

Pablo E Penchaszadeh (compilador)Investigador del Conicet en el Museo Argentino de
Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia**Juan López Gappa**Museo Argentino de Ciencias
Naturales Bernardino
Rivadavia, Conicet**Eduardo Spivak**Facultad de Ciencias Exactas
y Naturales, Universidad
Nacional de Mar del Plata**Juan M Díaz de Astarloa**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de Mar del Plata**Marcelo A Scelzo**Universidad Nacional
de Mar del Plata**Flavio Quintana**Centro Nacional
Patagónico, Conicet**Silvia C Marcomini y****Rubén A López**Facultad de Ciencias Exactas
y Naturales, UBA

Darwin y el mar

Si después de estudiar la tierra examinamos el mar, lo encontraremos tan rico en criaturas vivientes como es pobre la primera. En todas partes del mundo, una costa rocosa y algo protegida suele albergar, en un espacio determinado, mayor número de animales vivientes que cualquier otro medio.

Comentario sobre el estrecho de Magallanes en el Viaje del Beagle

Tan conocido es el aporte de Darwin a la geología, la paleontología y la biogeografía de ecosistemas terrestres de la pampa húmeda y la Patagonia como desconocida su afición por los ambientes marinos y los seres vivos que los pueblan o su biota.

La intimidad de Darwin con el mar se advierte en toda su obra: en el *Viaje del Beagle* y en *El origen de las especies* igual que en numerosos trabajos de investigación realizados y publicados a su regreso a Inglaterra. Entre 1846 y 1854 dio a conocer una extensa obra sobre cirrípedos o cirripedios, que sentó las bases del estudio de esos crustáceos y, aún hoy, es bibliografía obligada de los taxónomos. Su trabajo sobre la estructura y distri-

bución de los arrecifes coralinos (1842) es considerado un documento fundacional del conocimiento sobre el origen de los atolones. Los moluscos fueron igualmente objeto de publicaciones y cartas entre 1848 y 1871. La difundida imagen de Darwin sentado ante un escritorio escribiendo sus libros lleva a olvidar que pasaba también mucho tiempo con el microscopio.

En el *Viaje* incluyó párrafos sobre aves marinas, lo mismo que sobre briozoos o briozoarios, y en *El origen* explicó sus pensamientos acerca de la migración de los ojos en los lenguados. Dedicó especial atención a las algas gigantes o sargazos marinos de Tierra del Fuego (donde se los conoce por *cachiyuyos*), sobre los que escribió encendidos párrafos en el *Viaje*:

Un producto marino entre todos los que se encuentran en Tierra del Fuego merece una mención particular. Se trata del alga yodífera *Macrocystis pyrifera*. Crece sobre las rocas sumergidas, a gran profundidad o en aguas poco profundas, lo mismo en la costa abierta que en las orillas de los canales.

Los lechos de esta alga, aun cuando no son muy anchos, actúan como excelentes rompeolas flotantes naturales. Es curioso observar, en un puerto expuesto, como la altura de las olas que vienen del mar abierto va disminuyendo al cruzar la barrera formada por los tallos ralos para convertirse en agua mansa. Es maravilloso el número de criaturas vivientes de todos los órdenes cuya existencia depende íntimamente de esta planta. Podría escribirse un grueso tomo sobre los habitantes de uno solo de estos lechos de algas. Casi todas las hojas, excepto las que flotan en la superficie, están de manera tan densa cubiertas de coralinas [briozoos] que parecen de color blanco. Entre estas incrustaciones las hay delicadas en forma exquisita, y en ellas habitan simples pólipos parecidos a las hidras, o seres más

organizados como la hermosa *Ascidia* [papa de mar]. También en las hojas van adheridas varias conchas pateliformes [lapas], trochidos [caracol trompo], moluscos sin concha [nudibranchios] y algunas bivalvos. Innumerables crustáceos frecuentan todas las partes de las plantas. Al sacudir las grandes raíces enmarañadas de una de ellas, cayeron al suelo gran número de pececillos, conchas, calamares, cangrejos de todas clases, huevos de mar, estrellas marinas, bellos holoturios [pepinos de mar], planarias y toda clase de bichos rastreros del género *Nereis* [gusanos poliquetos]. Cada vez que he examinado una rama de esta alga, he encontrado invariablemente nuevas formas de vida, nuevos animales de estructura diversa.

Así pues, estas plantas constituyen focos de vida sin igual. Solo puedo comparar estos grandes bosques acuáticos del hemisferio sur con las selvas terrestres de las regiones intertropicales. Incluso si supongo que se destruyese una selva, no creo que perecieran tantos seres vivientes como si desapareciese esta especie de alga.

Juan López Gappa

Investigador del Conicet en el Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia

Darwin y los briozoos

En el capítulo sexto de *El origen de las especies*, dedicado a discutir objeciones a la teoría de la selección natural, Darwin mencionó a un curioso grupo de organismos, los zoófitos o polizoos, actualmente denominados briozoos (*Bryozoa*), que literalmente significa 'animales musgo'. Se trata de invertebrados marinos que se alimentan de plancton, al que capturan filtrando agua mediante una corona de tentáculos. Viven en colonias, parecidas al coral por su apariencia.

Se los encuentra adheridos a piedras, algas u otros sustratos, la mayoría en el fondo del mar aunque algunos en aguas dulces. Abarcan unas seis mil especies distribuidas por todo el mundo, más un número mucho mayor de especies fósiles. Tienen una presencia importante en el registro fósil, en el que sus primeros representantes datan de comienzos del período ordovícico de la era paleozoica, es decir, de hace unos 480 millones de años.

Un aspecto de la biología de los briozoos atrajo la atención de Darwin: que sus colonias están formadas por módulos, llamados *zooides*. No todos los zooides son iguales, pues presentan diferencias morfológicas relacio-

nadas con distintas tareas, como alimentación, reproducción, defensa o limpieza de la colonia. Es una división del trabajo similar a la que ocurre en las abejas, pero los zooides, que equivalen a los individuos, son clones, pues brotan unos de otros a partir de una larva que origina la colonia. Además, están unidos físicamente.

Los zooides especializados en defensa poseen una mandíbula triangular con la que atrapan y sujetan a pequeños organismos. Se denominan *avicularias*, debido a su notable parecido con la cabeza de un ave. Darwin propuso que las *avicularias* habían evolucionado a partir de zooides normales y que debían existir formas intermedias entre ambos, hecho que luego se comprobaría.

Las colonias de briozoos pueden estar compuestas por miles de zooides o individuos, y suelen tener un tamaño de entre algunos milímetros y varios centímetros, pero cada zooides es pequeño: por lo común mide menos de un milímetro.

Durante su viaje a bordo del *Beagle*, Darwin coleccionó abundantes colonias de briozoos a lo largo de las costas de la Patagonia, Tierra del Fuego, las islas Malvinas, el cabo de Hornos y el estrecho de Magallanes. Tomó algunas muestras en localidades como Puerto Deseado y Puerto San Julián. Cedió el material para su estudio a George Busk (1807-1886), médico naval, zoólogo, paleontólogo y especialista en briozoos del Museo Británico de Historia Natural, quien entre 1852 y 1854 publicó la descripción de más de treinta especies coleccionadas por Darwin, en su mayoría nuevas para la ciencia.

GLOSARIO

Cipris. Estadio del desarrollo larval de ciertos crustáceos, como los cirripedios.

Gastrópodos o gasterópodos. Grupo muy numeroso de moluscos terrestres y acuáticos que incluye a varias decenas de miles de especies vivientes y extintas, entre ellas, caracoles y babosas.

Metamorfosis. Cambios de forma más o menos bruscos que sufre un organismo en su desarrollo, especialmente al pasar de la etapa larval a la poslarval, juvenil o adulta.

Mysis. Tercer estadio de desarrollo de las larvas de crustáceos como el camarón, después del de *protozoa*.

Nauplius (plural *nauplii*). Nombre del estadio inicial de desarrollo de

larvas de ciertos crustáceos (copépodos, eufausiacios, cirripedios, camarones, langostinos).

Nudibranchios. Grupo filogenético o clado (*Nudibranchia*) de moluscos marinos generalmente desprovistos de conchas; en muchos casos se caracterizan por la variedad y viveza de sus colores. Las especies descriptas del grupo exceden las tres mil y viven en todos los mares del planeta y en diversas profundidades, pero son más vistosas en aguas poco profundas o someras de mares tropicales.

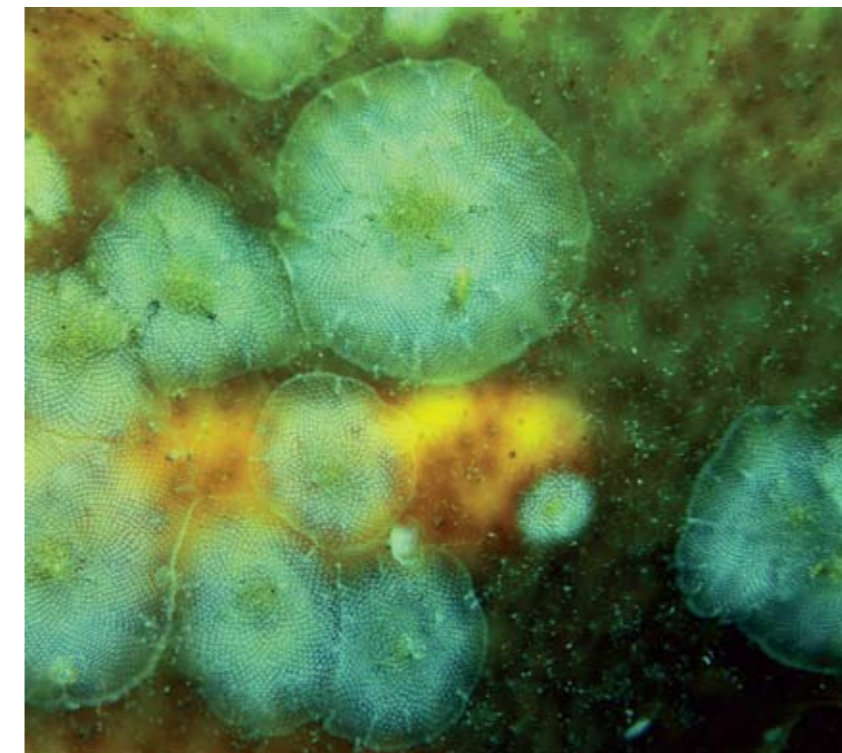
Plancton. Comunidad de organismos (animales, plantas, arqueas, bacterias) que viven en las aguas a distintas profundidades y a merced de las corrientes. Pueden o no tener la capacidad de realizar movimientos propios.

Pleópodos. Patas abdominales de los crustáceos, usadas primordialmente para nadar o enterrarse, pero en algunas especies también para incubar huevos.

Poslarvas o megalopas. Estadio final de desarrollo larval de crustáceos. Tienen el número completo de segmentos y apéndices funcionales del cuerpo del adulto, pero su tamaño es mucho menor.

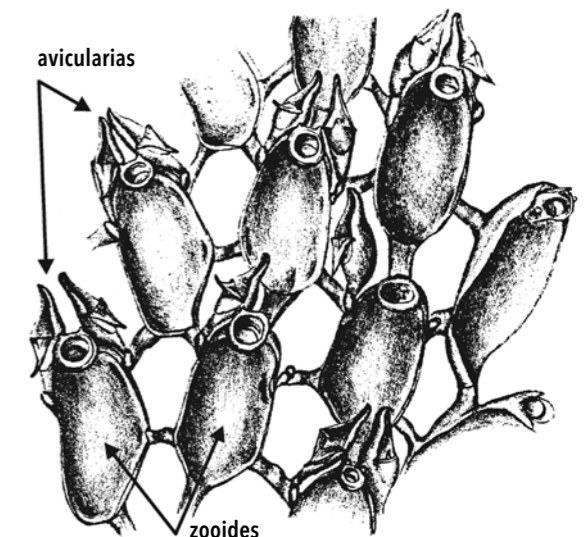
Protozoa. Segundo estadio de desarrollo de las larvas de crustáceos, como el camarón, después del de *nauplius*.

Zoea. Primer estadio libre del desarrollo de las larvas de aquellas especies de crustáceos que experimentan un importante crecimiento embrionario en los huevos incubados en los pleópodos de las hembras.



Colonias de briozoos sobre el alga invasora *Undaria*. Foto Gregorio Bigatti

Parte de una colonia de una de las especies de briozoos coleccionadas por Darwin (*Beania magellanica*). Cada zooides mide alrededor de un milímetro. Lámina de George Busk, *Catálogo de los polizoos marinos en la colección del Museo Británico*, 1854.



Marcelo A Scelzo

Investigador del Conicet en la Universidad Nacional de Mar del Plata

Darwin y el desarrollo larval de crustáceos

En la gran clase de los crustáceos, formas asombrosamente distintas unas de otras, como parásitos succionadores, cirripedios, varios entomostracos y aun malacostracos, aparecen al principio como larvas bajo la forma de nauplius [...]. Es probable que en algún período muy remoto haya existido un animal adulto, independiente, parecido al nauplius, y que haya producido varias líneas divergentes de descendencia [y dado lugar a] los grandes grupos de crustáceos. El origen de las especies

Los crustáceos (cangrejos, langostinos, camarones, langostas y muchos más, incluso los muy pequeños que llamamos kril) forman un gran grupo de más de cincuenta mil especies de animales, la mayoría acuáticas. Son artrópodos, es decir, invertebrados con esqueleto externo, cuerpo segmentado y patas articuladas, características que comparten con insectos, arañas, escorpiones y ciempiés, entre otras formas.

Los crustáceos se reproducen por huevos que, al eclosionar, en la mayoría de los casos dan lugar a lar-

vas microscópicas. Estas pasan a integrar el plancton, ese conjunto de organismos (animales, plantas, bacterias, arqueas) que vive en las aguas a distintas profundidades y a merced de las corrientes. Así, las larvas de crustáceos son diseminadas por estas, lo que les permite colonizar diferentes áreas.

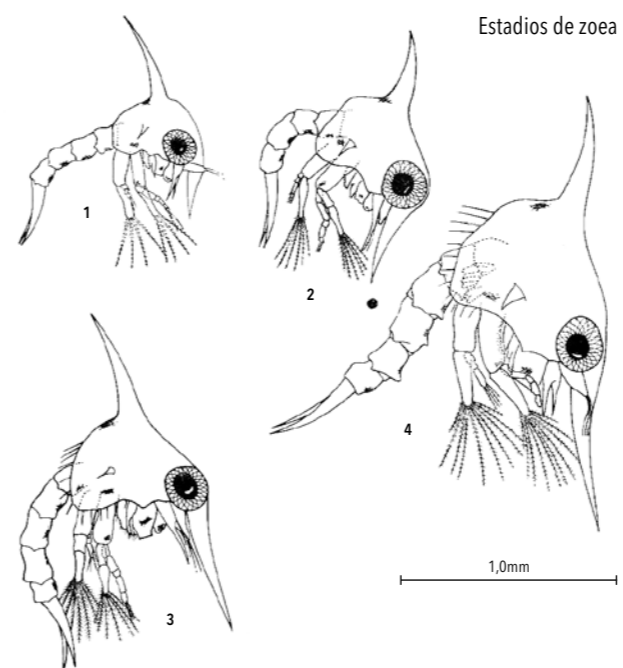
Generalmente las larvas son bastante diferentes de los adultos. Tras sucesivas mudas, van creciendo y pareciéndose a los adultos, en un proceso conocido como metamorfosis. Hay especies que liberan los huevos fecundados directamente al agua y otras que los retienen y protegen en cámaras de incubación, hasta la eclosión o nacimiento de la larva.

Los camarones y langostinos constituyen un ejemplo de desarrollo larval que podríamos llamar primitivo. Cada hembra libera al agua miles de huevos esféricos (de unos 0,4mm). Aproximadamente veinticuatro horas después nacen las larvas, conocidas en ese estadio como nauplius (plural nauplii). Pequeñas y de estructura biológica elemental, con un solo ojo y un par de apéndices utilizados como remos o aletas, son las larvas más primitivas de crustáceo, cuyas características morfológicas no escaparon a la atención de Darwin, quien las mencionó reiteradas veces en el libro citado en el epígrafe. Dados su tamaño y fragilidad, hay escasas evidencias fósiles de estas larvas, algunas de las cuales aparecieron en el cámbrico superior, alrededor de 400 millones de años atrás.

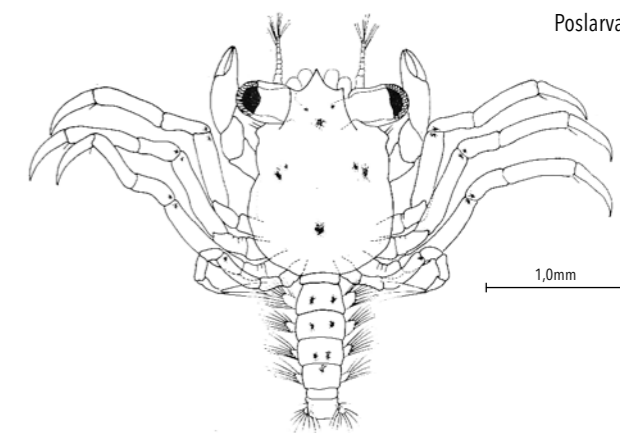
Los nauplii de camarones y langostinos no se alimentan del medio externo, pues su tubo digestivo aún no está abierto al exterior: se nutren de la yema o vitelo de su huevo de proveniencia. Los de otras formas de crustáceos se alimentan de pequeñas partículas de fito o zooplancton.

Las larvas van creciendo con sucesivas mudas y agregando segmentos a su cuerpo. Varios días después de nacidas pasan al segundo estadio de desarrollo: se transforman en protozoas, en las que se reconoce la cabeza, los ojos y un mayor número de apéndices utilizados para nadar. Mudan otras tres veces y, en una semana, se transforman en mysis. Luego de una segunda semana y tres o cuatro mudas adicionales, llegan al estadio de pequeño camarón, de alrededor de 5mm de longitud, en el que son conocidas como poslarvas. En ese estadio tienen el número completo de segmentos y apéndices funcionales del cuerpo del adulto. Así finaliza la metamorfosis.

Otras formas de crustáceos, como cangrejos, centollas, ermitaños y langostas, se desarrollan con cuidado maternal de los huevos embrionados, que quedan adheridos a las patas abdominales o pleópodos. Luego de varios días o semanas de crecimiento embrionario, nacen las larvas en un estadio avanzado de desarrollo conocido



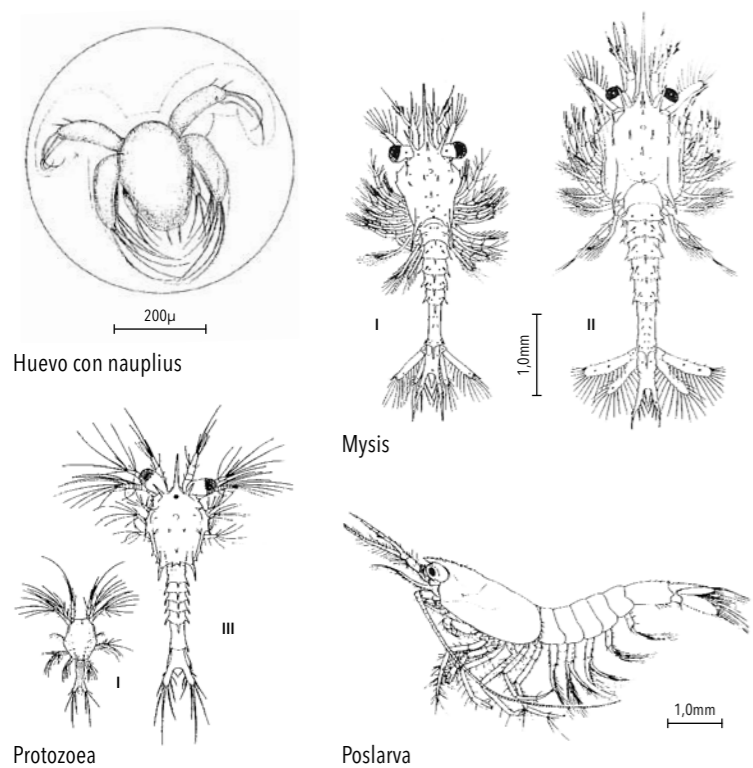
Estadios de desarrollo larval y metamorfosis del cangrejo *Cyrtograpsus altimanus*. Dibujos tomados de Scelzo MA y Lichtschein de Bastida V, 1978, 'Desarrollo larval y metamorfosis del cangrejo *Cyrtograpsus altimanus*', *Physis*, sec. A, 38,94: 103-126.



como zoea. Según las familias de crustáceos, puede haber entre dos y hasta siete estadios de zoea, separados por mudas. En las aguas del Atlántico Sur, la duración de cada estadio es de aproximadamente una semana, con lo cual el desarrollo larval, hasta alcanzar el estadio de megalopa o poslarva, se puede extender por entre uno y dos meses. Hay ejemplos de langostas cuyas larvas pueden permanecer casi un año en el plancton.

El conocimiento detallado del desarrollo larval y de la metamorfosis es una herramienta más para conocer la evolución del grupo. Los conocimientos de la anatomía, la fisiología y los requerimientos ambientales de las larvas de especies de importancia comercial, como camarones o langostinos, permitió avanzar en la tecnología del cultivo de camarones y, en particular, de larvas o larvicultura.

Estadios de desarrollo del langostino *Pleoticus muelleri*. Dibujos tomados de Iorio MI, Scelzo MA y Boschi EE, 1990, 'Desarrollo larval y poslarval del langostino *Pleoticus muelleri*', *Scientia Marina*, 54, 4: 329-342.



Eduardo Spivak

Investigador del Conicet en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata

Cirripedios

... nadie alcanza el secreto de su frío castillo gótico
Pablo Neruda, 'El picoroco'

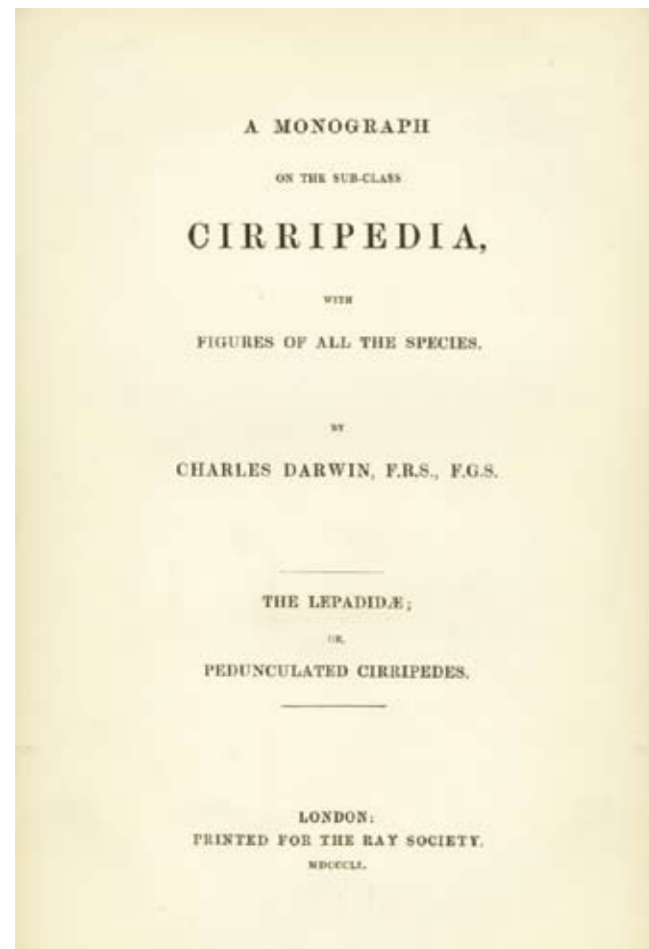
Es posible que algunos lectores recuerden haber visto callosidades en el dorso de las ballenas francas, resultado de haber sido colonizadas por organismos calcáreos. También, que hayan advertido unas filosas incrustaciones blancas que a veces aparecen en las valvas de mejillón-

nes, o unos conitos semejantes a volcanes en miniatura que tapizan las rocas de Mar del Plata. En los tres casos se trata de distintas especies de cirripedios (Cirripedia), también denominados dientes de perro (y, en inglés, barnacles), un gran grupo de crustáceos que viven adheridos a alguna superficie durante toda su vida adulta. En el litoral atlántico argentino no hay cirripedios comestibles, pero sí en Chile, como el corpulento picoroco (*Megabalanus psitacus*), que evoca Neruda en el poema citado, y en España, donde los percebes o percebeiros (*Pollicipes pollicipes*) de las costas gallegas son tan caros como difíciles de recolectar en los acantilados golpeados por el oleaje.

Son organismos sedentarios o sésiles, que se alimentan extendiendo unas patas (llamadas cirros, de donde proviene el nombre del grupo) con numerosas y delgadas prolongaciones en forma de una malla que retiene partículas suspendidas en el agua. La mayoría de las especies son hermafroditas y practican la fertilización cruzada: los individuos adultos se inseminan recíprocamente por

medio de un pene extensible. Como en los demás crustáceos, los huevos incubados eclosionan como nauplii (singular nauplius), larvas de libre movimiento en el agua que entran a formar parte del plancton.

Luego de pasar por varios estadios en los que las larvas son cada vez más grandes, llegan al de larva cíprida o cipris, que nada activamente, posee ojos, antenas y seis pares de apéndices (los futuros cirros). Esas larvas quedan protegidas por dos valvas y tienen, frecuentemente, comportamiento gregario. Cuando localizan un ambiente apropiado, se adhieren por la cabeza a una superficie y se transforman en adultos.



Estos peculiares animales, durante mucho tiempo considerados moluscos, llamaron la atención de Darwin, quien reunió una colección de diez mil especímenes, la mayoría en la expedición del *Beagle*, y los estudió durante ocho años. Entre 1851 y 1854, es decir antes de la publicación de *El origen de las especies*, dio a conocer monografías sobre sus formas fósiles y vivientes. Sus trabajos constituyen una monumental obra de sistemática: las distintas especies fueron cuidadosamente descritas, ilustradas y agrupadas en géneros, familias y órdenes.

Los cirripedios más conspicuos integran un orden llamado torácicos (*Thoracica*), nombre que le asignó Darwin para señalar que, de las tres típicas regiones del cuerpo de los crustáceos (cabeza, tórax y abdomen), solo poseen la segunda. Su cuerpo está contenido en una envoltura llamada manto, equivalente al caparazón de los demás crustáceos, que secreta la conchilla, a veces reforzada por placas calcáreas. El manto se adhiere al sustrato directamente o por medio de un pedúnculo.

El estudio comparativo de las placas de distintos grupos de cirripedios torácicos realizado por Darwin incluyó algunos de los razonamientos que condujeron a la formulación de su teoría de la evolución. Sin embargo, en ciertos aspectos, como las comparaciones de larvas y adultos, las conclusiones de Darwin fueron erróneas.

La zona intermareal de casi todas las costas rocosas del mundo se caracteriza por la presencia de cirripedios, que muchas veces forman una banda compacta visible en bajar. Hasta la década de 1960, una muy notable excepción era la extensa costa argentina. Pero a fines de la década de 1960 apareció la especie *Balanus glandula*, originaria del Pacífico norteamericano: probablemente llegó al puerto de Mar del Plata adherida al casco de barcos, y encontró un ambiente sin competidores que le permitió proliferar extraordinariamente. Una vez establecida, sus poblaciones avanzaron hacia el sur con una velocidad estimada de 40km por año. Alcanzaron Comodoro Rivadavia, donde registran densidades de hasta treinta mil individuos por metro cuadrado. Su presencia modificó en forma fundamental, en tiempo relativamente breve, las comunidades litorales de los fondos rocosos de una vasta área geográfica.

LECTURAS SUGERIDAS

DEUTSCH J, 2007, *Le ver qui prenait l'escargot comme taxi et autres histoires naturelles*, Seuil, París (traducción castellana: 2009, *El gusano que usaba el caracol como taxi y otras historias naturales*, Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires).

SPIVAK E, 2005, 'Los cirripedios litorales', en Penchaszadeh PE (ed.), *Invasores. Invertebrados exóticos en el Río de la Plata y región marina aledaña*, Eudeba, Buenos Aires.

Las monografías de Darwin están disponibles en <http://darwin-online.org.uk>. Son *A monograph of the sub-class Cirripedia, with figures of all the species, vol. 1 The Lepadidae or pedunculated cirripedes*, 1851, y vol. 2 *The Balanidae (or sessile cirripedes), the Verrucidae*, 1854, The Ray Society, Londres; *A monograph on the fossil Lepadidae or pedunculated cirripedes of Great Britain*, 1851, y *A monograph on the fossil Balanidae and Verrucidae of Great Britain*, 1854, The Palaeontographical Society, Londres.

Flavio Quintana

Investigador del Conicet en el Centro Nacional Patagónico, Puerto Madryn

De Darwin a los acelerómetros

Durante su viaje por las costas patagónicas, Charles Darwin describió someramente el comportamiento de algunas especies de aves marinas. A ojo desnudo o con la ayuda de algún viejo monocular, observó acerca de los cormoranes: *Un cuervo marino, que se arrojó al agua, se sumergió hasta las profundidades, para volver a salir a la superficie...* Y sobre pingüinos: *Cuando se sumergen utilizan las aletas como nadadores. Cuando están en el mar y se dedican a pescar, asoman a la superficie para tomar aliento y se sumergen de nuevo con tanta velocidad que parecen que lo hicieran por simple deporte.*

Sus observaciones son tan básicas como ciertas y pueden ser verificadas observando el mar en busca de siluetas negras que aparecen y desaparecen de la superficie. Pero aspectos más complejos del comportamiento de estas aves en el mar guardan, en la actualidad, cada vez me-

nos secretos para los biólogos interesados en su evolución. Durante los últimos años, el avance de la tecnología electrónica y su miniaturización permitieron disponer de pequeños instrumentos capaces de ser colocados en las aves para develar su conducta submarina.

Dichos instrumentos se conocen técnicamente como registradores electrónicos de múltiples sensores, y más sencillamente como acelerómetros (en inglés *daily diaries*). Son a los biólogos modernos lo que la libreta de notas era a Darwin. Providos de sensores de aceleración que miden el movimiento en tres dimensiones, permiten registrar en forma detallada los desplazamientos del animal que los porta y, en forma indirecta, medir la energía gastada en cada una de sus actividades diarias.

Hoy nos podemos dar el gusto de ampliar las notas de Darwin y escribir: *Los cormoranes patagónicos bucean a más de 50m de profundidad y gastan unas 84kcal (un poco menos de las contenidas en medio alfajor de dulce de leche) buceando durante un viaje de alimentación. También estamos en condiciones de afirmar: Los pingüinos necesitan capturar menos de media anchoíta por buceo para compensar el gasto de energía de su inmersión y se dejan llevar a la superficie casi sin agitar sus aletas.*



Figura 1. Pingüino de Magallanes con un acelerómetro colocado en el lomo.

Figura 2. Cabeza de cormorán biguá (*Phalacrocorax olivaceus*).

Figura 3. Pingüinos patagónicos o de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*).



LECTURAS SUGERIDAS

GODLEY BJ y WILSON RP, 2008, 'Tracking vertebrates for conservation: Introduction', *Endangered Species Research*, 4: 1-2.

QUINTANA F, WILSON RP & YORIO P, 2007, 'Dive depth and plumage air

in wettable birds: The extraordinary case of the imperial cormorant', *Marine Ecology Progress Series*, 334: 299-310.



Figura 1. Lenguado siniestro, *Neochirosetta milfordi*.

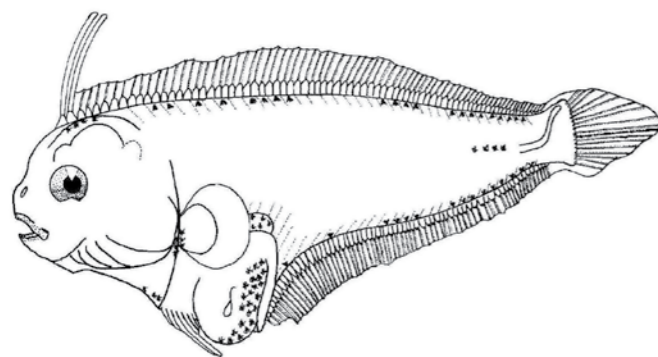


Figura 2. Larva del lenguado *Etropus longimanus*. Dibujo Laura Machinandiaarena

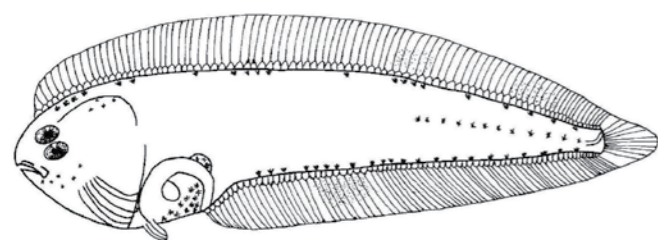


Figura 3. Ejemplar juvenil de lenguado metamorfoseado, *Symphurus trewasae*. Dibujo Laura Machinandiaarena



Figura 4. Lenguado diestro de Darwin, *Oncopterus darwini*.

Juan M Díaz de Astarloa
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de Mar del Plata

Los peces de cara torcida

Extraños y aberrantes a la vista, pero deliciosos al plato. Así son los lenguados, criaturas asimétricas con dos ojos situados del mismo lado del cuerpo (figura 1). Los pueden tener del lado derecho, en cuyo caso se llaman diestros o dextrógiros, o del lado izquierdo, denominados siniestros o levógiros. Esta notable desviación del patrón simétrico, normal en la mayoría de los peces, es la culminación de cambios espectaculares que ocurren durante el desarrollo larvario.

El nombre lenguado, rodaballo o incluso solla se refiere a un orden (*Pleuronectiformes*) de peces con una centena de géneros y más de setecientas especies. Son peces planos, ovalados, que habitan el fondo de cuerpos de agua dulce y salada. Se alimentan de diversos peces, crustáceos y otros invertebrados, y resultan sumamente apreciados en gastronomía.

Las larvas o alevinos de lenguado son simétricas y pelágicas (es decir, nadan libremente en la columna de agua). Sus dos ojos están situados uno a cada lado de la cabeza (figura 2). La metamorfosis transforma las larvas en juveniles (figura 3): tanto ellos como los adultos son asimétricos y bentónicos (es decir, se apoyan sobre el fondo marino, en el que viven), y tienen los dos ojos del mismo lado de la cabeza. Dependiendo de la especie, puede ser tanto el ojo derecho como el izquierdo el que se desplaza, e incluso esa variación puede darse dentro de la misma especie.

Se han descrito catorce especies de lenguados que viven en aguas argentinas, de las que solo una, el lenguado de Darwin (*Oncopterus darwini*), cuyo nombre honra al naturalista, tiene los ojos sobre el lado derecho (figura 4). El resto de las especies son siniestras.

La transición de la larva simétrica al juvenil asimétrico implica una dramática migración de uno de los ojos, que cruza la parte superior de la cabeza hacia el otro lado del cuerpo y se ubica cerca del otro ojo. Una vez migrado, el pez plano —que terminó pareciéndose a una pintura de Picasso— se apoya sobre su lado ciego, que es de color blancuzco, en el fondo del mar. El lado oculado tiene una pigmentación que permite al lenguado mimetizarse notablemente con su entorno y pasar casi inadvertido (figura 5).

Algunas veces, la ruta migratoria del ojo queda interrumpida y el ojo migrante, en lugar de posicionarse junto al otro, queda ubicado en la parte superior de la cabeza delante de una escotadura (figura 6).

¿Cómo ocurre esa migración, y cómo varía la polaridad del viaje ocular? El hecho de que sea el ojo derecho o el izquierdo el que migre depende de la orientación de los nervios ópticos que unen los ojos con el encéfalo. En los lenguados diestros, el nervio óptico del ojo migrante (el izquierdo) siempre cruza dorsalmente el nervio del ojo derecho. El nervio óptico de los lenguados siniestros exhibe una condición giratoria anormal.

Cuándo y de qué manera se produjo la asimetría craneal de los lenguados ha desvelado a muchos evolucionistas y naturalistas, incluso a Darwin, quien planteó la hipótesis de que la migración gradual del ojo durante la evolución de los lenguados les confirió una ventaja adaptativa al medio, por la inutilidad funcional de tener un ojo del lado que el pez apoya sobre el fondo. Darwin observó que las larvas de lenguado, con sus ojos en lados opues-

tos de la cabeza, no podían retener por mucho tiempo la posición vertical, debido a la profundidad del cuerpo y al hecho de carecer de vejiga gaseosa, el órgano hidrostático que permite a los peces óseos mantenerse suspendidos sin esfuerzo en la columna de agua. Por ello, concluyó, se cansan y caen al fondo, donde quedan apoyados sobre un lado. De ahí que tuerzan el ojo inferior con vigor.

El extraordinario hallazgo de especímenes fósiles de 45 millones de años de antigüedad realizado por Matt Friedman, de la Universidad de Chicago y del Field Museum de esa ciudad, y descrito no hace mucho por este en la revista *Nature*, reivindica la predicción de Darwin de una gradual migración del ojo de los lenguados durante su evolución, y refleja la metamorfosis acacida durante el desarrollo de las formas actuales entre los estadios de huevo fertilizado y adulto maduro (llamado su *ontogenia*).



Figura 5. Lenguado patagónico, *Paralichthys patagonicus*, fotografiado en aguas costeras de Mar del Plata. Foto Gabriel Genzano

Figura 6. Lenguado patagónico, *Paralichthys patagonicus*, con una anomalía en la migración del ojo derecho. Foto María Rita Rico

Figura 7. Lado ciego de *Paralichthys patagonicus* con ambicoloración total.

Figura 8. Lado ciego del lenguado *Xystreunys rasile* con ambicoloración parcial.



LECTURAS SUGERIDAS

COUSSEAU MB y PERROTTA RG, 2004, *Peces marinos de la Argentina*.

Biología, distribución y pesca, 3ª edición, INIDEP, Mar del Plata.

FRIEDMAN M, 2008, 'The evolutionary origin of flatfish asymmetry', *Nature*, 454: 209-212, 10 de julio.

POLICANSKY D, 1982, 'The asymmetry of flounders', *Scientific American*, 246: 116-122.

Silvia C Marcomini y Rubén A López
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA

Incursión en la costa sur de Buenos Aires

En las notas en que registró sus observaciones sobre la morfología y la dinámica costeras de lugares que visitó a bordo del *Beagle*, Darwin describió formas como acantilados, terrazas marinas, planicies de marea y dunas. Realizó detalladas descripciones de acantilados en Punta Alta, Monte Hermoso y al sur del río Negro. Sobre la desembocadura de este observó: ... el paisaje cerca de la boca del río es deslucido en extremo: en el lado sur comienza una larga línea de acantilados perpendiculares que deja expuesta una sección de la naturaleza geológica del lugar.

Describió terrazas marinas en las cercanías de Bahía

Blanca, una pequeña porción de tierra plana, ubicada aproximadamente veinte pies por sobre la marca de pleamar, llamada Punta Alta, está formada por estratos de grava cementada y arcilla rojiza, con abundantes conchillas [de] especies recientes, que aún habitan los mares vecinos.

En esa zona, quedó impresionado por las extensas dunas costeras. La costa norte de Bahía Blanca está formada principalmente por inmensas dunas de arena que descansan sobre grava con conchillas recientes y se alinean en hileras paralelas a la costa. Se cuestionó sobre el origen de la arena de las dunas: Actualmente no hay una fuente de donde pueda provenir esa inmensa acumulación de arena [pero] la formación de areniscas del río Negro podría haber proporcionado un inagotable aporte de arena, que se habría acumulado naturalmente en la margen norte del río, lo mismo que en cada parte de la costa abierta a los vientos del sur entre Bahía Blanca y Buenos Aires.

Realizó asimismo inferencias sobre la génesis de las planicies y terrazas (beach ridge plains) de la costa sur de Buenos Aires: El origen de las planicies arcillosas, que separan los cordones paralelos de dunas, parece deberse a la tendencia de las mareas

(como creo que sucede en muchas costas protegidas) a construir una barra paralela a la playa y a cierta distancia de ella. Esa barra crece gradualmente y proporciona una base para la acumulación de dunas de arena [...] La repetición de ese proceso, sin elevación del terreno, formaría una planicie atravesada por líneas paralelas de colinas arenosas. Durante una lenta elevación de la tierra, las colinas descansarían en una superficie suavemente inclinada, como la que se advierte en la costa norte de Bahía Blanca.

A pesar de haber transcurrido más de ciento cincuenta años desde las primeras observaciones realizadas por Darwin, los procesos costeros aún no han sido comprendidos en profundidad y resta mucho aún por investigar. **CH**

Fotografía aérea de la costa en Punta Tejada, entre Bahía Blanca y Punta Alta, tomada en 1996 por la Agrupación Naval Aerofotográfica.

