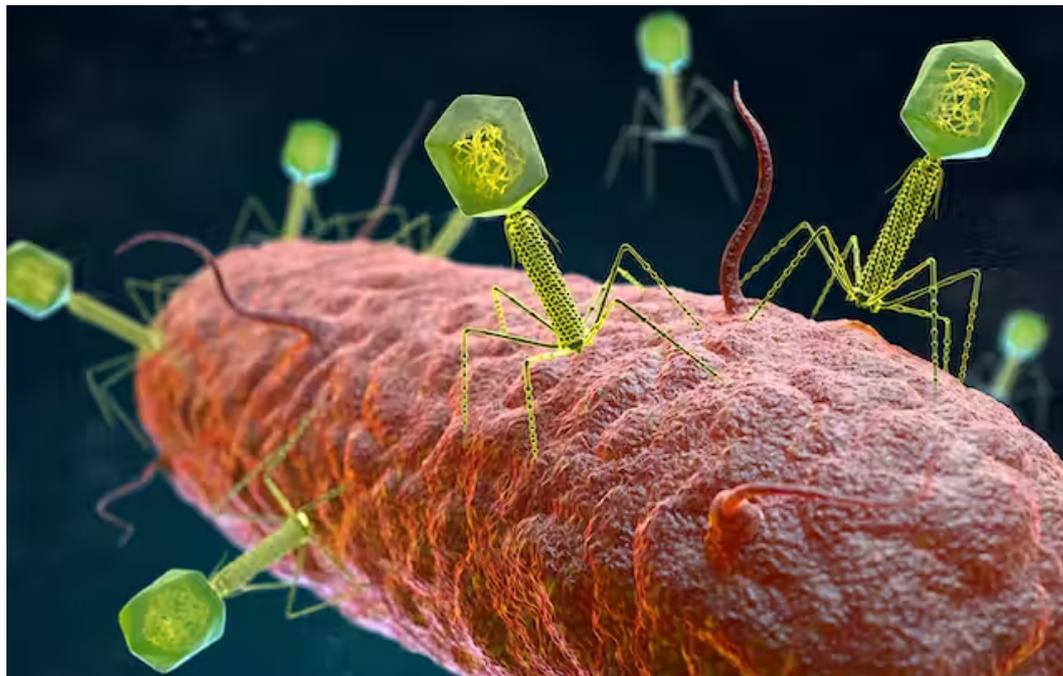


THE CONVERSATION

Rigor académico, oficio periodístico



Shutterstock / Tatiana Shepeleva

Las bacterias se vacunan frente a los virus y los virus se vacunan frente a otros virus

Publicado: 21 febrero 2023 20:15 CET

Antonio J. Pérez-Pulido

Profesor Titular de Universidad e Investigador en Bioinformática, Universidad Pablo de Olavide

En una pelea de bacterias frente a virus, ¿por quién deberíamos apostar? El resultado va a depender del arsenal de guerra que posea cada cual en cada momento.

Y es que, mientras el ser humano presenta un número constante de genes en su genoma durante toda la vida, en las bacterias es muy diferente. Hay bacterias que se hacen con genes exclusivos, algunos de los cuales constituyen auténticas armas de guerra. A veces, una de estas armas les permite “vacunarse” frente a los virus que las atacan y volverse así inmunes a sus ataques.

Por su parte, los virus pueden llevar otros artilugios bélicos diferentes, algunos destinados a impedir que las vacunas de las bacterias cumplan su misión.

¿Cuáles son las armas de las bacterias?

Las bacterias son atacadas por virus específicos llamados bacteriófagos (comedores de bacterias). Las bacterias pueden luchar frente a estos virus de diversas formas. Por un lado, pueden marcar su propio genoma con un patrón característico, para así darse cuenta de cuándo entra un genoma desconocido. Es lo que se llaman sistemas de restricción-modificación, presentes en más del 80 % de las bacterias.

Otra estrategia de defensa encontrada en bacterias es el suicidio altruista, o infección abortiva. En este caso, la bacteria se quita la vida, impidiendo que el virus siga progresando. Estos sistemas aparecen en menos del 20 % de las bacterias, y, aunque en última instancia no salvarían al individuo, sí que protegerían a la población.

Finalmente, tenemos los sistemas de “vacunación” CRISPR-Cas, presentes en el 40 % de las bacterias, últimamente muy populares debido a su revolucionario uso en biotecnología. En este caso, cuando entra un virus, el sistema trocea su genoma y guarda fragmentos en el genoma de la bacteria. Estos fragmentos funcionan como una vacuna que le permite reconocer y atacar más eficientemente al mismo virus la próxima vez que se enfrenta a él.

¿Y cuáles son las armas de los virus?

Eso sí, los virus contraatacan siempre. Existen virus que modifican su genoma para engañar a los sistemas de restricción-modificación y a los de infección abortiva. Los hay también que tienen armas como los genes anti-CRISPR, que interactúan con los sistemas CRISPR-Cas para impedir su funcionamiento. De este modo, impiden que la vacuna les pare los pies.

Adicionalmente, existe otra batalla entre “hermanos”: los virus también luchan frente a otros virus. Por ejemplo, existen virus defectuosos o defectivos llamados satélite, que carecen de genes para fabricar la envoltura para su genoma o cápside. Esta cápside les permite viajar para buscar nuevas bacterias a las que infectar. La falta de envoltura de estos virus satélite se soluciona aprovechándose de la envoltura que fabrican otros virus llamados *helper*, a los que parasitan. Le echan tanta cara que, a menudo, el pequeño virus satélite modifica la envoltura del *helper*, para que dentro solo quepa su genoma y no el del propio *helper*. Pues bien, el virus *helper* no siempre se cruza de brazos: a veces recurre a un sistema CRISPR-Cas de vacuna, que reconoce al virus satélite y evita que éste se aproveche de él.

Cómo se construye el arsenal bacteriano

La cuestión clave es: ¿qué hace que una bacteria o un virus disponga o no de una estas armas? Depende del resto del repertorio de genes que contenga. En las llamadas superbacterias, causantes de infecciones intrahospitalarias y superresistentes a antibióticos, como *Acinetobacter baumannii* o *Pseudomonas aeruginosa*, hemos encontrado recientemente que las que adquieren sistemas CRISPR-Cas suelen tener puertas de entrada en su superficie para determinados virus.

Si la bacteria tiene una proteína exclusiva en su superficie que le permite, por ejemplo, expulsar más eficientemente un determinado antibiótico, esto constituirá una ventaja para ella. Pero si esta proteína es a su vez una puerta de entrada para un virus específico, la bacteria necesitará protegerse con un sistema de vacunación.

¿Quién gana entonces?

Una vez visto que ni la bacteria ni el virus se cruzan de brazos, y evolucionan constantemente para atacar y defenderse, se hace más difícil apostar en una pelea entre ambos. Por lo que diría que el mayor beneficiado en esta pelea sería el propio espectador. Sí, sí, el lector, yo mismo y el resto de seres humanos.

Observando las peleas entre bacterias y virus, podemos conocer todo el arsenal armamentístico de ambos. Y esto nos permite luchar de forma más eficiente frente a las superbacterias.

Como los virus de bacterias no infectan a células humanas, han sido estudiados desde hace tiempo como alternativa a los antibióticos. De hecho, en los países del Este de Europa se utilizan desde hace casi un siglo en lo que es conocido como fagoterapia. Así, el declive actual en la efectividad de los antibióticos ha hecho de esta estrategia una alternativa de presente a tener en cuenta, como describe el libro *The Perfect Predator*, en el que se cuenta un caso real.

En conclusión, las batallas entre bacterias y virus son un espectáculo que siempre nos sorprende y de los que la ciencia siempre está dispuesta a aprender para dar soluciones a los grandes problemas del ser humano.