

Iris Cáceres-Saez y Humberto Luis Cappozzo

Laboratorio de Ecología, Comportamiento y Mamíferos Marinos,  
Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia (MACN), Conicet

# Los mamíferos marinos como centinelas de la salud del océano

**L**os océanos cubren alrededor del 71% de la superficie de la Tierra, tienen una profundidad promedio de 3.800 metros y alcanzan profundidades máximas de más de 11.000 metros. Alrededor de 1.400 millones de km<sup>3</sup> de agua oceánica se distribuyen por la superficie del planeta. Dichas cifras sostuvieron la creencia, vigente en otros tiempos, de que el océano tenía una inagotable capacidad de dilución de toda clase de sustancias por lo cual podía servir como un gigantesco vertedero de los desechos producidos por la actividad humana. También llevaron a actuar como si los recursos del mar fuesen ilimitados. En el presente aún podríamos pensar y actuar de esa forma en materia de desechos si se diluyeran con rapidez, pero sucede que en el océano ciertos procesos fí-

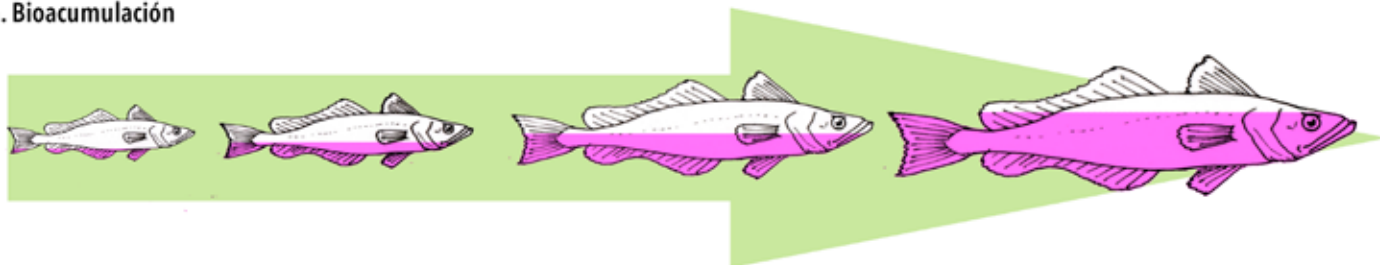
sicos –como las corrientes y las mareas– y químicos –su composición, salinidad y pH– toman tiempo y a su vez son dinámicos, de manera que en algunas zonas esos desechos pueden concentrarse y, en consecuencia, modificar los ecosistemas, es decir, crear contaminación.

Un grupo internacional de expertos (Joint Group of Experts on the Scientifics of Marine Pollution) en 1972 definió la contaminación marina como la introducción, directa o indirecta, de sustancias o sus derivados en el ambiente marino, la cual termina por perjudicar los recursos vivos, altera las actividades marinas, la calidad del agua y pone en peligro a la salud humana. Dos conceptos tienen importancia cuando se habla de contaminación: 1) bioacumulación, que es la acumulación de contaminantes que ocurre a lo largo del tiempo en cada orga-

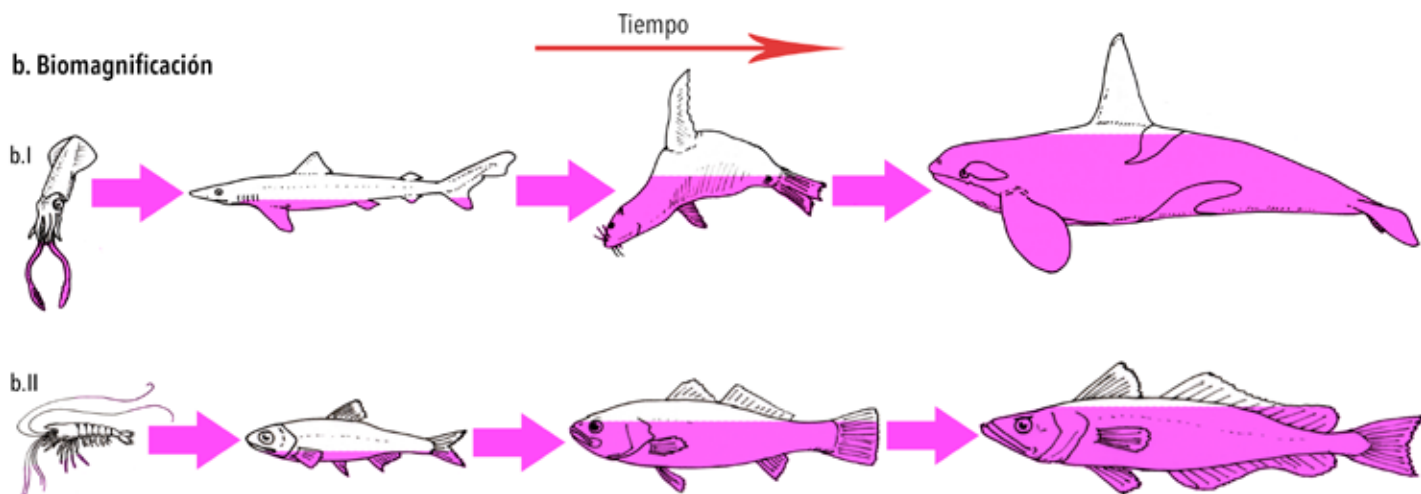
## ¿DE QUÉ SE TRATA?

Los mamíferos marinos, entre ellos la tonina overa, pueden advertirnos sobre la calidad ambiental del océano.

### a. Bioacumulación



### b. Biomagnificación



Procesos de (a) bioacumulación en los organismos a lo largo del tiempo, aumento del nivel de un contaminante en un organismo a medida que crece, ejemplo en una merluza (*Merluccius hubbsi*) y (b) biomagnificación en una cadena alimentaria marina. Las cadenas o redes alimentarias, por lo general, tienen entre dos a cinco eslabones tróficos. El nivel de contaminantes es bajo en los organismos productores y consumidores primarios y se magnifica en los siguientes niveles de la cadena. Ejemplos de cadenas alimentaria: (b.I) un calamar ( *Loligo sanpaulensis* ), un cazón (*Galeorhinus galeus*), un león marino de América del Sur (*Otaria flavescens*, juvenil) y una orca (*Orcinus orca*). (b.II) un langostino (*Pleoticus muelleri*), una anchoíta (*Engraulis anchoita*), una pescadilla (*Cynoscion guatucupa*). Dibujos originales de especies del mar Argentino realizadas por Ezequiel Vera; adaptado de WWF.

nismo expuesto a ellos, y 2) biomagnificación, que es la propagación de los contaminantes a lo largo de los sucesivos eslabones de la cadena trófica (también llamada red alimentaria). Ambos fenómenos pueden actuar de manera conjunta y afectan en mayor medida a los eslabones superiores de la cadena trófica donde se potencian los efectos de la biomagnificación de cada uno de los eslabones inferiores.

En nuestros días, la contaminación marina es un problema grave que perjudica directamente a la vida silvestre y de manera indirecta a la salud humana. Los derrames de petróleo, los residuos tóxicos y los desechos plásticos, si bien están entre sus formas más visibles, son solo algunas de las numerosas fuentes de contaminación. A diferencia de los ecosistemas terrestres, los marinos no están compartimentados por urbanizaciones, vías de ferrocarril o rutas, por lo cual la capacidad de desplazamiento de los organismos es mayor y las redes alimentarias, más grandes y complejas. Para diagnosticar la calidad ambiental de los ecosistemas, la ciencia utiliza organismos indicadores, a los que llama especies centinelas.

Los mamíferos acuáticos y semiacuáticos conforman grupos diversos de animales que viven de manera permanente o intermitente en cuerpos de agua. Entre los acuáticos se cuentan los cetáceos, es decir ballenas, delfines, zifios, marsopas y otros; los semiacuáticos, que alternan entre el agua y los ambientes terrestres, que incluyen a especies como lobos o leones marinos, morsas, focas, nutrias marinas, manatíes o dugongos y osos polares, y a especies de agua dulce como nutrias, entre otros.

En general, los mamíferos marinos son animales con gran movilidad: la mayoría de las especies tienen hábitos migratorios o exhiben una amplia distribución regional o global. Son longevos y de reproducción tardía: los de algunas especies viven más de ochenta años, alcanzan la madurez sexual a los dos o tres años y se reproducen recién entre los ocho y los quince años, según la especie. Debido a estas características, son particularmente sensibles a la contaminación progresiva, las pesquerías y las colisiones con barcos. Por ello se requiere realizar esfuerzos regionales e incluso globales para asegurar su conservación y supervivencia. Al mismo tiempo les cabe desempeñar un papel clave en los ecosistemas, pues se encuentran en la cima

de las redes alimentarias oceánicas y por ello son reguladores de numerosas poblaciones de especies de las que se alimentan. Esas redes contribuyen a la movilización de nutrientes desde las profundidades hacia la superficie, lo que favorece el desarrollo de los ecosistemas marinos.

Por su posición en la cima de la pirámide o cadena trófica y su longevidad, los mamíferos marinos se encuentran expuestos a numerosos contaminantes que les llegan por el efecto tanto de la bioacumulación como de la biomagnificación, a través del alimento, la transferencia placentaria, la lactancia, la respiratoria pulmonar y, en menor medida, la ingesta del agua de mar y la absorción a través de la piel.

## La tonina overa, centinela de las aguas subantárticas

Entre los mamíferos marinos, el delfín conocido como tonina overa (*Cephalorhynchus commersonii* o delfín de Commerson) es una especie que habita exclusivamente en el hemisferio sur. La tonina overa tiene aletas con forma de remo, cuerpo fornido y cabeza redondeada, casi sin hocico. Puede medir entre 1,20 y 1,70m de largo y pesar entre 80 y 90kg. Es un animal llamativo por su piel blanca y negra, lo que explica su nombre común. Es el delfín más emblemático y hermoso de las frías aguas subantárticas, en las que es frecuente verlo cerca de la costa en zonas poco profundas (menos de 100m), como puertos, bahías, estuarios y hasta en la desembocadura de los ríos. Como cazador oportunista, se alimenta de merluzas, sardinas, pejerreyes, anchoas, crustáceos, cefalópodos, gusanos marinos y ocasionalmente algas.

La tonina overa es muy susceptible a las alteraciones ambientales ocasionadas por actividades humanas como la pesquería. Desde el inicio de la actividad de la pesca artesanal costera viene sufriendo frecuentes capturas accidentales que provocan su muerte por ahogamiento. Si bien este es el principal problema de conservación al que se enfrenta en el Atlántico suroccidental, también se encuentra particularmente expuesta a la contaminación debido a sus hábitos costeros, lo cual pone de manifiesto el impacto directo de la fuente de contaminación producida por la proximidad a las ciudades y los centros urbanos, respecto de los recursos marinos. En la actualidad, la especie está incluida en el CITES apéndice

II, Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD) aprobada por ley 24.375. Existen a su vez otras leyes y regulaciones provinciales que establecen el acercamiento y protección a los mamíferos marinos (ley provincial 176/94 provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur; ley 2381/84 y modificatorias de la provincia del Chubut).

## Del campo al laboratorio

Los estudios sobre los contaminantes en los mamíferos marinos requieren la recolección de muestras en animales poco tiempo después de que hayan muerto, lo cual es costoso, ocasiona problemas logísticos y puede incluso ser



Toninas overas (*Cephalorhynchus commersonii*) en las costas atlánticas patagónicas. Foto Marisa Berzano.



Tonina overa muerta como consecuencia de su captura incidental en una red de pescadores artesanales. Foto de la autora.



**Arriba.** Paisaje de la costa atlántica fueguina en la zona del cabo San Pablo, situado a unos 50km al sureste de la ciudad de Río Grande. La vegetación corresponde a la franja de transición entre la estepa magallánica propia del norte de la isla Grande de Tierra del Fuego y los bosques del sur de ella.

**Izquierda.** Paisaje costero de la bahía de San Sebastián, ubicada sobre el Atlántico en el norte de la isla Grande de Tierra del Fuego a corta distancia de la boca del estrecho de Magallanes, área principal de muestreo de donde provienen los ejemplares de tonina overa utilizados en los estudios.

Fotos de la autora.



riesgoso. Dichas muestras suelen provenir de varamientos de animales en las costas y de capturas accidentales por haber quedado atrapados en las redes de pescadores artesanales. Los autores participan de un estudio de toninas overas muertas capturadas de forma incidental en redes de pesca de embarcaciones que operan alrededor de la isla Grande de Tierra del Fuego. Como también se está

evaluando el análisis de muestras que proceden de animales vivos, en este caso se utilizan equipos especiales que permiten hacer biopsias sin poner en riesgo ni a los delfines ni a los investigadores. Las muestras obtenidas en esta clase de estudios, además de brindar información sobre el efecto de los contaminantes en los animales, son útiles para otros campos de investigación, como genética, ecoló-

gía trófica y fisiología y, en última instancia, contribuyen al diagnóstico de los organismos con el fin de la conservación de la especie.

Para cada tonina overa muerta, dichos estudios registran datos externos como medidas corporales y peso, pigmentación, sexo y toda otra característica importante para su posterior diagnóstico sanitario, por ejemplo, presencia de parásitos u otras patologías. Mediante disección o necropsia se toman muestras de diferentes tejidos y órganos, en especial de aquellos que forman barreras de distinta naturaleza entre el individuo y el ambiente, y los que permiten apreciar la fisiología del organismo. Se tiene en cuenta, por ejemplo, que el hígado es uno de los principales órganos responsable del reciclado y la desintoxicación de la sangre, que el riñón lo es de la filtración y eliminación de sustancias del cuerpo, que el tejido muscular tiene relevancia en caso de acumulación de elementos tóxicos como el mercurio, y que la piel es la principal barrera entre el organismo y el medio externo y colabora en la excreción.

Es importante manipular las muestras con instrumentos que no perjudiquen su calidad y evitar cualquier tipo de contaminación cruzada, es decir, el traslado de los contaminantes de un tejido a otro, que llevaría a registrar información errónea y a sacar conclusiones equivocadas. Como la recolección de muestras se realiza al aire libre, en la playa, el material recolectado debe ser refrigerado en el campo.

## Enseñanzas obtenidas de la tonina overa

En los estudios realizados sobre ejemplares de la tonina overa capturados en redes de pesca costera artesanal en Tierra del Fuego se encontró que las concentraciones de los elementos esenciales, como el magnesio (Mg), potasio (K) y cobalto (Co), presentaban por lo general poca variación entre los diferentes tejidos, y que los valores de esta fueron semejantes a los observados en otros cetáceos de distribución global. Además, como esos elementos intervienen en el metabolismo celular y en mantener el medio interno constante, también su concentración en los tejidos se mantiene constante.

En contraste, se constató una variación amplia de las concentraciones de metales tóxicos como cadmio (Cd), plata (Ag) y mercurio (Hg) en los distintos tejidos. Así, la concentración de Cd en riñón fue superior a la del hígado, mientras que este último fue el principal órgano de acumulación de Hg. Estos resultados también fueron observados en otros cetáceos y focas de distintas regiones marinas del mundo, y la del Hg resultó mayor con la



Registro de las medidas y preparativos para la necropsia de una tonina overa muerta por asfixia al quedar atrapada en una red de pesca artesanal en la costa atlántica de Tierra del Fuego. Fotos de la autora.

edad y el tamaño de los individuos, lo cual indica bioacumulación. Igual que lo observado en dichos estudios de cetáceos, la piel de las toninas acumuló zinc (Zn) y selenio (Se), elementos que, como lo hacen en humanos, protegen las células epidérmicas de la radiación ultravioleta y facilitan la regeneración del colágeno celular en heridas o lesiones de la piel.

En conclusión, nuestros estudios indican que, como lo sugiere el título de esta nota, la tonina overa puede utilizarse como una especie centinela, indicadora de la salud del ecosistema subantártico en el océano Atlántico suroccidental. **CH**

## LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES MARINOS

Solemos distinguir dos grandes grupos de contaminantes de las aguas marinas: 1) compuestos orgánicos persistentes de origen industrial, como pesticidas y bifenilopoliclorados, que llegan con los residuos de la agricultura o la industria, y 2) componentes naturales de la corteza terrestre, en particular metales pesados, que circulan por el ambiente –tanto la litosfera como la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera–, al que son liberados por la actividad volcánica o la erosión (llamada también meteorización) de rocas, procesos que en ocasiones alteran la acción humana con el resultado de que aumenta su aporte de contaminantes al medio.

Los compuestos orgánicos persistentes son por lo general difíciles de degradar; por lo tanto, permanecen por mucho tiempo en el ambiente: pueden transcurrir, por ejemplo, varias décadas hasta que el 50% de una sustancia se degrade, es decir, se convierta en otra sustancia (ese tiempo se llama vida media). Entre estos compuestos, los organoclorados son inmunosupresores, hepatotóxicos, alteran el crecimiento y resultan cancerígenos; además, debido a la similitud estructural de sus moléculas con las hormonas reproductivas, pueden producir alteraciones en el desarrollo sexual y afectar negativamente a la reproducción (suelen denominarse *disruptores* endócrinos).

Se usan metales pesados –aquellos cuya densidad es cinco veces mayor que la del agua– en forma directa en la producción de

numerosos bienes y servicios. Los más importantes son arsénico (As), cadmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), estaño (Sn) y zinc (Zn). Cd, Hg y Pb son considerados tóxicos aun en bajas concentraciones, persisten largo tiempo en el ambiente y son neurotóxicos, hepatotóxicos y supresores inmunológicos en vertebrados marinos. Cu, Cr y Zn, sin embargo, actúan como micronutrientes, lo mismo algunos metales ajenos al grupo de los pesados, como selenio (Se), manganeso (Mn) y hierro (Fe). Junto con los macronutrientes, como cloro (Cl), sodio (Na), potasio (K), magnesio (Mg) o molibdeno (Mo), los micronutrientes son todos indispensables para el crecimiento y normal desarrollo de los organismos, pues regulan numerosas funciones biológicas y constituyen componentes estructurales. Por ejemplo, son esenciales para los mamíferos y otros vertebrados el Co, Zn, Mo y Fe ya que forman parte de complejos enzimáticos y de metaloproteínas, como la hemoglobina, que colaboran en el intercambio de oxígeno. K, Cl y Na funcionan como electrolitos fundamentales en el equilibrio ácido-base y balance hídrico del cuerpo.

La respuesta fisiológica del organismo a la presencia de un elemento en el ambiente depende de la concentración de este. Concentraciones más altas que aquellas requeridas para provocar respuestas adecuadas podrían causar intoxicación, mientras que las más bajas, enfermedades.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a Cetacean Society International, Society for Marine Mammalogy, Conicet y FONCYT por la financiación recibida. Iris Cáceres-Saez agradece la gentileza e incondicional ayuda de Myriam Susana Saez Falcucci. También agradecen la generosidad y talento del Dr. Ezequiel Vera (MACN-Conicet) por la realización de la figura 1, en la que están representadas especies del mar Argentino, y a la fotógrafa Marisa Berzano por la imagen de las toninas overas vivas en su estado natural en aguas patagónicas. Dedicamos este artículo a la memoria de Rae Natalie Prosser de Goodall (1935-2015), que confió en los autores (aparece en segundo plano en las fotos de página 49).

### LECTURAS SUGERIDAS

- BASTIDA R et al.**, 2007, *Mamíferos acuáticos de Sudamérica y Antártida*, Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires.
- BOWEN WD**, 1979, 'Role of marine mammals in aquatic ecosystem', *Mar Ecology Progress Series*, 158: 267-274.
- CAPPOZZO L**, 2006, *Agua salada y sangre caliente: historias de mamíferos marinos*, Siglo XXI, Buenos Aires.
- CAPPOZZO L**, 2007, *La sal de la vida*, Buenos Aires, Norma.
- PERRIN WF, WÜRSIG B & THEWISSEN JGM (EDS.)**, 2009, *Encyclopedia of Marine Mammals*, Londres, Academic Press.
- REIJNDERS PJH**, 1988, 'Ecotoxicological perspectives in marine mammalogy: Research principles and goals for a conservation policy', *Marine Mammal Science*, 4: 91-102.



#### Iris Cáceres-Saez

Doctora en biología, Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue. Investigadora asistente del Conicet. [caceres.saez@gmail.com](mailto:caceres.saez@gmail.com)



#### Humberto Luis Cappozzo

Doctor en biología, FCEyN, UBA y Universidad de Barcelona. Investigador principal del Conicet. [cappozzo@macn.gov.ar](mailto:cappozzo@macn.gov.ar)