



RESUMEN ESQUEMÁTICO Y CONCEPTUAL DE LA VIDA MARINA

José CURT MARTÍNEZ



AMOS a ver en qué consiste eso de la vida marina o, mejor dicho, la vida en la mar. Es que debemos matizar porque el concepto vida, la palabra vida, no necesita adjetivos que la califiquen ni gentilicios que la sitúen, ya que por sí sola tiene el suficiente vigor para recordarnos la universalidad de lo que es principio y fin, física y metafísica, logos y misterio. La vida es un todo, una sola acepción, una portentosa filosofía; lo demás son localizaciones circunstanciales, aunque no dejen de ser necesarias. Pues bien, para entender lo que es la vida, sea como sea y esté donde esté, no se me ocurre nada mejor que partir de la llamada Ecuación Fundamental de la Biología (en lo sucesivo EFB):



La doble flecha que separa el primero del segundo término de la EFB indica que, más que de una ecuación, se trata de dos que están íntimamente relacionadas entre sí por su carácter reversible, a pesar de ser ambas independientes, antagónicas y complementarias. Podemos considerar que ambas marcan los dos eslabones extremos, prólogo y epílogo, de una cadena de transferencia de energía que, partiendo de la solar, es almacenada en el vegetal por medio de la fotosíntesis (F). Desde el vegetal, esta energía se repartirá entre todos los seres que tejen el cañamazo de la vida. La utilizarán (respiración) (R) en desarrollar el trabajo necesario para llevar a cabo sus ciclos biológicos (nacer, crecer, reproducirse y morir) y en mantener sus constantes vitales. Pero mejor que vayamos por partes si no queremos complicarnos la vida (nunca mejor dicho) innecesariamente. Empecemos, pues, hurgando un poco en el sentido que aparece de izquierda a derecha en la EFB, y que cada palo aguante su vela.

Fotosíntesis (F)



La F es el proceso sintetizador por excelencia y consiste en la formación de una molécula de glucosa partiendo de la reacción de seis moléculas de CO_2 (anhídrido carbónico o dióxido de carbono) atmosférico con otras seis de H_2O igualmente contenidas en el aire y, en menor medida, por condensación, en el suelo. La F consigue la transformación del mundo inorgánico, mineral, inanimado en el orgánico o bioquímico, la vida. Casi nada. Como en todo proceso de síntesis, la unión de los reaccionantes exige el aporte de una energía que quedará almacenada en el producto resultante (son reacciones endoenergónicas) que, en el caso de la EFB, ya hemos indicado que es la glucosa, con desprendimiento de seis moléculas de O_2 que pasan a enriquecer la atmósfera o el agua marina. Y, dado el carácter universal del fenómeno, tal energía no puede ser otra que la que proviene de la única fuente primaria de ella que conocemos, la del Sol, que llega a la Tierra a través de las ondas luminosas y no como vulgarmente se cree en forma de calor. Pero resulta que el proceso fotosintético solamente puede ser llevado a cabo por los vegetales con clorofila o vegetales verdes (ya hablaremos de las algas marinas coloreadas), que actúan

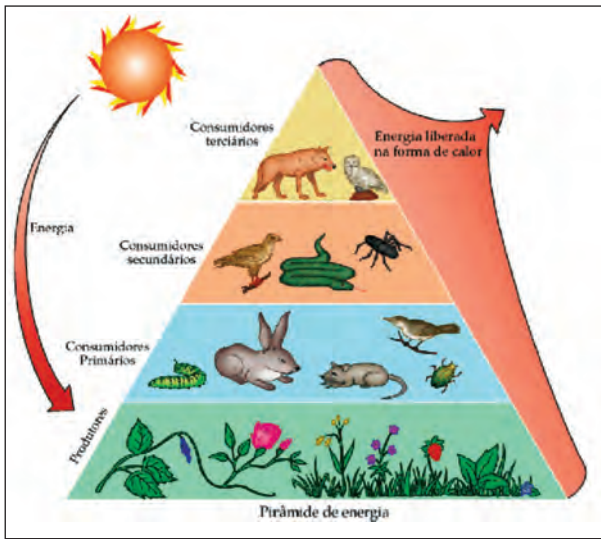
como exclusivos intermediarios, los únicos capaces de conectar al ser vivo con el Sol; y «sacarle el jugo» para poder servírselo en bandeja a todas las demás criaturas vivientes. Este protagonismo tan excluyente de las plantas con clorofila nos obliga a aceptar que vivimos en una auténtica «esclavitud verde», ya que el proceso vital depende tan directamente de la presencia del vegetal que de no existir este sería imposible aquel. Dicho de otra manera y tras deducirlo de la ecuación de la F, en ausencia de la planta verde, el aire se saturaría de dióxido de carbono y el oxígeno atmosférico se agotaría rápidamente, convirtiéndose nuestro ambiente en lo que coloquialmente se llama «una atmósfera irrespirable».

Para terminar de comprender el proceso fotosintético solo nos queda añadir que la glucosa (el alimento del músculo) es el pilar, la unidad básica, del que parte todo el edificio alimentario, pues no solo por polimerización de la glucosa se producen los hidratos de carbono de mayor peso molecular que



La fotosíntesis transforma el mundo mineral, inanimado, en vida. Casi nada. Gracias a ella los peces y el resto de animales submarinos pueden respirar en el seno de las aguas. En la foto del autor, fauna bentónica compuesta por madréporas y corales de la familia Acroporidae. Lo que parecen algas verdes (al fondo de la fotografía) son también corales del género Acropora.

entran a formar parte de la dieta, sino que de la glucosa —por procedimientos bioquímicos que se completan con la absorción de las sales de suelo a través de las raíces del vegetal, principalmente fosfatos y nitratos— derivan las proteínas y las grasas que conforman el arsenal alimenticio de todos los seres vivos. El vegetal, pues, no solo es consumidor de CO₂ y productor de oxígeno, sino también de todos los alimentos que sustentan la vida en tierra y en la mar; y por eso, en la base de la pirámide trófica o alimenticia, los bosques, las praderas y las selvas figuran en el grupo de los «productores de energía» o seres autótrofos o que se valen por sí mismos, y el resto de los seres vivos como «consumidores» o heterótrofos, que, directa o indirectamente, dependen del vegetal para su subsistencia (animales herbívoros, y los carnívoros que se comen a los primeros). Otra cosa es, y lo digo por «echarle un poquito de morbo a estas líneas», que el lector se esté preguntando con toda razón: si tan imprescindible resulta el vegetal para la vida, y yo en la mar no veo ni pinares ni robleadas, ni frutos ni flores, sino apenas cuatro algas verdes instaladas exclusivamente en su franja litoral y en sus primeros metros de profundidad, ¿cómo es posible que de esta aparente rancanería vegetal se pueda producir esa explosión de vida que tanto nos asombra en la enormidad de los océanos? Y



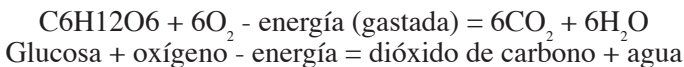
Pirámide alimenticia. La energía primaria parte del Sol y se almacena en el vegetal por medio de la fotosíntesis (productores). El resto son consumidores: los primarios o herbívoros comen vegetales; los secundarios, carnívoros, comen herbívoros. Los terciarios comen primarios y secundarios. (Fuente: <http://nosomeioprinteiro.files.wordpress.com/2011/12/2002-11-143-01-i007p32.gif>).

se seguirá preguntando: y si en el ecosistema marino veo tan poquito verdor, ¿se puede aplicar en su ámbito, sin la menor reserva, todo lo que significa la EFB, o hay truco? Pues os anticipo —que no sé muy bien si es gerundio— que sí, que la EFB puede darse un bañito en la playa toda ella entera, sin que le sobre un solo punto ni una sola coma.

Sigamos. A estas alturas, y gracias al proceso fotosintético, ya tenemos la glucosa (ya tenemos los alimentos) a nuestra entera disposición, la gasolina que el ser vivo necesita para su funcionamiento.

Y ahora, ¿qué pasa con ella? Pues pasa que el ser vivo tiene que utilizar la energía almacenada en su molécula para «emplearla en vivir». Y lo hace por medio de otro proceso bioquímico, también universal, ahora de análisis o de disgregación, que es la R, cuya ecuación es la que aparece en el sentido derecha-izquierda de la EFB y que enseguida transcribiremos. La R es el proceso antagónico y mucho más generalista que el de la fotosíntesis, porque esta es exclusiva del vegetal, y respirar respiran todos los seres vivos mientras viven, y precisamente porque viven —incluidos los vegetales, claro, que por el día, con luz— sintetizan también. La marcha de la respiración consiste, pues, en desandar los caminos ya andados en la fotosíntesis, o sea, en «quemar» la molécula de glucosa sintetizada, con pérdida (mejor con «transferencia») de su energía almacenada para que sea transformada en trabajo (y en calor, cuando procede).

Respiración (R)



Como puede observarse he cambiado de miembro el apartado de energía para dejar claras dos cosas en esta adaptación de la R: primero, que ahora la energía que está en juego ya no es la primaria del Sol sino, directamente, la secundaria contenida en el alimento; y segunda, que así queda más claro el consumo (la pérdida) de energía que conlleva todo proceso de análisis (procesos exoergónicos), aquí la R, que básicamente consiste en «demoler» la molécula de glucosa haciéndola reaccionar con las seis de oxígeno que inhalamos procedentes del aire y por vía pulmonar (los peces por medio de las agallas, otros seres con las branquias y tráqueas, algunos a través de la piel). Desde los pulmones este oxígeno penetra en la circulación general y llega, transportado por la hemoglobina de la sangre (o similares pigmentos respiratorios), a todos los órganos y tejidos del ser vivo que, finalmente, son los destinatarios de la energía almacenada en el alimento.

El análisis (la «ruptura») de los alimentos, que comienza durante la digestión intestinal, termina reduciendo los hidratos de carbono de alto peso molecular a su pilar básico, como dijimos antes, a la glucosa, que traspasando la barrera intestinal pasa al torrente circulatorio para alcanzar también a los tejidos, en cuya intimidad celular acaba reaccionando (quemándose) con el oxígeno sanguíneo, como quedó explicado en el párrafo anterior. Con la respiración la molécula de glucosa, además de desprender, ceder o perder su energía almacenada, devuelve al aire el anhídrido carbónico y el agua (vapor) que espiramos por la nariz; y los cetáceos, por citar un ejemplo muy llamativo y próximo a nuestra profesión, por el espiráculo. «¡Está soplando!», y este grito,

con señera raigambre marinera, fue el epitafio de muchos de los seres más grandes de la naturaleza, el descomunal cachalote y las enormes ballenas de barbas. Y con la muerte del ser vivo, que biológicamente se considera como la única posición posible de equilibrio energético, hemos cerrado el ciclo que empezamos con la F, al devolver a la tierra, también a la mar, el tanto de energía que aún conservaban los cadáveres.

Obviamente el balance energético entre ambas ecuaciones de la EFB es muy difícil de cuadrar si pensamos que en la marcha natural de dicha ecuación se suceden las pérdidas de carga y ocurren fugas energéticas en las que no vamos a insistir por no alargar demasiado el texto. Para cuadrar contablemente el flujo energético en un sistema cerrado como es el que estamos tratando (ya sabéis: la energía ni se crea ni se destruye, se transforma), tendríamos que recordar que la entropía o ley del desorden termostático anuncia la imposible exactitud en la reversibilidad de los sistemas termodinámicos, advirtiéndonos de que el mundo que habitamos se desenergetiza poco a poco sin remedio, lo que viene a decirnos que todo lo que nos rodea y la vida tuvieron un principio y también tendrán un final y que tarde o temprano terminaremos todos nosotros encontrándonos en el Valle de Josafat.

Pues claro que todo lo que hemos tratado hasta ahora acerca de la EFB puede aplicarse rigurosamente a la mar, como no podía menos de suceder. En la mar, los procesos en acción (fotosíntesis, respiración, relaciones de la vida



Si en la mar no veo ni pinares ni robledas, ni frutos ni flores, y si dicen que es imprescindible el vegetal, ¿cómo se produce tal explosión de vida en la enormidad de los océanos? En la foto del autor, arao aliblanco, *Cepphus grylle*, en la dársena de Oban, Escocia 2009.

animal con la vegetal) se rigen por los mismos principios que los de tierra, con la destacada particularidad de que el aire se ha transformado en agua (un fluido 800 veces más denso) y que es en el seno de las aguas donde se transfiere la energía del Sol al vegetal, y de este a los demás seres vivos marinos que, obviamente, adquirirán formas y maneras inéditas en el secano (eso que nos impide confundir una sardina con un jabalí) para poder vivir en un medio totalmente distinto del aéreo, pero en el que todo proceso fundamental sigue siendo el mismo.

Pues bien: que los árboles no nos impidan ver el bosque marino, repleto de genuinos vegetales que ahora vamos a descubrir. En pro de la sencillez estableceremos dos tipos de vegetales marinos: los bentónicos, que son los que están pegados al fondo y que, en cierto modo, se podrían parecer a la flora terrestre, y los flotantes o planctónicos, que navegan de forma pasiva, arrastrados por las corrientes, y que por su singularidad os van a dejar con la boca abierta. Y como todos ellos tienen pigmentos asimiladores, también tienen la capacidad de realizar la función clorofílica, por raro que parezca. Y vamos a establecer, también, con fines didácticos, dos zonas de estudio: la litoral, que comprende el tramo que va desde la zona de salpicaduras de las mareas altas vivas a la cota de las bajamares vivas, y la sublitoral, que empieza en el punto más bajo de dichas mareas y continúa hasta, teóricamente, los fondos abisales. Pero estad tranquilos, que no vamos a necesitar pedir destino en el batiscafo porque de la zona sublitoral únicamente nos van a interesar las aguas de la llamada zona fótica, pongamos que los 100 primeros metros de profundidad aproximadamente, que es donde vamos a establecer que puede llegar la luz del Sol, aunque a 200 m también podría haber fotosíntesis en ciertas condiciones extremas, pero ya es muy escasa y, por tanto, desestimable para nosotros.

En la zona litoral y en sus flecos de la sublitoral nos encontramos con el mundo de las algas sésiles o bentóni-



Una especie muy común de feocífeas o algas pardas: *Laminaria saccharina*. Repárese en el pie con los rizoides como anclaje al fondo. (Fuente: Croft, J, 1969. *El Mar y sus habitantes*. Editorial Bruguera).

cas. Pertenecen a tres clases: verdes, como la lechuga de mar; pardas, como las laminarias, y rojas, como la *Dilsea* o la *Rhodymenia*. Las tres tienen clorofila, muy patente en las verdes y menos en el resto: las algas pardas porque su mayoritario pigmento asimilador, la ficoxantina, o el pigmento de las rojas, la ficoeritrina, enmascaran su clorofila; pero quede claro que, como ocurre con las meigas, haberla la hay en los tres tipos de algas, cuyos exclusivos pigmentos también fotosintetizan, y para eso están.

Estas macroalgas son vegetales primitivos, algunas muy grandes. Son talofitas, lo mismo que los hongos o los musgos. Vamos, que la gente opinará que están un poquito mal hechas, embebidos como nos encontramos por las líricas rosas que gustaba Bécquer. La verdad es que son muy simplonas, sí. Las talofitas marinas únicamente tienen un pie y un talo por los que realizan la fotosíntesis en lugar de diferenciarse en las verdaderas raíces, tallo y hojas de las plantas terrestres superiores. Además, en las algas el pie carece de las funciones metabólicas de absorción de sales minerales que realizan las verdaderas raíces, y sus rizoides sirven exclusivamente para anclar el vegetal en el sustrato (rocas, arenas, fangos) para evitar que se les lleve la corriente si se duermen, o las desplace el oleaje, a veces muy violento de la zona litoral. Las verdaderas hojas del vegetal clásico han sido sustituidas en las talofitas marinas por las frondes, con una ordenación celular tan sencilla que no llega a formar los auténticos tejidos de la planta superior, lo que no es impedimento para que algún tipo de frondes, como el alga parda *Macrocystis pyrifera*, alcance el centenar de metros de longitud.

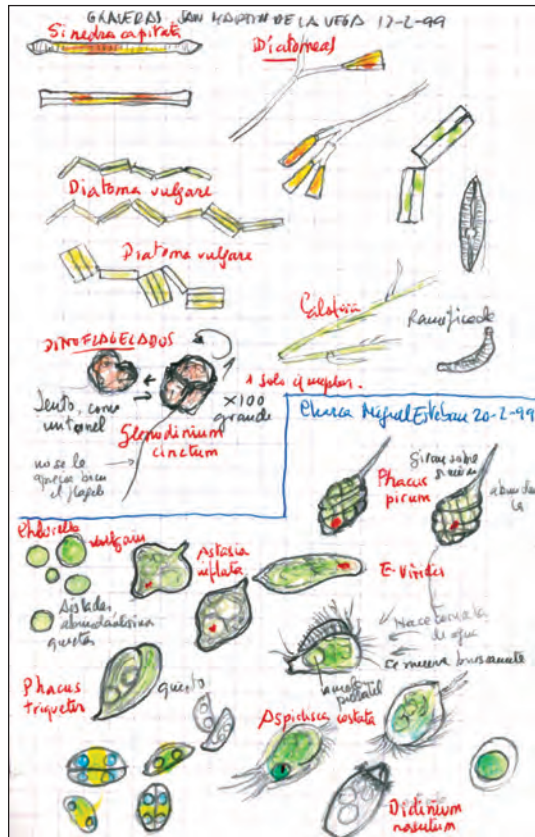
La mar cuenta también con dos especies (que como las hermanas de Andrés, podemos ampliar a tres) dentro de las fanerógamas o plantas con flor. Son lo máximo de la botánica marina, para entendernos. Se trata de la zostera marina y de la posidonia oceánica, que forman extensas praderas submarinas a bajas cotas de profundidad, digamos que rondando los 10 a 20 metros. ¿Y cuál es la tercera especie en discordia? Pues la discordante en cuestión no es exactamente una fanerógama, sino una macroalga verde invasora, la *Caulerpa taxifolia*, de origen tropical, que se escapó de los acuarios del Instituto Oceanográfico de Mónaco en los pasados años 80 y ahora amenaza la supervivencia de nuestras dos fanerógamas autóctonas, cuya capacidad de reproducción es muy inferior a la de *Caulerpa* que, al igual que se decía de Atila, por donde pasa no crece la hierba.

Es evidente que la luz del Sol no puede bajar a mucha profundidad y, dependiendo de cuál sea esta, sabemos que solo llegan distintos tramos del espectro luminoso que, paulatinamente, se ha ido filtrando a través de las capas superiores del agua. El buceador sabe que en cuanto baje unos pocos metros desaparece la exultante policromía del fondo marino y que el entorno se ve gris verdoso. Pero son travesuras del espectro porque también sabe que al encender una linterna vuelve a estallar la pirotecnia del color. Y llegando alrededor de los cien metros quedan solamente los mortecinos tonos azules

del espectro luminoso, lo que indica que los diversos tipos de algas bentónicas deben adaptar sus posibilidades fotosintéticas al tipo de luz que les llega; de ahí el diferente color de sus pigmentos asimiladores y que se distribuyan siguiendo el orden de la llamada zonación, una estratificación en profundidad que sitúa cada planta donde debe estar, pues no es lo mismo la luz directa que reciben las algas que quedan en seco en la bajamar que aquellas que tienen que aprovechar los últimos flecos de luz que llegan a las profundidades submarinas que lindan con la zona afótica (sin luz). A tales efectos y sin que la zonación sea rigurosamente excluyente, de menor a mayor profundidad se suceden las algas verdes, luego las pardas y, por fin, las rojas.

El rígido orden en la zonación, la topografía de la costa y la situación geográfica son otros factores limitantes en la distribución de la flora marina litoral. Así, en la Antártida, en los primeros cincuenta metros de profundidad no existe ningún vegetal bentónico porque los hielos, en sus constantes movimientos, pulen el fondo marino. Y según la latitud, las horas de insolación crecen o decrecen hasta llegar a la noche de seis meses de los círculos polares, por lo que en ellos es crónica la ausencia de las macroalgas bentónicas. A cambio, hay gran cantidad de microalgas.

Como el mundo de las grandes algas litorales es el único que nos entra por los ojos, podríamos llegar a pensar que con tal arsenal de elementos fotosintetizadores ya tenemos resuelta la transferencia de materia y energía que demanda la biota marina para desarrollarse en todas las direcciones de la rosa de los

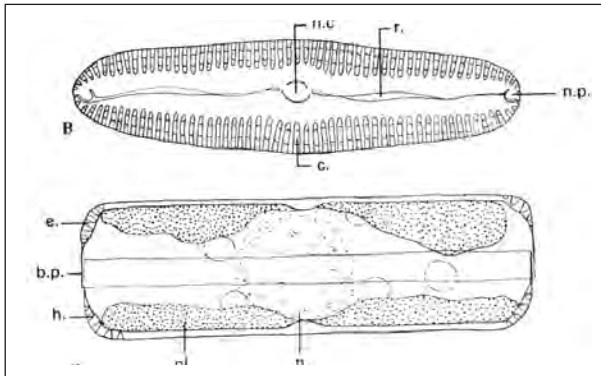


Fitoplancton en dos charcas de agua dulce. Arriba vemos varias especies de diatomeas (existen 5.000) y dinoflagelados, similares a los que forman el fitoplancton marino. Debajo: varios organismos fotosintetizadores. (Fuente: dibujos y trabajos de microscopía del autor).

vientos. Pero la mar engaña, y su enormidad invita al Tío Paco, el de las rebajas, a una lógica reflexión: la biomasa vegetal bentónica, la aparente riqueza botánica de la zona litoral y sublitoral no puede ser suficiente para mantener el espectacular hervor de vida que se da en las inmensidades marinas; el ritmo de las mareas, la estrechez geográfica de la zona litoral, su acotación solo útil en profundidad próxima a la superficie y las demás limitaciones recientemente apuntadas nos descubren que la misión de la flora bentónica queda relegada únicamente a las fronteras de la mar con la tierra firme, pero que se quedaría corta para que la EFB pudiese ser operativa en la lejanía de las aguas oceánicas. Todo ello nos plantea la necesidad de contar con otra fuente de biomasa vegetal, distinta a todas, que nos pasa desapercibida pero que tiene que ser inconmensurable en su abundancia como ancha es la mar. Solo con ella la vida podrá extenderse hasta alcanzar los horizontes donde se diseñan los amaneceres y los atardeceres.

Y aquí aparece el prodigioso tonelaje de los seres planctónicos o flotantes en el seno de la mar, una biomasa desbordante de criaturas microscópicas que podemos dividir en dos grupos: el fitoplancton (de fitos = planta) que, por realizar la función clorofílica, es el principal productor de energía en alta mar, y el zooplancton, que incluirá a los primeros consumidores en la escala trófica marina al alimentarse de fitoplancton, en el cual predominan dos tipos de microorganismos fotosintetizadores —los dinoflagelados y las diatomeas—, en tal cantidad que si pudiésemos cuantificar su biomasa, tendríamos que hacerlo manejando cifras astronómicas. Pensemos en que una gota de agua puede contener cientos de diatomeas y que si extrapolásemos tal unidad de

referencia al conjunto de las aguas de los siete mares y a las gotas que caben en ellos, llegaríamos a unos números que, como los que intentan contar las estrellas, siempre se nos quedarían cortos. Con ello no quiero que identifiquéis la mar como una sopa de diatomeas, que no lo es porque su distribución no es uniforme y está sometida a variaciones estacionales y a las migraciones horizontales y verticales de sus mu-



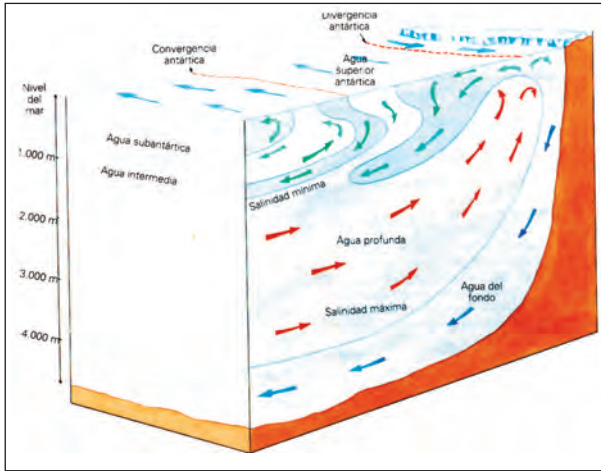
Estructura de la diatomea. Arriba, en visión valvar (vista desde arriba); abajo, en visión pleural (de costado). Véase en esta última cómo la epiteca (tapa superior) encaja en la hipoteca (tapa inferior) de menor tamaño. (Fuente: Bold/Alexopoulos/Develoryas, 1987. *Morfología de las plantas y los hongos*. Ediciones Omega, S. A., Barcelona).

chas especies, que han de subir a la superficie y llegar a las coordenadas apropiadas para poder establecer negocios con el Sol. La mar es un bullicio de vida gracias a los diminutos seres que ni siquiera vemos.

La diatomea es un maravilloso organismo unicelular, capaz de fotosintetizar, envuelto en un caparazón dividido en dos valvas silíceas, el frústulo, que protege el protoplasma o parte vital de la diatomea. Recordemos la clásica caja de zapatos; el frústulo funciona igual: la epiteca o tapa encaja en la inferior, hipoteca o verdadera «caja», que necesariamente es de menor tamaño. Las diatomeas se reproducen —mejor decir, se multiplican— por división binaria: cada célula se parte en dos y cada célula-hermana incluye la mitad del protoplasma, y en este proceso cada una de sus valvas actuará siempre como epiteca, creando otra hipoteca *de novo* para cerrar los dos frústulos resultantes. La parte correspondiente a la epiteca de la célula madre repetirá tamaño en la célula hija, pero la parte que le toca a la hipoteca dará lugar a una diatomea más pequeña, lo que se repite en sucesivas biparticiones hasta alcanzar la mitad de ellas un tamaño mínimo casi incompatible con la vida. Para arreglar tal desaguisado, estas minidiatomeas emprenden una reproducción sexual con gametos macho y hembra que las devuelve al formato original.

Las diatomeas, y menos los dinoflagelados, son tan abundantes que cada litro de agua contiene de uno a seis millones de organismos. Tal concentración explica que los fondos marinos de mares templados y fríos, como es el océano Glacial Antártico, esté compuesto por esqueletos de diatomeas, creando un tapiz silíceo de considerable grosor, que se conoce como fango de diatomeas, cuya versión fósil en lo seco, la tierra de diatomeas o *kieselguhr*, tiene o tuvo diversas aplicaciones industriales, como en la estabilización de la nitroglicerina para fabricar dinamita. También se emplea como magnífico material filtrante en laboratorio y en la composición de cremas exfoliantes, esas que rejuvenecen a las señoras 20 años con solo olerlas, según la publicidad.

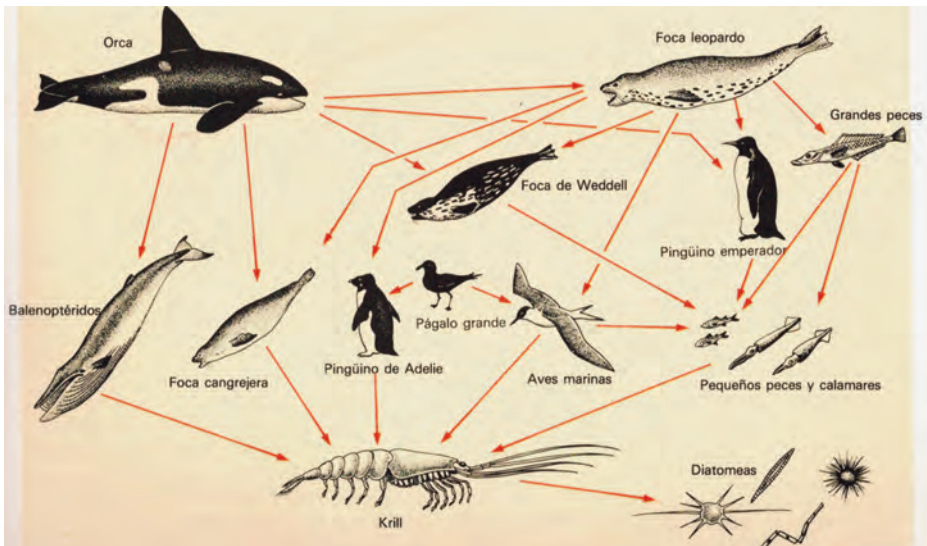
Existen diatomeas tanto a grandes profundidades como en la superficie; pero nosotros sabemos que solo estas últimas pueden realizar la fotosíntesis, por lo que todas ellas deberán desplazarse a la zona fótica para cumplir con su cometido de fijar la energía solar. En virtud de ello hay diatomeas que tienen la facultad de moverse, pero son tan pequeñas y por ello relativamente tan lentas que ya se sabe que el caracol tiene poco porvenir en el *rally* París-Dakar. Sin embargo, la mayoría de ellas carecen de órganos locomotores y unas y otras deben ser arrastradas por las corrientes marinas y afloradas a superficie de forma pasiva y masiva, merced al fenómeno de la convergencia-divergencia de masas de agua, que se da no solo en la Antártida (es el más llamativo y conocido), sino en varias localizaciones más, destacando por su intensidad el Círculo Polar Ártico y las costas occidentales y ecuatoriales de África y de Sudamérica cara al Pacífico. Para lograr el aprovechamiento máximo de los rayos solares, la diatomea cuenta con que sus productos de acumulación se condensan en un aceite que flota por disminuir la densidad del



Representación del fenómeno de la Convergencia Antártica y su Divergencia. (Fuente: *Un viaje a la Antártida. Primera expedición científico-pesquera española, 1986-87*. Instituto Español de Oceanografía. Edita Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

organismo, lo que también les obliga a descender lentamente y prolongar así su tiempo de exposición al Sol.

Podemos decir que existen tres Antártidas: la geográfica, que vemos en la cartografía; la oficial del Tratado Antártico, que comprende mares y hielos por debajo de los 60° de latitud sur, y la rodeada por el perímetro variable de la Convergencia Antártica, que es la verdadera desde el punto de vista oceanográfico y biológico, ya que este conti-



Cadena alimentaria en la Antártida con «productores» (abajo a la derecha, fitoplancton) y el resto de «consumidores». Destacamos la importancia del krill. (Fuente: Boitani *et al.*, 1983. *El Antártico y la Patagonia*, Enciclopedia de la Naturaleza de Adena/World Wildlife Found. Editan Debate/Itaca/Círculo).

nente-isla depende absolutamente de las aguas que le rodean, y estas tienen un marcado sello de originalidad.

A ver si soy capaz de resumir este interesante proceso: los océanos Atlántico, Índico y Pacífico bañan el cono sudamericano, el africano y Australia. Con los aportes de los ríos en materia orgánica e inorgánica, heces de los animales, cadáveres, etc., estas aguas oceánicas, templadas, se enriquecen en sales minerales que aumentan su densidad, permitiendo que al dirigirse al continente Antártico naveguen en profundidad, metiéndose en la Convergencia debajo de la corriente de las aguas circumpolares, menos densas y que por ello flotan, y que, en sentido contrario, parten de dicho continente en demanda de la repetida Convergencia, donde se considera que se encuentra el límite del océano Glacial Antártico. Posteriormente, las aguas oceánicas se encuentran con las aguas circumpolares en la zona costera de la Antártida, en la línea de la Divergencia. En su contacto, las circumpolares, que se habían endulzado al recibir el desagüe de los hielos continentales y las de fundición de los témpanos, se enriquecen en sales y, aun por ser las menos densas, navegan en superficie hasta llegar a la Convergencia, donde «convergen» con las oceánicas, cerrándose así el ciclo. Con estos movimientos los organismos fitoplanctónicos (y las sales) han podido desplazarse en horizontal y también subir a la superficie en sus migraciones verticales para sintetizar, con máximo provecho, materia y energía en su contacto con el Sol.



Nos vamos volando. Pidámosle prestado, como epílogo, unos versos a don Antonio Machado en homenaje al lirismo que envuelve todo lo que es la vida marina. La naturaleza nos ofrece unas cuantas estrofas: en la foto del autor, nutrida colonia de gaviota tridáctila, *Rissa tridactyla*, en la bahía de Ekkeroy, dentro del Círculo Polar Ártico noruego.

En la cadena alimentaria marina los primeros consumidores de energía son los copépodos, que también hay que verlos con el microscopio, y que forman parte importante del zooplancton y se nutren de diatomeas. Después vendrán a comérselos los eufasiáceos o *krill* en jerga de balleneros, varias especies de quisquillas, que sirven de alimento a su vez a un sinfín de criaturas mayores, entre ellas los pingüinos, varias focas y lobos marinos e incluso a ballenas y otros cetáceos. Otro dato sorprendente: se calcula que la biomasa anual de krill en la Antártida es de 500 millones de toneladas, algo más que lo que capturan al año los buques pesqueros de todo el mundo, incluidos además de los peces los cefalópodos, bivalvos y crustáceos.

Ha llegado para nosotros la hora del epílogo, y creo que nada mejor que cerrar estas páginas con unos versos que no sé si tienen mucho que ver con el academicismo de la EFB, pero que sí sé que son parte del poema que se está escribiendo todos los días, desde el principio de los tiempos, entre el Sol y la mar infinita para crear vida:

«Era un suspiro líquido y sonoro
La voz del mar aquella tarde... El día
No queriendo morir, con garras de oro
De los acantilados se prendía.

Pero su seno el mar alzó potente
Y el Sol, al fin, como un soberbio lecho
Hundió en las olas la dorada frente
En una brasa cárdena deshecho.»

Antonio Machado

