

Madrid, jueves 16 de enero de 2025

Manuel Espinosa: “las bacterias tienen vida social porque forman comunidades complejas y se transmiten información”

El científico de la Estación Experimental del Zaidín (EEZ-CSIC) firma un nuevo número de la colección ¿Qué sabemos de?

El texto describe las estrategias y mecanismos de las bacterias para relacionarse y cooperar, y ofrece numerosos ejemplos de su comportamiento social



Las bacterias generan biopelículas o ‘biofilms’, poblaciones adheridas a una superficie y embebidas en una matriz que las protege. / Imagen: Manuel Espinosa y M^a Antonia Molina

Los seres humanos somos seres sociales, pero no solo porque nos guste charlar, compartir noticias o pasarnos vídeos de gatitos, sino porque nuestra propia supervivencia como especie ha dependido de repartirnos tareas, comunicarnos y cooperar. Si pensamos en otros seres sociales, lo más probable es que nos vengan a la cabeza las abejas o las hormigas. Estas dos familias de insectos forman comunidades cuyos miembros tienen funciones especializadas y comparten algún sistema de comunicación. ¿Y las bacterias? ¿Se coordinan y pueden comunicarse? La respuesta es

sí, y el investigador del CSIC **Manuel Espinosa Urgel** da buena cuenta de ello en el libro **La vida social de las bacterias** (CSIC-Catarata).

“Estos seres unicelulares no suben imágenes a una cuenta de Instagram ni acuden a bares con sus colegas, pero tienen vida social porque **son capaces de formar comunidades complejas y transmitirse información entre sí**, incluso con otros organismos, mediante señales químicas”, señala el científico de la Estación Experimental del Zaidín. “Además, esas **interrelaciones de las bacterias influyen notablemente en nuestra salud, en nuestra vida diaria y en el funcionamiento de los ecosistemas**”, añade. El último libro de la colección ¿Qué sabemos de? explica las estrategias y mecanismos de las bacterias para colonizar hábitats muy diversos y ofrece numerosos ejemplos de su comportamiento social.

Biopelículas: la unión hace la fuerza

Una de las claves para que las bacterias sean tan persistentes y consigan sobrevivir en ambientes imposibles para otros organismos es justo su capacidad de crear comunidades multicelulares, a menudo asociadas a superficies, y embebidas en una capa de material más o menos mucoso que producen ellas mismas y que las protege. Es decir, **las bacterias generan biopelículas o *biofilms***, un término que se acuñó en 1975. “Las biopelículas empezaron siendo algo anecdótico para la comunidad científica, pero en las dos últimas décadas se han convertido en una de las principales áreas de investigación en microbiología”, destaca el autor.

Los *biofilms* pueden formarse sobre materiales inertes como el vidrio, y también sobre tejidos vivos, como las raíces de las plantas o nuestra boca, que tratamos de proteger cuando nos cepillamos los dientes. Según Espinosa, el proceso es similar en la mayoría de las especies bacterianas. Algunas bacterias entran en contacto con una superficie y se quedan adheridas a la superficie, sobre todo si esta se encuentra en un hábitat con nutrientes suficientes y condiciones ambientales favorables, y, a partir de ahí, comienzan a dividirse y agruparse. Incluso se pueden desplazar sobre la superficie reclutando más bacterias. Estos grupos forman lo que se conoce como *biofilm* maduro, **donde las células quedan embebidas en una matriz de polímeros producidos por ellas mismas y que conforma la estructura tridimensional de la biopelícula protectora**. Cuando las condiciones ambientales se vuelven desfavorables o los nutrientes escasean, el *biofilm* comienza a dispersarse.

El investigador del CSIC aclara que los *biofilms* no siempre están compuestos por poblaciones de la misma especie de bacterias. Por ejemplo, en el caso de la placa dental, hay especies ‘pioneras’ que se establecen inicialmente y sobre ellas se van reclutando las demás.

Ha costado décadas de estudio desentrañar en detalle este proceso, pero “hoy conocemos con bastante precisión los elementos moleculares que participan en la colonización de superficies por diferentes bacterias y vamos entendiendo mejor cómo

se regula el proceso de formación de un *biofilm*", apunta Espinosa. El científico explica que hay muchos indicios de que las bacterias son capaces de detectar la presencia de una superficie favorable para empezar a construir su 'casa' y poner en marcha el programa para colonizarlo. "Esto, junto con otras muchas evidencias hace pensar que **la vida multicelular sobre superficies no es algo excepcional, sino intrínseco al ciclo de vida de las bacterias**", destaca.

Todas listas para entrar en acción

Las bacterias se coordinan en respuesta a señales químicas producidas por ellas mismas y sus vecinas, pero, ¿cómo lo hacen? ¿Cómo saben cuándo hay que 'entrar en acción'? El **quorum sensing o detección de quorum es el sistema que permite a las poblaciones bacterianas activar su respuesta de forma coordinada**. Eso sí, solamente opera cuando se ha alcanzado un número suficiente de individuos.

Para ilustrar este mecanismo el investigador de la EEZ habla de *Pseudomonas aeruginosa*, un patógeno oportunista que el sistema inmunitario suele combatir sin problemas cuando la persona está sana pero que puede causar infecciones graves en pacientes con grandes heridas o quemaduras. Si nuestro organismo no es capaz de eliminar unas pocas de estas bacterias, **pueden multiplicarse lo bastante como para que entren en acción los sistemas de detección de quórum y activar los genes necesarios para la infección**. "Podemos verlo casi como la preparación de un ejército para asaltar un castillo: si solo hay unos cuantos soldados, o son muchos, pero solo unos pocos tienen sus espadas preparadas, las probabilidades de éxito son mínimas", relata Espinosa. La detección de quórum sería "una forma de coordinar al ejército para asegurarse de que su número es suficiente y que todos estén listos a la vez", comenta.

Este sistema también juega un papel importante para controlar la síntesis de antibióticos y otras moléculas que permiten a las bacterias competir mejor contra otros microorganismos. Por ejemplo, algunas especies que se asocian a la raíz de las plantas liberan sustancias que inhiben el crecimiento de hongos o bacterias patógenas, y así se aseguran que no habrá competencia en la colonización de estas superficies. Además, protegen la raíz frente a agentes nocivos, de modo que garantizan su fuente de nutrientes.

Las biopelículas y nuestra salud

La vida social de las bacterias nos ocasiona numerosos problemas de salud. Las biopelículas están detrás de algunas úlceras de estómago, que se deben a la colonización de la mucosa gástrica por poblaciones de la bacteria *Helicobacter pylori*. También causan complicaciones asociadas a implantes y prótesis cuando una pequeña contaminación de estos materiales acaba dando lugar a infecciones. Lo mismo ocurre con catéteres y sondas, o con lentes de larga duración. Manuel Espinosa destaca que aquí las condiciones son ideales para la colonización bacteriana: "una superficie, nutrientes,

líquido y temperatura constante son nichos perfectos para que bacterias patógenas formen biopelículas”.

Otro grave problema del **biofilm** es que **reduce la eficiencia de los antibióticos**. “Por un lado, la matriz que envuelve a las células actúa como barrera protectora, limita el acceso de determinadas moléculas y provoca que la concentración de antibiótico en las capas más internas sea menor de lo necesario para eliminarlas completamente; y, por otro, están las denominadas ‘**células persistentes**’, individuos capaces de sobrevivir a la acción de los antibióticos”, apunta el científico. Al dejar de suministrar el antibiótico estas bacterias comienzan de nuevo a multiplicarse y a reconstruir la biopelícula.

El mecanismo que utilizan estas células para conseguir ‘escapar’ de los antibióticos no está claro, pero el autor explica que se trata de bacterias localizadas en zonas de la biopelícula a las que llega poco oxígeno, y que entran en un estado que podríamos llamar de latencia, con un metabolismo muy reducido. “Esto hace que, por así decir, no se enteren de que está el antibiótico, porque los procesos contra los que actúa se encuentran ‘apagados’. Sin embargo, al retirar el antibiótico, estas células se pueden reactivar”, escribe. Y por si todo esto fuera poco, hay evidencias de que en las biopelículas se puede dar con relativa facilidad la transferencia genética horizontal: el trasvase de genes que confieren resistencia a los antibióticos, no a la descendencia, sino a células vecinas.

Nuevas soluciones para combatir bacterias

El experto en microbiología apunta que todo este conocimiento sobre los mecanismos de las bacterias se está utilizando para **la creación de nuevos materiales o para tratar los ya existentes**, de forma que sean menos susceptibles de ser colonizados. También se está trabajando en la búsqueda de fármacos que inhiban los componentes de la matriz protectora de las biopelículas, “incluso se han descubierto moléculas que impiden la señalización entre bacterias”, expone.

En cualquier caso, tal como recalca Manuel Espinosa, en la interacción entre bacterias y humanos no todo es negativo: “nuestro propio cuerpo está colonizado por miles de millones de bacterias, de hecho, el organismo humano presenta en torno a 1,3 veces más bacterias que células humanas”. La mayor parte de estos organismos están en el colon, seguido por la piel y la mucosa oral, y nuestro cuerpo sabe diferenciar bastante bien las bacterias ‘buenas’ de las perjudiciales para que el sistema inmunitario no ataque a las primeras.

Conocer la formación de *biofilms* tiene un enorme potencial. Puede favorecer el descubrimiento de antimicrobianos alternativos a los disponibles, o de formas de estimular la dispersión de células adheridas a superficies. También puede aplicarse en múltiples campos, como en **procesos de tratamiento y depuración de aguas residuales**, o en agricultura, para la protección de los cultivos y de la vida vegetal.

La vida social de las bacterias es el número 162 de la colección ¿Qué sabemos de? (CSIC-Catarata). Para solicitar entrevistas con el autor o más información, contactar con: comunicacion@csic.es (91 568 14 77).

Sobre el autor

Manuel Espinosa Urgel es investigador científico en la Estación Experimental del Zaidín, donde además coordina la Unidad de Cultura Científica. Su investigación se centra en el estudio de la vida multicelular de bacterias beneficiosas para las plantas, analizando los mecanismos de regulación y señalización que determinan las interacciones bacteria-bacteria y bacteria-planta. Es autor de más de ochenta publicaciones científicas y ha liderado numerosos proyectos de investigación y divulgativos.

CSIC Cultura Científica