

Un planeta, dos mundos: La vida en el océano



Muchos animales marinos se han adaptado a vivir fijos al sustrato y a alimentarse filtrando el agua de mar. En la foto el cnidario *Cerianthus membranaceus* / Paula Rodríguez Flórez



José
Templado



Es el agua, precisamente, lo que caracteriza al planeta que paradójicamente denominamos Tierra. Alrededor del 71% de su superficie está ocupada por mares y océanos. Si tenemos en cuenta que la profundidad media del área ocupada por el agua marina es de unos 3.800 m, podemos hacernos una idea de la inmensidad de este ecosistema tridimensional.

La vida en nuestro planeta no es ajena a ello, tuvo su origen en el medio acuático y está inexorablemente ligada al agua. Efectivamente, la vida se originó en el mar hace más de 3.500 millones de años (ma), con un dominio inicial exclusivo de las bacterias anaerobias. Mil millones de años más tarde (hace unos 2.500 ma) surgieron en este mismo medio las bacterias aerobias, hace unos 2.000 ma los primeros eucariotas (organismos unicelulares con núcleo) y hace unos 800 ma se originaron los primeros animales pluricelulares (metazoos). Ya en el Cámbrico, estaban presentes en el medio marino la mayor parte de los grandes grupos animales (o filos) hoy conocidos, más algunos otros que se extinguieron poco después.

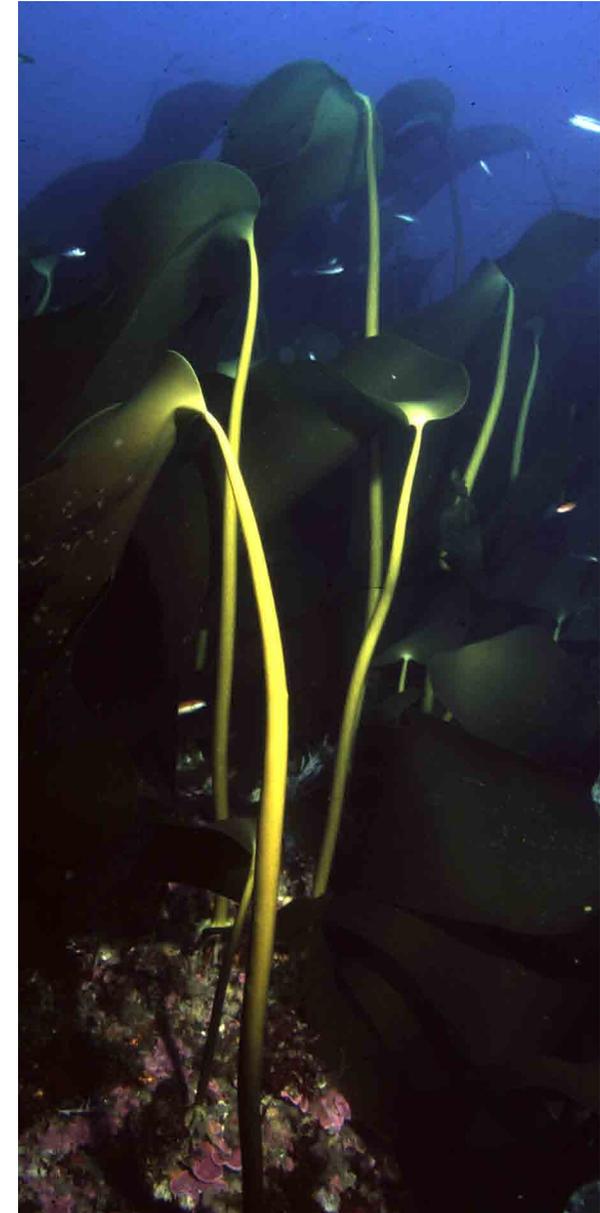
Por otro lado, la colonización y ocupación del inhóspito y yermo medio terrestre se produjo mucho más tarde en diversas oleadas. Los primeros metazoos terrestres se conocen desde hace unos 500 ma, las plantas y artrópodos terrestres surgen hace unos 400 ma, los anfibios, reptiles e insectos voladores, hace unos 360 ma, las primeras plantas superiores terrestres se remontan en el registro fósil hasta hace unos 300 ma, los mamíferos surgieron hace unos 200 ma, las aves hace

unos 175 ma y, finalmente, las plantas con flores o angiospermas hace unos 125 ma. La aparición de las angiospermas en el medio terrestre y su posterior expansión constituyen la conquista definitiva del “medio aéreo”. Estas plantas pronto cubrieron la mayor parte de las superficies emergidas (con excepción de los desiertos, casquetes polares y altas montañas), constituyendo el principal elemento estructural de los distintos ecosistemas. Estos vegetales dieron lugar a infinidad de nichos ecológicos, que progresivamente fueron siendo ocupados por distintas especies animales, mayoritariamente insectos. Todo ello provocó que desde la aparición de las fanerógamas o plantas con semillas, las cifras de la biodiversidad se dispararan de forma progresiva hasta nuestros días.

La vida marina

El medio marino presenta unas características muy diferentes que difieren de a las del medio terrestre y, aunque las leyes biológicas son las

Las algas son el componente vegetal mayoritario en el mar. Algunas pueden alcanzar varios metros de altura, como estas laminarias del mar de Alborán. / Carlos Moreno Robledo





mismas en uno y otro medio, la forma en la que se organiza la vida es muy diferente, en su composición, estructura y funcionamiento.

En primer lugar hay que señalar la ausencia en el mar de fronteras similares a las del medio terrestre. Todos los mares y océanos están interconectados entre sí. Por otro lado, es la mayor densidad del medio acuático, frente al aéreo, la que le confiere buena parte de sus atributos diferenciadores. La densidad del agua de mar permite la vida en suspensión, lo que posibilita que distintas formas de vida ocupen todo el volumen de la gran masa oceánica. En el agua el principio de Arquímedes anula con facilidad la servidum-

bre de la gravedad, lo que permite una movilidad suave, continua y delicada.

Se llama dominio (o ecosistema) pelágico al constituido por la gran masa de agua que se extiende desde la superficie hasta el fondo, en contraposición al dominio bentónico, formado por el fondo y por la capa de agua en inmediato contacto con él. El conjunto de organismos que viven en el dominio pelágico suele dividirse en dos grandes componentes, el plancton, constituido por los organismos que son arrastrados pasivamente por las corrientes, y el necton, formado por aquellos cuya capacidad natatoria les permite desplazarse con independencia de éstas.



▲
◀ Muchos paisajes submarinos están constituidos mayoritariamente por animales sésiles como los de las fotos (fondos próximos a las isla de Alborán a 90 y 65 m de profundidad)./ Fotos proyectos INDEMARES y Fauna Ibérica

“Aunque ahora representan el 15% de las especies pluricelulares, si excluyéramos del cómputo a los insectos, las especies marinas constituirían alrededor del 65% de las existentes en todo el planeta”

El dominio pelágico es, con diferencia, el mayor ecosistema del planeta, pero a pesar de ello, presenta una gran uniformidad, lo que se traduce en una diversidad relativamente baja. Las especies que lo pueblan tienen áreas de distribución muy amplias, estrechamente ligadas al patrón general de corrientes y se corresponden con las





En el agua el principio de Arquímedes anula la servidumbre de la gravedad, lo que permite una movilidad suave, continua y delicada. En la foto medusas *Cotylorhiza tuberculata*.

“La densidad del agua de mar permite la vida en suspensión, lo que posibilita que distintas formas de vida ocupen todo el volumen de la gran masa oceánica”

grandes masas de agua, caracterizadas por unos determinados rangos de temperatura y salinidad. Por ello, buena parte de las especies pelágicas son cosmopolitas, es decir, pueden encontrarse en cualquiera de los océanos. A pesar de esta baja diversidad, por el contrario, la biomasa total de los organismos pelágicos es elevadísima, dadas las extraordinarias dimensiones de este medio, muy superior a la de cualquier otro gran ecosistema del planeta.

Los organismos fotosintetizadores del plancton son microscópicos (unicelulares o coloniales), en su casi totalidad, y desempeñan un papel crucial en la economía de los mares, ya que son los encargados de transformar la energía solar en materia viva. La mayor parte de la producción primaria (cerca del 99%) en el mar la realiza el fitoplanc-

ton (mayoritariamente **Diatomeas**, **Dinoflagelados** y **Coccolitofóridos**). Los macrofitos marinos (plantas macroscópicas) son en su mayor parte bentónicos y están concentrados en una estrecha franja costera (como excepción pueden citarse algunas algas flotantes, como los sargazos).

El componente animal del plancton se conoce como zooplancton, nombre que recibe una compleja comunidad formada por especies de muy diversos grupos taxonómicos y con un rango de tallas muy variable, desde menos de un milímetro hasta unos dos metros, como algunas medusas y **Sifonóforos**. De los 32 grandes grupos animales o filos presentes en el mar, 12 de ellos comprenden especies enteramente pelágicas, aunque sólo 2 (**Ctenóforos** y **Quetognatos**) son predominantemente planctónicos. La biomasa del zooplancton

está dominada por los Crustáceos, y dentro de ellos, especialmente por los **Copépodos**. Estos animales se nutren muy activamente del fitoplankton y, a su vez, constituyen el alimento principal de otras muchas especies del zooplancton y de los peces planctófagos, por lo que desempeñan un papel fundamental en las cadenas tróficas del océano. Cabe decir, como curiosidad, que a pesar del pequeño tamaño de los copépodos, son sin duda el grupo animal que reúne mayor biomasa de todo el planeta y los dominantes del zooplancton en cualquier momento y época del año.

El necton, formado por los animales nadadores del sistema pelágico, está constituido fundamentalmente por vertebrados (peces, cetáceos y reptiles marinos), mientras que los invertebrados sólo están representados por el grupo de los moluscos cefalópodos.

Aparte de todo este conjunto de organismos que vive de forma permanente en la columna de agua, cabe señalar que aproximadamente el 70% de las especies bentónicas o costeras (las que viven asociadas a los fondos o a la costa), presentan alguna fase larvaria planctónica, por lo que son habitantes temporales de la columna de agua. Las fases larvianas planctónicas confieren una gran capacidad de dispersión a las especies que las poseen, aunque en su estado adulto tengan escasa o nula movilidad. Por ello, también buena parte de las especies bentónicas poseen áreas de distribución muy amplias, lo cual tiene una decisiva importancia a la hora de analizar las tasas de especiación.





La existencia de vida en suspensión, así como de diversos tipos de partículas orgánicas y de nutrientes y sustancias disueltas, supone que el agua transporta en su seno una gran cantidad de alimento. Podríamos decir que el agua del mar es, de alguna manera, un auténtico “caldo nutritivo”. Ello ha determinado que buena parte de los grupos o especies de animales marinos se hayan adaptado a alimentarse de forma pasiva, por filtración, y a la vida sésil (fija al sustrato). Por el contrario, en el medio terrestre los animales se ven obligados a desplazarse para obtener el alimento, mientras que solo los vegetales pueden vivir fijos al sustrato. En el medio marino plantas y animales compiten por “la ocupación del territorio” y, de hecho, muchos paisajes o ecosistemas marinos están constituidos mayoritariamente por especies animales. El ejemplo más elocuente de ello lo constituyen los arrecifes de coral, pero son muchas las comunidades marinas dominadas fisiónomicamente por el componente animal, sobre todo en ambientes umbríos. Estos “paisajes animales” son, desde luego, una característica exclusiva del medio marino.

Algunos de los grandes grupos que comprende el Reino Animal están constituidos únicamente por especies sésiles (organismos acuáticos que crecen adheridos en su sustrato, como las Esponjas, Endoproctos, Pogonóforos, Foronídeos, Briozoos, Braquiópodos, Ascidas). Otros, como los cnidarios, aunque cuentan también con especies de vida libre, son en su mayor parte sésiles y, asimismo, algunos grupos de animales originariamente móviles (como moluscos y anélidos),



cuentan también con numerosísimas especies adaptadas a vivir fijas al sustrato y a alimentarse por filtración.

La vegetación marina

Uno de los principales elementos diferenciadores de la vida marina es el componente vegetal. Como se ha comentado, en el mar la mayor parte de la producción primaria está originada por diminutos organismos fotosintetizadores unicelulares (fitoplancton), mientras que en el medio terrestre procede, por el contrario, de los organismos más conspicuos: las plantas con flores. En el medio terrestre son los vegetales los elementos estructurales de casi todos los ecosistemas y los responsables de la existencia de una gran multiplicidad de nichos ecológicos.

La vegetación marina macroscópica, que está constituida, sin embargo, mayoritariamente por

“Las praderas submarinas constituyen uno de los ecosistemas litorales más importantes y característicos y desempeñan un importante papel en la dinámica, biología y redes tróficas costeras”

Solo unas 60 especies de fanerógamas se han adaptado plenamente al medio marino y forman praderas en los sustratos sedimentarios superficiales. En la foto pradera de *Cymodocea nodosa* en la costa de Murcia.

algas (unas 30.000 especies en todo el mundo), encuentra en este medio un importante número de limitaciones. En primer lugar, precisan de la luz, lo que determina que la mayor parte de ellas se distribuyan por encima de los 50 m (por debajo de esta profundidad solo se desarrollan unas pocas especies de algas rojas, que no se extienden más allá de los 100-150 m). Por otro lado, las algas precisan de un sustrato sólido para asentarse (con muy pocas excepciones), al carecer de raíces. Los dos factores anteriores limitan mucho el espacio disponible para el desarrollo de los macrófitos, pues más del 70% de los fondos de las plataformas continentales están cubiertos de sedimentos. Pero además, los vegetales marinos no son los únicos organismos capaces de fijarse al sustrato, sino que deben competir con los animales sésiles por la ocupación del mismo. Todas estas limitaciones no se dan en tierra firme, lo que ha permitido la





“El agua del mar contiene muchos nutrientes, lo que ha determinado que buena parte de los grupos de animales marinos se hayan adaptado a alimentarse de forma pasiva”

extraordinaria diversificación y desarrollo de las fanerógamas en el medio aéreo.

Las algas, por lo general, presentan un tamaño relativamente pequeño, que no suele superar algunos decímetros de altura. Por ello, la vegetación marina no alcanza la complejidad y envergadura que encontramos en el medio terrestre. Hay algunas excepciones, como las algas laminares, de mares fríos y templados, que pueden medir varios metros y en algunos casos, como las especies del género *Macrocystis*, superar los 30 m. Estas algas sí pueden constituir en algunos lugares auténticos bosques submarinos, pero la superficie total que ocupan es muy reducida, en relación a la que ocupan la totalidad de mares y océanos.

Aunque las algas son los vegetales dominantes en el mar, un reducido número de especies de Angiospermas (alrededor de 60 en todos los océanos) se han adaptado de forma secundaria a la vida en el medio marino. Precisamente, estas plantas, con su desarrollado sistema de rizomas, se adaptaron con éxito a ocupar los extensos fondos sedimentarios poco profundos, que hasta entonces permanecían desiertos. Así, las angios-

permas marinas ocupan hoy día amplias extensiones de los fondos someros y constituyen en los mares templados y cálidos uno de los ecosistemas litorales más importantes y característicos, las denominadas “praderas submarinas”, las cuales desempeñan un importante papel en la dinámica, biología y redes tróficas costeras.



La vida se originó en el mar, pero a lo largo de la evolución han sido numerosos los intentos de conquistar el medio aéreo con menor o mayor éxito. /Guillermo Alonso-Blanco.

Las cifras de la biodiversidad

De todo lo comentado con anterioridad, cabría pensar que mares y océanos albergan una biodiversidad muy superior a la del medio terrestre por las razones señaladas: a) el espacio disponible

para la vida es muy superior, b) la vida se originó en el mar, así como todos los grandes grupos animales conocidos, c) la evolución ha transcurrido mucho más tiempo en este medio, y d) las formas y posibilidades de vida son también mayores. Sorprendentemente, si acudimos a las cifras reales de la biodiversidad, medida en número de especies, el medio terrestre supera con mucho al marino.

Si nos referimos a los organismos (plantas y animales) pluricelulares descritos, en el medio terrestre se conocen cerca de 1.375.000 especies, de las cuales unas 345.000 son vegetales (un 78% fanerógamas) y alrededor de 1.030.000 animales (el 85% insectos). Por el contrario, en el medio marino sólo se conocen unas 250.000 especies, de las cuales 30.000 son vegetales (casi todas algas) y unas 220.000 animales. Estas cifras suponen que el medio marino albergaría sólo alrededor del 15% de las especies pluricelulares conocidas en el planeta, que suman alrededor de 1.625.000.

Estos datos son los referidos al número de especies, pero la diversidad también puede estimarse como el número de formas de vida o de grandes grupos taxonómicos. En este caso, la balanza se vuelve bruscamente del lado del medio marino. De los 33 filos o grandes grupos animales, 32 de ellos están presentes en el medio marino, 16 de los cuales son exclusivos de este medio y 8 mayoritarios en él. En las aguas dulces están representados 16 filos, ninguno de forma exclusiva y solo dos de ellos predominan en este medio (de los cuales 1 es enteramente parásito). Por último, solo 10 filos están presentes en el medio terrestre y, de ellos, únicamente uno es exclusivo





“El ecosistema pelágico, la gran masa de agua que se extiende desde la superficie hasta el fondo, es el mayor del planeta aunque tiene una diversidad relativamente baja”

de él. Se trata de los Onicóforos, grupo de pequeños animales que cuenta con unas pocas especies actuales en ambientes húmedos del hemisferio sur. Sin embargo, se han hallado especies marinas fósiles de este grupo de hace más de 300 ma. Todo ello es reflejo del origen acuático (marino) de la vida y de todos los grandes grupos animales. Solo 16 de estos grupos han colonizado las aguas continentales y únicamente 10 han sido capaces de invadir con diferente éxito el medio terrestre.

En resumen, puede concluirse que la biodiversidad expresada en número de taxones específicos es mucho mayor en el medio terrestre que en el marino, pero sucede lo contrario si la expresamos en número de taxones de rango superior (órdenes, clases y filos). Por otro lado, hay que destacar que las cifras de diversidad de especies se disparan en el medio terrestre debido exclusivamente a dos grupos: los Insectos, en el Reino Animal, y las Fanerógamas, en el Reino Vegetal. Ambos grupos se originaron en el medio terrestre, evolucionaron conjuntamente (co-evolución) y sufrieron desde su origen una diversificación

enorme, que se ha continuado hasta la época actual. Si excluyéramos de los cálculos anteriores a los insectos, entonces las especies marinas constituirían alrededor del 65% de las existentes en todo el planeta.

En cualquier caso, esta disparidad de cifras en lo concerniente al número de especies en los medios marino y terrestre tiene una explicación razonable. La mayor capacidad de dispersión de las especies marinas, unida a la ausencia de barreras geográficas, determina que sus áreas de distribución sean muy amplias. Al mismo tiempo, el intercambio genético entre poblaciones alejadas se ve favorecido, y todo ello determina una gran homogeneidad de la flora y fauna marinas a lo largo de grandes áreas. El aislamiento genético requerido para la formación de nuevas especies se produce con mayor dificultad en el medio marino, por lo que las tasas de especiación son mucho mayores en el terrestre o dulceacuícola. En estos últimos medios las barreras geográficas, los bruscos cambios en el medio físico de unas zonas a otras y las barreras para la dispersión favorecen la formación de nuevas especies y la existencia de un alto número de endemismos locales.

Para resumir, puede decirse que la mayor estabilidad del medio marino, unida a la ausencia



En el mar sorprende la diversidad de formas y colores que puede adoptar la vida. En la foto el gasterópodo *Micromelo undata*

de barreras y a la mayor capacidad de dispersión de las especies, se traduce en: 1) una evolución más lenta y una tasa de especiación baja, 2) amplias áreas de distribución y, 3) una extensa longevidad estratigráfica de las especies. Del mismo modo que la tasa de especiación (aparición de nuevas especies a escala evolutiva) es mucho más baja en el medio marino, el ritmo de extinción de especies es, asimismo, mucho menor. En definitiva, y como colofón final, cabe afirmar que la evolución funciona a diferente escala temporal y espacial en el medio marino que en el terrestre o dulceacuícola. Un solo planeta con dos mundos, por un lado las criaturas del mar y por otro las del aire ■

