

## Huéspedes y compañeros a lo largo de la evolución

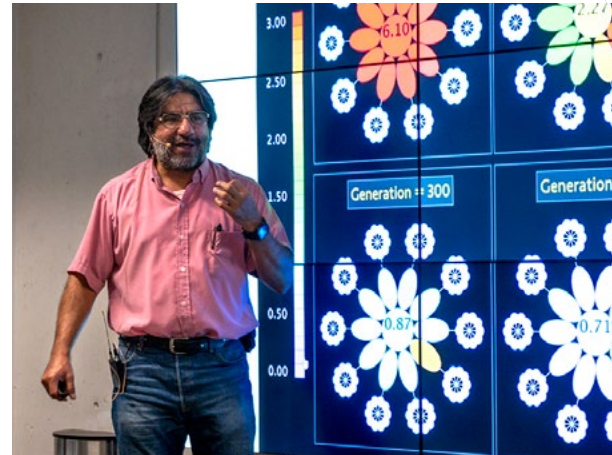
Andrea Ángeles Pérez\* y David F. Delgado S.\*

13 de diciembre de 2018

La microbiota arroja luz sobre por qué somos humanos, cómo evolucionamos desde nuestros ancestros hacia humanos modernos.

—Andrés Gómez, *J Craig Venter Institute*.

“Más de la mitad de nuestro cuerpo no es humano”, anunciaba el título de un artículo escrito por James Gallagher para *BBC News* en abril pasado. Diversos estudios científicos estiman que el 43% de todas las células de nuestro cuerpo son humanas. ¿El resto? El resto lo constituyen huéspedes microscópicos que incluyen bacterias, virus, hongos y arqueas y que en su conjunto se conocen como la microbiota.



“Estas bacterias [y otros microorganismos] juegan un papel importante en el desarrollo de los organismos multicelulares como las plantas y animales, incluido el ser humano”, explicó Maximino Aldana investigador del Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM y miembro del Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) de la UNAM. “Interactúan con nuestro cuerpo e intervienen en diversas funciones metabólicas esenciales: acumulación de grasa, desórdenes neuropsiquiátricos, regulación del sistema inmune, por mencionar sólo algunas”.

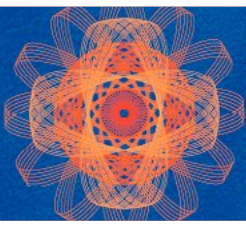
Aldana, doctor en física y especialista en dinámica y estructura de redes complejas de regulación, presentó la ponencia *Modelling the Role of the Microbiome in Evolution* el pasado 26 de noviembre durante la 3.a Semana de la Complejidad.

### Holobiontes

El ser humano es en realidad un ecosistema donde la interacción con millones de microorganismos genera una relación simbiótica —asociación entre dos o más organismos de distinta especie—. La mayoría de los microbios no son dañinos y algunos incluso desempeñan funciones esenciales para el hospedero que los aloja como la absorción de nutrientes, defensa contra otros patógenos o ayudar a la maduración del sistema inmune.

Muchos de estos microbios son primordiales para la salud del hospedero. En este contexto el ser humano es un holobionte, es decir, “una unidad de selección evolutiva conformada por el hospedero y su microbioma”, explicó Aldana. La microbiota son el conjunto de células simbióticas microbianas que viven en el hospedero y el microbioma consiste de los genes contenidos en todas esas células. El microbioma es la suma de genomas de la microbiota.

Existen hipótesis que proponen al holobionte como una unidad de selección en la evolución. Pero poco se conoce sobre el papel que desempeña la microbiota en el proceso de adaptación del hospedero.



Para comprender cómo emergieron las interacciones simbióticas entre humanos y bacterias y cuáles son los beneficios generales que otorga esta relación, Aldana y sus colaboradores desarrollaron un modelo matemático para estudiar el papel de los microorganismos en la evolución.

### Modelando el papel del microbioma en la evolución

El modelo utiliza redes booleanas en las que las variables pueden tomar uno de dos posibles estados (0, por ejemplo ausente o inactivo; o 1, presente o activo). De esta forma es posible simular redes de regulación genética del microbioma y cómo interaccionan estas redes con algunas redes del hospedero. Como premisa fundamental los investigadores consideraron al holobionte como la unidad de selección.

En la simulación se producen mutaciones en el holobionte a lo largo de varias generaciones con el objetivo de evaluar los efectos de la selección natural considerando la adecuación de las mutaciones que generan “las mejores redes” o interacciones. La presión de selección la establecen las distintas condiciones existentes en el hospedero.

En el modelo, el holobionte se comporta como una sola especie debido a las relaciones simbióticas tan estrechas que establece con la microbiota. Sin embargo, el holobionte es un sistema dinámico, “hasta la más pequeña perturbación puede cambiar el comportamiento dinámico de la red completa de regulación” explicó Aldana. Por ejemplo, “cuando reduces la diversidad de tu microbiota con antibióticos empiezas a sentirte enfermo, porque necesitas las bacterias que viven en tu cuerpo.”

Utilizando el modelo matemático, Aldana y su grupo han podido observar cómo la evolución del microbioma, que es más veloz que el del hospedero ya que los tiempos de generación de los microbios son muy cortos, puede influir en la adecuación/adaptación del hospedero.

También les ha permitido observar cómo surgen las relaciones simbióticas entre el hospedero y la microbiota. En el modelo las mutaciones que se conservan son aquellas relacionadas con características que permiten a la microbiota adaptarse mejor y se observa que la microbiota tiende a especializarse dentro del hospedero.

Los resultados de esta investigación se publicarán en breve en la revista [Frontiers in Physiology](#).

\*Becaria del Programa  
UNAM-DGAPA-PAPIME PE308217

