



A bordo del Puerto Deseado.
Selección del material biológico
coleccionado.

Guido Pastorino

Martín Brogger

Daniel Laretta

Mariano Martínez

Pablo E Penchaszadeh

Museo Argentino de Ciencias Naturales

Bernardino Rivadavia

Vida en los fondos profundos del mar

Hasta mediados del siglo XIX los científicos estaban convencidos de que, por ausencia de luz, no había vida en las aguas profundas del mar. La luz, en efecto, va desapareciendo a medida que aumenta la profundidad: a 200m la oscuridad es total. Todo cambió en 1861, cuando se recogió para su mantenimiento el cable telegráfico submarino que unía Cerdeña con Argelia. Había yacido apoyado sobre el fondo del Mediterráneo a 2000m de profundidad y emergió recubierto por variados organismos, entre ellos moluscos y otros invertebrados.

Once años después se realizó la primera campaña oceanográfica mundial, hoy famosa, a bordo de la corbeta británica *Challenger*. Duró cuatro años (1872-1876) y todavía se la recuerda como uno de los más importantes acontecimientos de la exploración del mar. En su transcurso se tomaron muestras en profundidades de más de 1000m. Los materiales recogidos son aún objeto de estudio por

los especialistas, que hasta la fecha describieron con ellos unas 5000 especies nuevas para la ciencia.

En la Argentina, en 2009, 2012 y 2013 se llevaron a cabo campañas de investigación a bordo del buque oceanográfico *Puerto Deseado*, del Conicet, con el principal objetivo de coleccionar material biológico, fundamentalmente invertebrados, para responder a un interrogante que no tenía respuesta hasta el presente: ¿qué organismos habitan las profundidades del Mar Argentino?

El *Puerto Deseado*, construido en los astilleros ASTARSA, botado en 1976 y equipado con laboratorios para realizar tareas de investigación, tiene 77m de eslora y lo opera una tripulación de unos setenta integrantes. Realiza campañas de investigación en las que científicos de diversas instituciones estudian el mar y la atmósfera, incluidos el monitoreo pesquero, la geología y la biología marinas, la oceanografía física y química, y la contaminación a lo largo de las costas. Se desplaza entre el estuario del Plata,

¿DE QUÉ SE TRATA?

El conocimiento científico de las profundidades marinas frente a la Argentina y de los seres vivos que las tienen como hábitat abre el camino del descubrimiento de tipos biológicos únicos y permite conocer interacciones biogeográficas con otras cuencas submarinas.



Existen fondos marinos dominados por corales duros, como estos del género *Flabellum*, obtenidos en un exitoso lance de pesca a unos 540m de profundidad; cada uno mide unos 5cm.

la Patagonia, Tierra del Fuego y la Antártida. Cada una de las tres campañas indicadas, exploratorias de las profundidades, tuvo una duración cercana a las dos semanas y llevó a bordo cerca de treinta especialistas en temas como los mencionados.

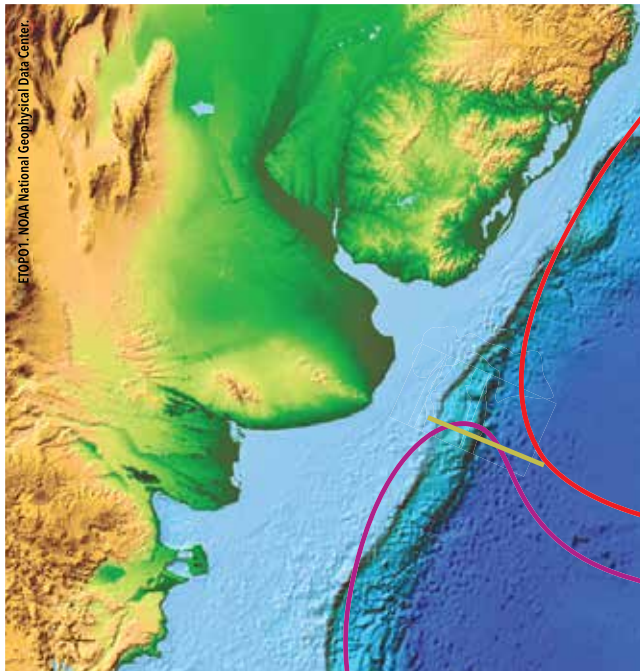
La plataforma continental y el talud

La plataforma continental es una extensa planicie sumergida de escaso relieve que se extiende entre la costa y el talud continental. El talud es un desnivel en el que la profundidad aumenta marcadamente, al punto que en pocos kilómetros puede alcanzar varios miles de metros.

En las aguas superficiales del borde exterior de la plataforma, donde comienza el talud, hay abundante concentración de fitoplancton, que es la base de la cadena alimentaria marina. Hay, además, una muy rica diversidad biológica y ecológica, y es sobre todo allí donde se localiza la pesca de las especies de mayor importancia económica. Por su lado, el mar se caracteriza por experimentar una transición entre aguas relativamente cálidas y poco salinas sobre la plataforma y las aguas frías, y de mayor salinidad, de la corriente de las Malvinas, que circulan sobre el talud.

Dicha corriente bordea la plataforma a lo largo de 1800km, desde el pasaje de Drake hasta, aproximadamente, la latitud de Mar del Plata (38°S). Transporta aguas subpolares, ricas en nutrientes, hasta latitudes subtropicales, y genera condiciones ambientales y oceanográficas únicas en el sudoeste del Atlántico Sur. Cerca de la latitud mencionada se encuentra con la corriente cálida del Brasil que fluye hacia el sur. El encuentro de ambas crea condiciones favorables para la multiplicación del fitoplancton, lo que determina que las aguas de la zona de su confluencia sean las más productivas de las del talud.

En el borde de la plataforma y como parte del talud, entre los 37° y 38° de latitud sur, se encuentra el cañón



submarino de Mar del Plata, que se origina a una profundidad aproximada de 1000m y se extiende en dirección al sudeste (perpendicular al talud) por unos 110km, en los que el lecho marino cae de modo suave hasta una profundidad de 3900m. La fauna marina que habita esa zona no había sido estudiada en detalle, si bien el *Challenger* capturó ejemplares a unos 1000m de profundidad en un sitio cercano al borde norte del cañón, y algunas expediciones posteriores visitaron la misma zona aunque raramente estudiaron lo que sucede más allá de dicha profundidad.

Cómo se coleccionan las muestras en los fondos profundos

Los fondos poco profundos (hasta unos 40m), se pueden explorar con equipos de buceo autónomo. Pero aun con gran despliegue técnico, no es posible bajar con esos equipos mucho más allá de los 100m. Por ello, coleccionar a grandes profundidades siempre debe hacerse de forma indirecta, es decir, mediante dispositivos usados para pescar, usualmente llamados artes de pesca.

En las campañas del Puerto Deseado se utilizaron artes de pesca de dos tipos: rastras y redes de fondo (las segundas también denominadas redes piloto o redes exploratorias). Las rastras consisten en un marco rectangular metálico en cuyo interior se sujeta una red o malla en forma de cono con una distancia entre nudos usualmente de entre 1 y 2cm. La abertura de la rastra posee un reborde inclinado de unos pocos centímetros que penetra en el sustrato al ser remolcada por el barco. De esta forma la red colecciona los organismos del fondo expuestos delante de ella. Si el fondo es duro, la rastra se puede dañar y, de hecho, este tipo de rastras suele requerir frecuentes reparaciones. Los diseños de rastras se adaptan al tipo de fondo y a la clase de organismos que se procura recolectar.

Las redes piloto consisten en un par de armazones cuadrangulares denominados *portones*, generalmente de madera con bordes de hierro, que arrastran una red de unos 12 metros de longitud con forma piramidal en cuyo interior se coloca una malla más fina. La red incluye en el borde superior de su parte media una cuerda que sujeta una serie de boyas, y en su base una cadena. Cadena y boyas tienen la función de mantenerla abierta. Estas redes coleccionan en una superficie mucho más extensa que la rastra, pero si el fondo es rocoso es muy probable que luego de una pasada queden inutilizadas. La malla de la red así como las boyas son elementos críticos cuya correcta elección, en cada circunstancia, permite un funcionamiento más efectivo de este arte de pesca.

Rastras y redes son arrastradas por el barco mediante un cable de acero trenzado de unos tres centímetros de diámetro sujeto a un guinche. La longitud del cable debe ser por lo menos el doble de la profundidad, para que la rastra

o la red trabajen correctamente. Esto implica que para recoger muestras a 3000m de profundidad el cable se extenderá unos 6 kilómetros a popa del barco. Una operación de pesca, llamada un lance, incluidos el descenso y ascenso de la red o rastra, puede llevar unas seis horas, y en muchos casos solo produce frustración, pues la red o la rastra resultan destruidas por las durezas de fondo y no retienen muestras. Por otro lado, cuando el equipo trabaja bien y las artes de pesca suben colmadas, la aparición de organismos desconocidos, con sus colores y sus formas, constituye el mayor premio de los científicos a bordo. El tiempo que lleva el lance completo hace que durante las campañas se organicen turnos de trabajo que cubren las veinticuatro horas, pero por lo corriente todos los investigadores del buque quieren presenciar la subida de la captura con que termina un lance. Entre lance y lance, se trabaja con el material, seleccionando los organismos y acondicionándolos para su posterior estudio en laboratorio.

Los organismos abisales

En las grandes profundidades más allá de la plataforma continental argentina, como en el resto de los océanos, habitan dos grupos de organismos: los que nadan en la columna de agua (llamados *pelágicos*) y los que viven en el lecho marino (llamados *bentónicos*). Entre los segundos están los cnidarios, los moluscos y los equinodermos, los tres tratados en este artículo, que son los grupos mayoritarios en los fondos.

Cnidarios

El grupo de los cnidarios incluye formas muy diferentes entre sí, como las anémonas de mar, las medusas y los corales.



Fragmento de unos 15cm de ancho de coral blando primnoideo creciendo sobre un coral duro blanco de la especie *Bathellia candida*.

Los segundos pertenecen a dos grandes grupos: los duros (hexacorales) y los blandos (octocorales). Si bien los corales duros pueden formar arrecifes (como los que se encuentran en el Caribe o en la gran barrera coralina de Australia), en aguas templadas y frías eso no ocurre. Sin embargo, la diversidad de corales en las aguas profundas del Mar Argentino es importante: estudios recientes revelaron la existencia de veinte especies de corales duros en ellas. Aunque el grupo no parece muy abundante, en el talud continental es posible hallar concentraciones locales muy altas. Existen varias especies que habitan juntas en la misma zona, pero la mayor parte de los ejemplares corresponden a una única especie, es decir, son asociaciones prácticamente monoespecíficas.

Los corales blandos son los que forman posiblemente las mayores agrupaciones: dan lugar a los llamados jardines de corales, como los encontrados frente a Nueva Escocia (en la costa atlántica de Canadá), las islas Aleutianas y varios otros puntos de las costas del Pacífico. Entre ellos, se destacan los primnoideos, por su diversidad y abundancia. No solo conforman el paisaje del fondo, sino que dan lugar al asentamiento de muchos

otros grupos de invertebrados. En aguas argentinas hay por lo menos veinte especies de primnoideos, número que va en aumento pues actualmente están en proceso de descripción varias especies nuevas.

Particularmente notable es la asociación entre los primnoideos y otros invertebrados. Es común encontrar gusanos poliquetos y crustáceos pequeños (como anfípodos e isópodos) entre las ramas de los corales, además de otros invertebrados, como pepinos de mar y estrellas, esponjas y anémonas de mar. En este sentido los primnoideos actuarían como un multiplicador del sustrato. En fondos blandos donde escasean las rocas u otros sustratos duros, los primnoideos son capaces de adherirse y crecer sobre pequeños apoyos, por ejemplo un canto rodado, con lo que la superficie sobre la cual pueden asentarse otros organismos pasa de unos pocos centímetros cuadrados a varios cientos dependiendo del desarrollo del coral.

Moluscos

Los moluscos constituyen uno de los grupos mejor representados en los fondos marinos explorados en los viajes del Puerto Deseado. Todas las clases vivientes de moluscos viven en los fondos profundos del talud continental argentino. Dominan los gasterópodos (caracoles) con formas y tamaños muy diversos. En los fondos blandos predominan familias endémicas de caracoles, es decir que solo habitan en esa zona del planeta. A medida que aumenta la profundidad, por lo común las conchas se hacen más frágiles pues, contrariamente a lo que podría suponerse, el carbonato de calcio —material indispensable en la construcción de las conchas— constituye un recurso limitado en las profundidades. Es así como los grandes caracoles volútidos que viven en las aguas poco profundas de la plataforma argentina presentan conchas gruesas, pero las especies que habitan las grandes profundidades las tienen mucho más finas y quebradizas. Estos caracoles son depredadores ubicados en el tope de la cadena alimentaria, y conforman un porcentaje elevado de las especies halladas en los fondos profundos. Sin embargo, los caracoles más característicos de esas zonas son los conoideos, cazadores por excelencia, aunque no son veloces ni de gran tamaño; se alimentan de gusanos poliquetos, entre otras presas de gran movilidad, gracias a que poseen dientes extremadamente especializados asociados con glándulas de veneno, que les permiten paralizar a las víctimas en forma casi inmediata.

Otros moluscos, menos conocidos, forman parte importante de las comunidades de profundidad. Es el caso de los aplacóforos, que tienen forma de gusano, sin concha pero con espículas calcáreas en todo el cuerpo, que se alimentan de los pólipos de los corales blandos, entre otros ítems. También los escafópodos constituyen un producto común en los lances de profundidad; son

LA PRESIÓN EN LAS PROFUNDIDADES

Los organismos que habitan las profundidades están adaptados a soportar grandes presiones, que constituyen la mayor diferencia ambiental con la superficie, aparte de la ausencia de luz. A 3000m de profundidad la presión es unas 300 veces mayor que la atmosférica, ya que la presión aumenta a razón de una atmósfera cada 10m de profundidad. Este concepto es sencillo de comprender racionalmente pero resulta difícil imaginar sus efectos. El vaso de telgopor de la izquierda quedó reducido a la mitad de su tamaño cuando fue recuperado de una rastra que se había hecho descender a la profundidad de 1500m. Verlo permite entender por qué prácticamente todos los organismos coleccionados por debajo de esa profundidad llegan muertos a la superficie, aunque algunas veces, si la subida se realiza en forma muy paulatina para que el cambio de presión sea gradual, unos pocos llegan con vida.



Efectos de la presión a 1500m de profundidad sobre un vaso de telgopor.

unos moluscos de concha cilíndrica en forma de tubo curvo (llamados vulgarmente colmillos de elefante) que viven semienterrados en los sedimentos y asoman su extremo de menor diámetro por fuera del sustrato. Se alimentan de pequeños organismos unicelulares llamados foraminíferos, muy comunes en esos ambientes.

Equinodermos

El grupo dominante en los fondos de las profundidades a que se refiere esta nota son los equinodermos, principalmente estrellas, pepinos y erizos de mar, que conforman una comunidad característica de cualquier ambiente ubicado a más de 1000m de profundidad. En particular, en las profundidades del cañón submarino de Mar del Plata se distingue un gran grupo de pepinos de mar conocido como elaspódidos, que incluye el pepino de mayor tamaño para la Argentina, de más de 25cm de longitud, descubierto hace unos pocos meses. Este grupo, tan abundante en aguas profundas, presenta una fundamental adaptación a esos ambientes: su endoesqueleto calcáreo se encuentra reducido al mínimo y hasta está casi ausente en algunos casos, en coincidencia con la mencionada baja proporción de carbonato de calcio propio de las aguas profundas.

Las estrellas porcellanastéridas, registradas por primera vez en el citado cañón de Mar del Plata durante las expediciones del Puerto Deseado, solo viven en profundidades mayores a los 1000m e, incluso, más de la mitad de sus registros corresponden a profundidades que exceden los 3000m. Su principal adaptación a esos fondos abisales es la presencia entre las uniones de los brazos de una o más estructuras denominadas órganos cribiformes, unos pliegues de piel que les permiten respirar mientras viven enterrados en fondos de arena.



Los equinodermos ofiúridos o estrellas frágiles forman prácticamente todo el material recogido a 2800m de profundidad. Los discos de los ejemplares grandes miden unos 1,5cm.



Estrellas de fondos arenosos de la familia *Astropectinidae*, de unos 12cm cada una. No se desplazan sobre pies con ventosas, como la mayoría de las estrellas, sino mediante espinas laterales, y también se diferencian porque tragan sus presas, lo que permite estudiar su dieta revisando su contenido estomacal. Lo último, en animales propios de las grandes profundidades, podría permitir el hallazgo de especies desconocidas, por ejemplo, pequeños moluscos.



Gasterópodo de 35mm de longitud coleccionado a 520m de profundidad frente a Mar del Plata.

Las profundidades son el hábitat preferencial de los erizos de mar cidaroides, provistos de un cuerpo robusto y de grandes y gruesas espinas cubiertas de organismos que viven sobre ellas. Más raros y con su cuerpo exclusivamente modelado por las condiciones de presión y la baja concentración de calcio son los equinotúridos. A diferen-



Rastra en el momento de ser izada a bordo.



Red piloto instantes antes de ser lanzada.

cia del resto de los erizos, cuyo cuerpo es rígido, no tienen soldadas entre sí las placas calcáreas que lo cubren, por lo cual, cuando se los saca fuera del agua, parecen aplastados y dañados. De ahí su nombre común de erizos panqueque. Fueron primero descritos como fósiles a fines del siglo XIX y se creían extinguidos. En las campañas del Puerto Deseado al talud se coleccionaron varios ejemplares de especies vivientes a más de 3000m de profundidad que están en proceso de estudio y descripción.

Las características propias de la plataforma continental argentina y del talud, además de sus aguas relativamente frías, hacen que los crinoideos, el grupo más antiguo de equinodermos, sea el más escaso. Se divide en dos subgrupos, los lirios de mar y las plumas de mar, ambos encontrados en aguas profundas (los primeros exclusivamente en ellas).

Irónicamente, el grupo de equinodermos, más abundante y de mayor presencia y diversidad en la Argentina, es también uno de los menos conocidos por el público. Reciben el nombre de ofiuroideos, que etimológicamente alude al movimiento serpenteante de sus brazos, que les permite desplazarse o capturar alimento. Se dividen en dos grupos: las estrellas frágiles, así llamadas por la facilidad con que sus brazos se quiebran, y las estrellas canasta, cuyos brazos forman una trama de ramificaciones que, replegadas, recuerdan una canasta. Si bien se las llama estrellas, son diferentes morfológica y ecológicamente de los asteroideos o estrellas de mar, y constituyen el grupo de equinodermos con el mayor número conocido de especies. Es usual que formen bancos con grandes concentraciones de individuos que tapizan el lecho marino.

En cada hábitat vive una fauna adaptada a millones de años de falta de luz, alta presión, baja temperatura y salinidad estable. ¿Cómo es posible que organismos que viven en total oscuridad y con temperatura estable tengan ciclos reproductivos semejantes a los de especies que habitan cerca de la superficie, donde esos ciclos están regulados por cambios en la luminosidad y la temperatura? El factor determinante es el alimento, que proviene de las capas marinas superficiales con presencia de luz. A medida que los organismos que viven allí van muriendo, producen una lluvia de sus restos que llegan al fondo, además de los desechos de pequeños animales que habitan la columna de agua. La cantidad de ese alimento fluctúa con las estaciones del año y sincroniza los ciclos reproductivos de la fauna abisal.

En síntesis

Los tres viajes realizados en el último lustro a bordo del Puerto Deseado resultaron en una gran cantidad de novedades zoológicas. Incluso, es posible que la relación beneficio/costo de esas campañas haya sido más favorable que la de los viajes de la nave a la Antártida. En una



Materiales recién salidos de la rastra y en espera de acondicionamiento, coleccionados a 1600m de profundidad. Se destacan, en rojo, una centolla, y de color violáceo, unos pepinos elaspódidos recientemente descubiertos.



Gasterópodo de la especie *Zidona palliata*, endémico del Atlántico Sur, coleccionado a 990m de profundidad. Mide unos 8cm de alto.



Coral blando primnoideo arborescente del género *Thouarella*, de unos 20cm en su mayor ancho.

época en que el mundo biológico parece haber visto y hecho todo, estas incursiones a menos de doce horas de la costa permiten repensar los parámetros de biodiversidad del Atlántico Sur. Como consecuencia, no es temerario suponer que la disminución de la biodiversidad marina que se advirtió desde el norte del Brasil hasta la región magallánica sea solo válida para las áreas costeras.

La gran cantidad de información obtenida en esos viajes, difundida en trabajos científicos aparecidos o de próxima publicación en revistas de circulación internacional, es el inicio de una serie de estudios marinos específicamente orientados a las áreas menos exploradas del Mar Argentino, entre ellas las más profundas. Las ciencias del mar han tomado impulso en el país en las últimas dos décadas y, a medida que avanza el conocimiento de la enorme fuente de recursos escondidos en el océano —entre otros, los de la fauna—, acercan la posibilidad de establecer la influencia de las masas de agua sobre los organismos que viven allí, y así obtener para la población los beneficios de una riqueza hoy desaprovechada. **CH**

LECTURAS SUGERIDAS

AA.VV., 2014, *Ciencias del mar*, volumen temático, Asociación Ciencia Hoy, Buenos Aires.

PENCHASZADEH PE y BROGGER M, 2006, *Biología marina*, Eudeba, Buenos Aires.

PONCE JF y RABASSA J, 2012, 'La plataforma submarina y la costa atlántica argentina durante los últimos 22.000 años', *CIENCIA HOY*, 127: 50-56.

VOIGT I et al., 2013, 'A submarine canyon as a climate archive. Interaction of the Antarctic intermediate water with the Mar del Plata canyon', *Marine Geology*, 341: 46-57.

Jonathan Flores, Pamela Rivadeneira, Juan José Berecoechea, Noelia Sánchez, Nadia Cerino, María Jose Pío, Diego Urteaga, Sofía Calla, Lorena Arribas, María Bagur, Valeria Teso y Carlos Sánchez Antelo realizaron diversas tareas durante los viajes del Puerto Deseado y colaboraron en el posterior estudio de los organismos.



Guido Pastorino

Doctor en ciencias naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.

Profesor titular, Universidad CAECE.

Investigador independiente del Conicet en el MACN.
gpastorino@macn.gov.ar



Martín Brogger

Doctor en ciencias biológicas, FCEN, UBA.

Investigador asistente del Conicet en el Centro Nacional Patagónico.

brogger@cenpat.edu.ar



Daniel Laurretta

Doctor en ciencias biológicas, FCEN, UBA.

Becario posdoctoral del Conicet en el MACN.

dlaurretta@gmail.com



Mariano Martinez

Doctor en ciencias biológicas, FCEN, UBA.

Becario posdoctoral del Conicet en el MACN.

mmartinez@macn.gov.ar



Pablo E Penchaszadeh

Doctor en biología, FCEN, UBA.

Investigador superior del Conicet en el MACN.