

LA VIDA OCEÁNICA AMENAZADA

(Investigación y ciencia. Octubre 2010. Pág. 50-57)

[...La acidificación del océano (por el aumento de dióxido de carbono, que reacciona con el agua para formar ácido carbónico) se ha calificado como “el otro problema del CO₂”. A medida que el agua se torna más ácida (los corales y animales tales como almejas y mejillones tienen dificultades para construir sus esqueletos y conchas. Pero las consecuencias son aún peores: la acidez puede interferir en funciones corporales básicas de todos los animales marinos, posean o no concha. Al alterar, procesos tan fundamentales como el crecimiento y la reproducción, la acidificación del océano pone en peligro la salud de los animales e incluso la supervivencia de las especies. Debemos reaccionar a tiempo y mitigar la acidificación antes de que resulte dañada de forma irreparable la cadena trófica de la que dependen los océanos y las personas.

CAMBIO RÁPIDO EN EL MAR

La interacción del océano con el CO₂ suaviza unos de los efectos climáticos del gas. La concentración atmosférica de CO₂ alcanza casi 390 partes por millón (ppm). Pero si los océanos no captaran hasta 30 millones de toneladas diarias del gas, ese valor sería aún mayor. Los mares del mundo han absorbido alrededor de un tercio de todo el CO₂ liberado por las actividades humanas. Este “sumidero” reduce el calentamiento global, pero a costa de la acidificar el mar. Robert H. Byrne, de la Universidad de Florida Meridional, ha demostrado que sólo en los últimos 15 años, la acidez de los 100 metros superficiales del océano Pacífico que se extiende desde Hawai hasta Alaska ha aumentado un 6 por ciento. En todo el planeta, el pH promedio de la capa superficial del océano ha disminuido 0,12 unidades (ha llegado a un aproximado de 8,1) desde el inicio de la revolución industrial.

Este cambio puede parecer ínfimo, pero puesto que la escala del pH es logarítmica, supone un 30 por ciento de aumento de la acidez. El pH expresa la concentración de iones hidrógeno (o hidrogeniones, H⁺) en disolución. Un valor de 7,0 corresponde a un pH neutro; valores inferiores, a un pH ácido, y valores superiores, a un pH básico o alcalino. Aunque un pH de 8,1 representa una ligera alcalinidad, la tendencia a la reducción constituye acidificación. La vida marina no ha experimentado un cambio tan rápido en millones de años. Y los estudios paleontológicos demuestran que cambios de esa magnitud en el pasado se

asociaron a una degradación generalizada de la vida marina. Hace unos el 250 millones de años, las erupciones volcánicas a gran escala y la liberación de metano habrían llegado a duplicar la cantidad de CO₂ atmosférico, lo que causó la mayor extinción en masa de todos los tiempos. Desaparecieron más del 90 por ciento de las especies marinas [véase “Impacto desde las profundidades”, de Peter D. Ward; INVESTIGACIÓN y CIENCIA, diciembre de 2006]. Durante cuatro o cinco millones de años persistió un océano muy diferente, con un número reducido de especies.

Si mantenemos las tasas actuales de emisión de gases de efecto invernadero, se estima que el CO₂ atmosférico alcanzará 500 ppm hacia 2050, y 800 ppm hacia 2100. El pH del océano superficial podría caer hasta 7,8 o a 7,7, lo que supone un aumento de la acidez de hasta un 150 por ciento, en comparación con la época preindustrial.

Muchos consideran el océano como una gigantesca piscina de agua. Pero el océano guarda mayor semejanza con un pastel en capas; cada capa se caracteriza por una determinada combinación de salinidad y temperatura. Las aguas más cálidas y menos saladas se extienden desde la superficie hasta unos 50 o 200 metros, a veces a mayor profundidad. La abundancia de oxígeno y luz solar sustenta la floreciente base de la cadena trófica: se trata de las plantas unicelulares del fitoplancton que, al igual que las pluricelulares, utilizan la luz solar para sintetizar azúcares. El fitoplancton alimenta al zooplancton, formado por pequeños animales, desde diminutos crustáceos parecidos a camarones hasta larvas de peces gigantes. El zooplancton es ingerido a su vez por pequeños peces, que sirven de alimento a animales de mayor tamaño, y así sucesivamente.

Los vientos ayudan a mezclar las capas superficial y más profunda, con el consiguiente transporte de oxígeno hacia abajo y de nutrientes hacia arriba. Pero el flujo de nutrientes entre la superficie y el fondo del mar lo facilita también el movimiento de los animales, vivos o muertos. Una extensa clase de crustáceos diminutos, los copépodos, migra cada noche, aprovechándose de la oscuridad, desde las capas medias y profundas hasta las superficiales, donde disfrutan del banquete que los rayos solares les han preparado durante el día. Numerosos peces y calamares siguen de cerca sus movimientos, mientras que los moradores de las aguas profundas aguardan a los restos de la copiosa comida que se van hundiendo. Cuando los animales ascienden y descienden, atraviesa aguas con

diferente pH. Pero la acidificación modifica ese perfil de pH, y ello podría ocasionar daños a los organismos.

EL ASPECTO INTERNO

La acidificación puede obligar a los organismos a invertir más energía en la recuperación y mantenimiento del equilibrio interno de e pH. Consumen así energía que de otro modo se dedicaría a otros procesos vitales, como el de crecimiento y la reproducción.

Incluso pequeños aumentos en la concentración del CO_2 del agua puede causar una rápida difusión de éste hacia el cuerpo de los animales de respiración acuática. Una vez en su interior, el gas reacciona con los fluidos o tejidos corporales. Las especies utilizan diversos mecanismos para equilibrar su pH interno: producir iones negativos, como el bicarbonato, que captan o amortiguan los hidrogeniones sobrantes, bombear iones hacia el interior o el exterior de las células y espacios intercelulares; y reducir el metabolismo para absorber menos iones y “aguardar” hasta que termine el período con exceso de H^+ . Pero ninguna de estas estrategias sirve para habérselas con una reducción sostenida del pH. Cuando un organismo se esfuerza para recuperar el equilibrio ácido-base, sacrifica energía. Algunas funciones básicas, como la síntesis de proteínas y el mantenimiento de un sistema inmunitario potente, pueden verse asimismo afectados.

La mayoría de las especies poseen moléculas tampón o amortiguadoras. Los peces y otras especies activas las acumulan para contrarrestar el descenso temporal de pH durante la propulsión rápida. Como le sucede a un corredor en un sprint, los músculos cambian hacia un metabolismo anaeróbico (no basado en el oxígeno), lo que consumen ATP (la principal molécula combustible) y, como consecuencia, se acumulan más iones H^+ . Pero pocas especies pueden hacer acopio de suficientes amortiguadoras para que ejerza su efecto a largo plazo. Si se produjeran pequeños cambios de pH graduales, a lo largo de decenas de miles de años, una especie podría desarrollar adaptaciones; podría conservar las mutaciones genéticas que dieran lugar a una mayor síntesis de moléculas amortiguadoras. Pero, por lo general, las especies no pueden en adaptarse a los cambios que surgen en apenas unos siglos. Alteraciones similares realizadas en el laboratorio durante días o semanas tienen un efecto letal.

En épocas pasadas, cuando las concentraciones de CO₂ aumentaban, las especies con sistemas peor amortiguados sobrevivían con dificultad. El descenso del pH puede perjudicar sobre todo a las especies abisales, adaptadas a un ambiente estable y mal preparadas ante los cambios. (De ahí que la propuesta de bombear grandes cantidad de CO₂ en el océano profundo para combatir el cambio climático despierte inquietud, ya que desestabilizaría los hábitats de una gran variedad de animales).

CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN DEFICIENTES.

Los efectos de la acidificación del océano en los organismos varían según el desarrollo que atraviesen. Un conjunto reducido de datos, aunque cada vez más importante, apunta a una variedad de problemas en potencia.

En efecto, la fecundación, que representa el inicio de la vida, puede verse alterada. En el laboratorio, los científicos simulan la acidificación mediante el bombeo de burbujas de CO₂ en acuarios con agua de mar. Tal como Havenhand había indicado en nuestro viaje, la motilidad y la velocidad de los espermatozoides del erizo de mar australiano *Heliocidaris erythrogramma* disminuían un 16 y un 12 por ciento, respectivamente, ante un descenso de 0,4 unidades en el pH del agua (dentro del intervalo predicho para 2100). El éxito de la fecundación se reducía a un 25 por ciento mermaría con el tiempo la población adulta. Aunque cada erizo de mar libera millones de espermatozoides, éstos no permanecen viables durante mucho tiempo; deben encontrar un óvulo y fecundarlo en pocos minutos. En un océano vasto y turbulento, los espermatozoides poco activos quizá no alcancen nunca su destino.

La acidificación también malogra los estadios larvarios de varias especies. Samuel Dupont, que trabaja en el mismo laboratorio que Havenhand en Gotemburgo, sometió a larvas de una ofiura (pariente de las estrellas de mar) de aguas templadas a un descenso del pH de entre 0,2 y 0,4 unidades. Muchas demostraron un desarrollo anómalo; menos del 0,1 por ciento sobrevivieron más de ocho días. En otro estudio sobre el caracol *Littorina obtusata*, la eclosión de embriones disminuyó al exponerlos a aguas con un pH disminuyó al exponerlos a aguas con un pH más ácido, y los que lo hicieron se movían, con menor frecuencia y mayor lentitud de lo normal.

Un cambio súbito de 0,2 a 0,4 unidades de pH es más drástico que el experimentado por las especies en la naturaleza. Aunque algunas de ellas podrían adaptarse a una modificación gradual, otras no toleran siquiera los efectos de una acidificación leve. Los científicos sospechan que la acidificación del océano explicaría la mortalidad reciente de las larvas de ostras a lo largo de la costa de Oregón; como consecuencia, algunos ostricultores se las ven y las desean para encontrar suficiente semilla de ostra para mantener el negocio.

También los animales adultos dañan, sobre todo en lo que respecta al crecimiento. Los erizos de mar y los caracoles suelen desplazarse despacio; pero un crecimiento más lento les plantea problemas. En 2005, investigadores de la Universidad de Kyoto determinaron que un incremento de 200 ppm en la concentración de CO₂ respecto al valor actual, obtenido mediante el bombeo del gas en el agua durante seis meses, reducía las tasas de crecimiento de los erizos de mar *Hemicentrotus pulcherrimus* y *Echinometra mathaei*, y de la bocina fresa *Strombus luhuan*. El aumento de 200 ppm es el predicho para los próximos cuatro o cinco decenios. El crecimiento más lento lleva a un menor tamaño de los individuos durante más tiempo, con lo que se vuelven más vulnerables ante los depredadores y pierden capacidad reproductora.

La acidificación también dificulta en algunas especies de fitoplancton la absorción de hierro un micronutriente básico para el crecimiento. Investigadores de la Universidad Princeton indican que una reducción de 0,3 unidades de pH haría disminuir entre el 10 y el 20 por ciento la absorción de hierro por parte del fitoplancton. Además de representar un eslabón muy importante de la cadena trófica, el fitoplancton produce enormes cantidades de oxígeno, que nosotros respiramos.....]

Marah J. Hardt

Carl Safina