir. Y una vez ahítos de comida, resulta que pesan más y tienden a hundirse. Vamos, que dos y dos son cuatro, ¿verdad?