

Virus marinos

La otra cara de la moneda

Elva Escobar Briones y Miguel Rubio Godoy

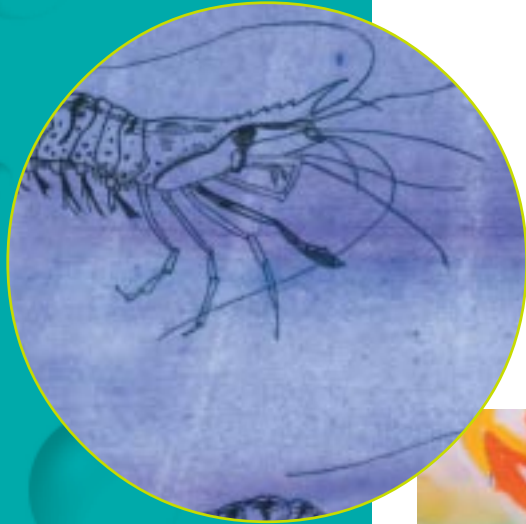
LOS VIRUS EJERCEN
UNA PODEROSA
INFLUENCIA EN EL
MUNDO VIVO Y,
CONTRA LO QUE
PUDIERA PENSARSE,
ESA INFLUENCIA NO
SIEMPRE ES
DESTRUCTIVA.

EN LOS OCÉANOS hay virus en cantidades realmente estratosféricas: una cucharada sopera de agua de mar contiene entre 10 y 100 millones de virus. Ante estas cifras cabe preguntarse si no tendrán un efecto importante en los ecosistemas marinos. La respuesta es afirmativa, pero al contrario de lo que sucede en el ámbito terrestre —donde los virus son responsables de muchas enfermedades, como el sida, que ha causado la muerte de 22 millones de personas, o la fiebre aftosa, que obligó a sacrificar siete millones de cabezas de ganado en Inglaterra—, el papel viral en el escenario marino es más bien favorable.

Los distintos virus marinos pueden infectar desde a bacterias y diminutos integrantes del plancton, hasta crustáceos, peces y enormes ballenas. Sabemos, por ejemplo, que los camarones cultivados en granjas acuícolas frecuentemente son infectados por virus. Sin embargo, durante décadas el papel de los

virus en el ecosistema acuático fue minimizado al considerarse que como la flora y fauna oceánicas están distribuidas en un volumen de agua gigantesco, su probabilidad de toparse con virus era baja. Recientes investigaciones han mostrado que es en el grupo menos conspicuo —a simple vista— de organismos marinos, el plancton, donde el efecto de los virus probablemente sea más notorio y trascendente.

El plancton está conformado por todos los seres unicelulares que flotan a merced de las corrientes marinas, y está compuesto por tres grandes tipos de organismos: bacterias (bacterioplancton), diminutos organismos fotosintéticos (fitoplancton) y finalmente, protozoarios y animales microscópicos (zooplancton). La importancia del plancton radica en que los organismos que lo componen son la base de todas las cadenas alimenticias marinas, y en que producen cerca de dos tercios del oxígeno que respiramos los animales aerobios.

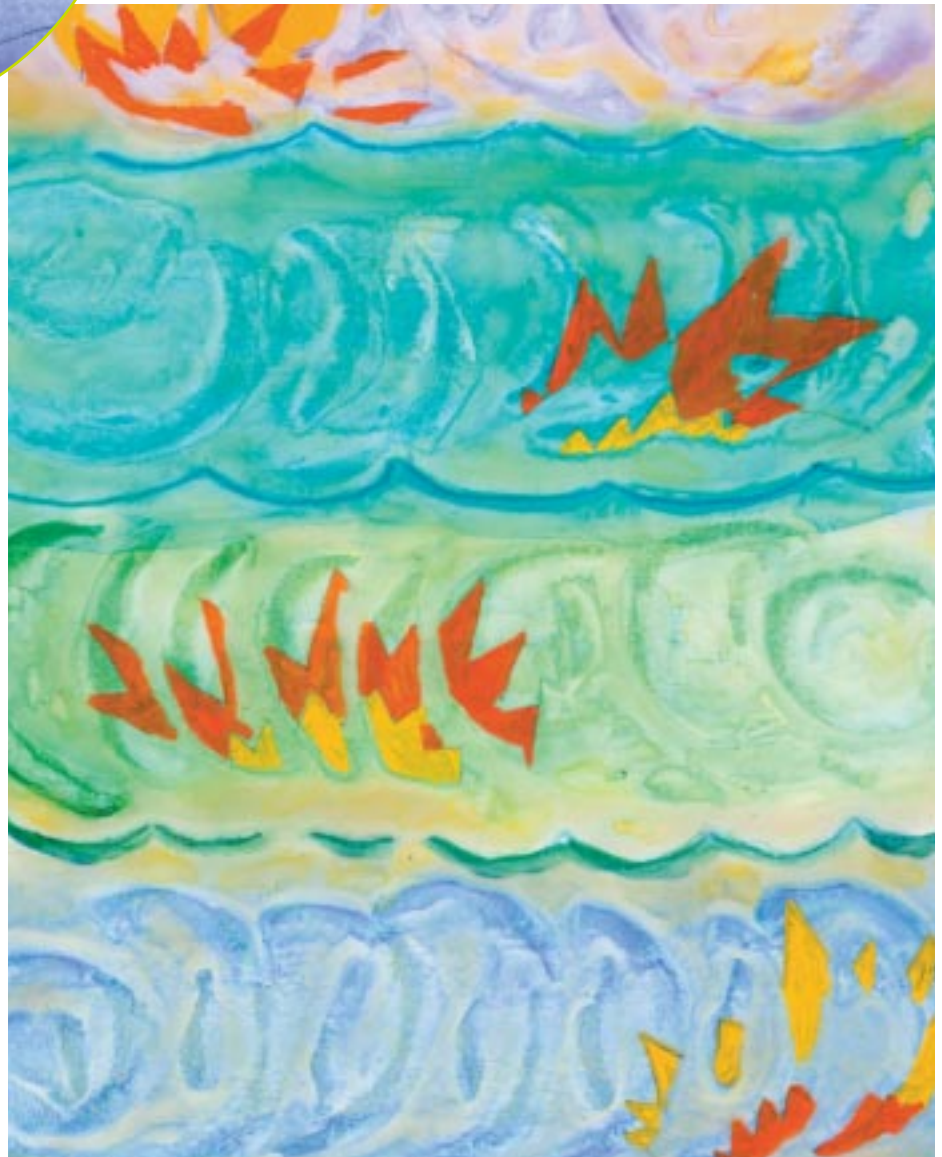


A mediados de los años 90, con avanzadas técnicas de microscopía y de análisis de ADN, fue posible determinar el papel de los virus en el ambiente acuático.

¡Al abordaje!

Cuando un animal multicelular como el ser humano cae presa de un ataque viral, para nuestra fortuna la historia no siempre acaba en una enfermedad grave, y menos aún en la muerte. Pero para un organismo unicelular planctónico, como las bacterias, el resultado de la replicación viral que en general sí es letal: la célula infectada literalmente revienta al no poder albergar a los cientos o miles de virus que la infectan (conocidos como bacteriófagos), y los virus recién expulsados del paraíso celular van en pos de nuevas víctimas.

Algo similar ocurre con las algas y los virus que las infectan (ficovirus). Las mareas rojas son poblaciones de algas que



Ilustraciones: Luci Cruz Wilson

Replicación viral

Los virus están formados por material genético (ADN o ARN) recubierto de una cápsula de proteínas. Como no pueden reproducirse por sí solos, necesitan infectar una célula y utilizar su maquinaria genética. Un virus puede integrar su material genético al de la célula de manera que cuando ésta se divida cada descendiente tenga una copia del virus, o bien usar a la célula para que ésta lo replique en su interior (lo que generalmente lleva a la destrucción de la célula).

prolifera en forma repentina, alcanzando densidades altísimas y son tristemente célebres porque producen desechos tóxicos que llegan a matar a los peces y otros organismos marinos, y también pueden afectar la salud del ser humano. Pues bien, un control natural de este fenómeno son los virus que pueden limitar el crecimiento exagerado de algas, reventándolas. De hecho, esta explosiva estrategia biológica se podría utilizar para controlar algunas de las bacterias que son transportadas por el agua y causan enfermedades en los seres humanos, varias de las cuales son cada vez más resistentes a los antibióticos.

Espionaje submarino

No todos los virus revientan a sus víctimas. Algunos, conocidos como fagos lisogénicos, han dado un novedoso giro a su estilo de vida: cuando logran insertar su ADN en el material genético de la célula infectada, no la destruyen súbitamente. Por el contrario, se duplican cada vez que la célula lo hace, pasando así de generación en generación; cuando los estimula algún factor ambiental (como puede ser la exposición a la luz o un cambio brusco de la temperatura) abandonan la célula, sin reventarla. Pero no se van con las manos vacías, pues a menudo llevan consigo parte del material genético de la célula que habitaron. Es así como un virus se convierte en un “ingeniero genético” en miniatura; al infectar a la próxima víctima, aporta no sólo su dote genética, sino también información de la bacteria que acaba de abandonar. De esta manera, los virus pueden transportar material genético de un individuo a otro, y entre poblaciones. Afortunadamente, esta promiscuidad hereditaria se limita a unas cuantas especies relacionadas entre sí, por ejemplo a bac-

terias de un mismo género, ya que de lo contrario existiría la posibilidad de que genes peligrosos para el hombre llegaran a formar parte del material genético de muchas especies. Pero, por curioso que parezca, esto no sólo no destruye a las bacterias, sino que incluso las puede beneficiar. ¿Cómo? Bueno, las bacterias pueden reproducirse por simple bipartición (duplicando su material genético y después separándose en individuos nuevos, idénticos entre sí), y por ello no necesitan de pareja para trascender como individuos. La desventaja de este tipo de reproducción es que la descendencia es idéntica a los padres. Precisamente para que exista la diversidad, las bacterias necesitan juntarse con sus congéneres de vez en cuando para compartir y recombinar su información genética; proceso al que llamamos sexo. Durante la recombinación sexual, un par de bacterias se unen mediante un tubo llamado pili, a través del cual pasan las hebras del ADN de uno a otro individuo. Los virus que acarrean material genético de un hospedero y lo insertan en otro funcionan como un sustituto de la reproducción sexual en las bacterias, pues de modo similar al sexo, permiten la recombinación genética de los

individuos. Varias de las características más asombrosas de las bacterias se transfieren, entre otros mecanismos, mediante virus: la resistencia contra antibióticos, luz ultravioleta y metales pesados; la capacidad para metabolizar compuestos orgánicos exóticos y en ocasiones tóxicos (como algunas sales); la maquinaria para producir toxinas bacterianas o para poder modificar y cortar el ADN, entre otras. Así, para las bacterias una infección viral, al incrementar la variabilidad genética de las poblaciones, puede resultar incluso en una ventaja evolutiva.

Hacer olas

Se sabe que en la base de casi todas las cadenas alimenticias se encuentran los organismos fotosintéticos, únicos seres capaces de convertir la energía luminosa en energía química almacenada en forma de compuestos orgánicos (los que tienen carbono). Se localizan en la base de la cadena alimenticia porque todos los demás seres (heterótrofos) directa o indirectamente tienen que comérselos para sobrevivir. Al no poder sintetizar compuestos orgánicos, los heterótrofos los obtienen al engullir a los autótrofos. En este contexto, los virus que destruyen a sus





Es indiscutible que los virus ejercen una poderosa influencia en el mundo vivo, y no únicamente para destruirlo.



hospederos fotosintéticos aceleran la transferencia de materia orgánica en la cadena alimenticia: al infectar y reventar a un integrante del plancton, los virus liberan una enorme cantidad de compuestos orgánicos al medio, misma que los heterótrofos pueden aprovechar sin necesidad de comerse a nadie. Se estima que el efecto de esta repentina (y brutal) liberación de material orgánico es muy importante; probablemente hasta un 20% del total del fitoplancton es destruido por los virus cada día, y el carbono liberado de esta manera, al ser mayor la disponibilidad que la

demanda del mismo, puede sumarse a los ya de por sí grandes depósitos de material orgánico disuelto en los océanos.

El conocimiento actual nos permite proponer un modelo en el cual los virus influyen poderosamente en los sistemas marinos al nivel del así llamado circuito microbiano. Al inicio del circuito se encuentran las bacterias tanto fotosintéticas como las que se alimentan de materia orgánica disuelta; ambas son presas de los protozoarios y pueden ser infectadas por los virus. La ruptura de las células microbianas causada por los virus, así como la degradación misma de los virus liberados, añadiría ácidos nucleicos (ADN y ARN) y proteínas al almacén de materia orgánica disuelta en el agua. Esta repentina abundancia de nutrientes a su vez permitiría un florecimiento tanto de algas como de bacterias, y para cerrar el ciclo (como en el caso de las mareas rojas), los virus llevarían a este sistema al colapso. Pero este modelo es más que un ejercicio de sucesión ecológica (es decir, el conjunto de cambios que se producen en un ecosistema a lo largo del tiempo) en el mar: los virus inciden sobre las rutas de flujo de energía

y elementos a nivel global. Cada vez resulta más claro que la forma cómo funcionan los océanos del mundo a gran escala está estrechamente relacionada con los procesos que se dan en la microescala. Por ejemplo, la destrucción de algas y ciertas bacterias por la acción de virus facilita la liberación de un compuesto importante para la formación de nubes, el dimetil sulfuro o DMS (pues los seres fotosintéticos marinos producen la mayor parte del DMS de origen oceánico). En estado gaseoso, el DMS es liberado y transformado químicamente en el agua y la atmósfera hasta formar las partículas de sulfato que conforman los núcleos de condensación para el vapor de agua, precursores en la formación de las nubes.

Es indiscutible que los virus ejercen una poderosa influencia en el mundo vivo, y no únicamente para destruirlo. Tal vez esta influencia sea aún más importante en el mar que en la tierra; posiblemente porque el hábitat oceánico es 300 veces más extenso que el terrestre, y desde luego también mucho más antiguo. Sin duda, el estudio de los virus, diminutos gestores de grandes sucesos, nos dará todavía muchas sorpresas. 🐼

Miguel Rubio Godoy obtuvo su licenciatura en investigación biomédica básica en la UNAM. Actualmente realiza estudios de posgrado en la Universidad de Bristol, Gran Bretaña.

Elva Escobar Briones es doctora en oceanografía biológica y actualmente es investigadora en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.