

La guerra de las bacterias.

Bacteria wars.

Agustín Zerón*

Se cree que, desde hace más de 1,500 millones de años, todos los organismos que actualmente derivan de una forma unicelular procariótica provienen del reino de LUCA (*Last Universal Common Ancestor*).

A lo largo de un lento proceso evolutivo, las procariotas derivaron en células más complejas, las eucariotas. Esto probablemente fue por la unión de una célula con dos o más procariontes, así inició la diversidad de los seres vivos. Carl Woese estableció que de dos imperios se pasó a tres reinos o dominios según sus marcadores moleculares ribosómicos, que mostraron la diversidad biótica de los dominios de los seres vivos (*Figura 1*).

Desde la Teoría de los Gérmenes en la segunda mitad del siglo XIX se desplazaron las seculares teorías de los miasmas y de los humores. Louis Pasteur y Robert Koch, cada uno defendiendo sus criterios experimentales, impulsaron las evidencias científicas para demostrar la presencia y participación de los gérmenes y microbios como los causales de enfermedades infecciosas.

A lo largo de la vida, las bacterias han aprendido a convivir con los seres humanos, se calcula que en el cuerpo hay 10 veces más células bacterianas que células humanas. Se estima que cien trillones de microorganismos componen la microbiota humana, donde se incluyen al menos mil tipos de especies de bacterias conocidas; el número de estos organismos supera 10 veces al de las células. Cada vez que las bacterias se dividen en dos, le heredan su DNA a sus descendientes, pero también intercambian en transferencia horizontal su DNA con otras bacterias afines, modificando así sus códigos genéticos. La comunidad microbiana se conforma de bacterias,

virus, arqueas, hongos y levaduras, que en conjunto con sus propios genes conforman al microbioma humano.

Yuval Noah Harari en su obra «*Sapiens*» menciona cómo los microorganismos, incluyendo a las bacterias, han jugado un papel crucial en la historia de la humanidad. Habla sobre cómo las enfermedades infecciosas causadas por bacterias y otros patógenos han influido en el curso de la historia humana, afectando poblaciones y civilizaciones enteras.

Carl Sagan en su libro «Miles de millones», utiliza el crecimiento bacteriano para ilustrar el poder del crecimiento exponencial. Ahí menciona que, bajo condiciones ideales y sin inhibiciones, las bacterias pueden duplicarse a un ritmo constante, lo que lleva a un aumento rápido y masivo en su número. Sagan señala que, si este crecimiento no se detuviera, en unas horas las bacterias podrían llegar a llenar una cuchara y, eventualmente cubrir una montaña en un lapso sorprendentemente corto. Pero en la realidad las bacterias también tienen sus reglas para no entorpecer su crecimiento selectivo. Este ejemplo sirve para destacar cómo el crecimiento exponencial puede tener efectos dramáticos en un periodo de tiempo relativamente breve, algo que es aplicable a muchos otros fenómenos naturales y sociales.

EL QUORUM SENSING MICROBIANO

El *Quorum Sensing* es un mecanismo de comunicación entre bacterias que les permite coordinar su comportamiento en función de la densidad de la población microbiana. Este proceso es crucial para la supervivencia y adaptación de las bacterias en diversos entornos, permi-

* Editor en Jefe de la Revista ADM, endoperiodontólogo ORCID: 0000-0003-2081-8072

Citar como: Zerón A. La guerra de las bacterias. Rev ADM. 2024; 81 (5): 253-256. <https://dx.doi.org/10.35366/118106>



tiéndoles comportarse como una comunidad organizada en lugar de como células individuales.

El *Quorum Sensing* juega un papel crucial en la formación del biofilm, que son comunidades microbianas adheridas a superficies de la cavidad oral. Las bacterias organizadas irán concentrando autoinductores activando la expresión de genes específicos con los que conforman su *biofilm*. Estos genes inducen la producción de una matriz extracelular compuesta de exopolisacáridos, diversas proteínas y DNA extracelular que ayuda a bacterias afines a adherirse a las colonias y con el *biofilm* reforzado podrían protegerse de factores externos. La comunicación a través del *Quorum Sensing* permite a las bacterias coordinar su comportamiento, optimizando la formación, resistencia y mantenimiento del *biofilm*. Análogicamente las bacterias en asamblea general teniendo quórum, comparten estrategias de resistencia y aprenden técnicas de combate para enfrentarse a los diversos mecanismos de las defensas del hospedero.

LAS BACTERIAS INVADEN Y EVADEN

Las bacterias poseen diversos factores de virulencia para invadir y evadir mecanismos de defensa. Las invasinas o factores de invasión son proteínas que ayudan a las bacterias a penetrar en las células del huésped para poder diseminarse por los tejidos. Las bacterias en su *biofilm*, a manera de un tanque de guerra, lograrán invadir epitelios y tejidos conectivos, y con factores de evasión lograrán

evadir a células de defensa hasta llegar a lechos vasculares. Los microorganismos logran evadir las defensas del sistema inmune a través de una inmunoevasión, Las bacterias evaden al sistema inmune escondiéndose dentro de células dañadas, y en los tejidos afectados producirán interferencia con las señales de comunicación celular para bloquear cualquier respuesta para la presentación de antígenos. Las bacterias al destruir elementos del sistema inmune se apoderan de estructuras tácticas de órganos vitales. En este editorial se usarán algunas coincidencias entre la saga de *Star Wars*, La Guerra de las Galaxias, y La Guerra de las Bacterias.

COINCIDENCIAS INICIALES

Darth Vader y Dark Matter

Darth Vader: Tatooine, 41 ABY-Death Star, 4 DBY y su paso al lado oscuro.

Dark Matter: en astronomía, la materia oscura es una forma hipotética de materia que no interactúa con la luz ni con otras radiaciones electromagnéticas. En principio, la «materia oscura» entiende todos los componentes del universo que no son visibles pero que obedecen a: $\rho < a^{-3}$.

GEORGE LUCAS Y LUCA

George Lucas: es el creador de la franquicia de *Star Wars* y fundador de Lucasfilm.

Árbol filogenético de la vida

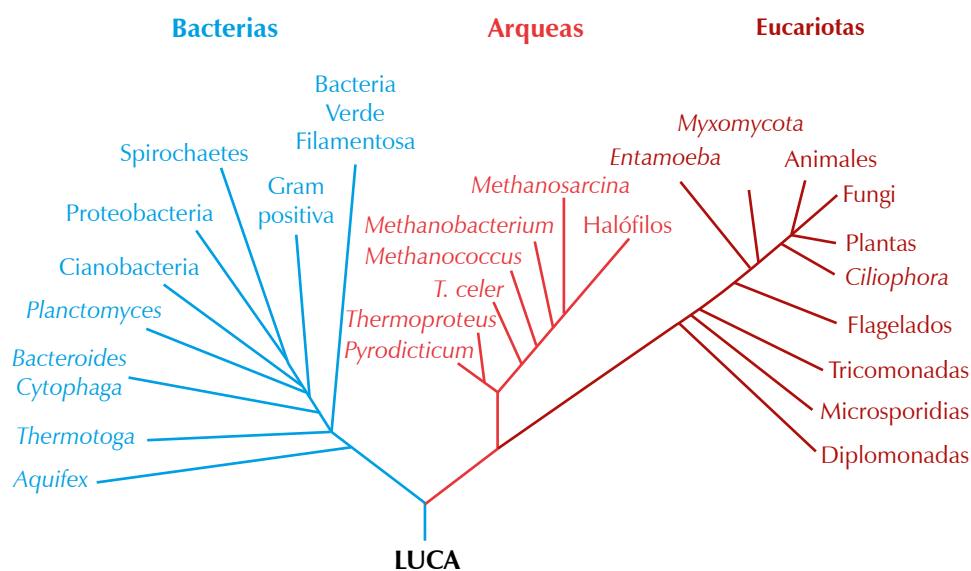


Figura 1:

Representación genómica de la diversidad de los seres vivos. Los marcadores moleculares ribosómicos mostraron que la diversidad biótica se agrupa en tres dominios. La longitud de las ramas refleja la distancia filogenética entre los taxa. LUCA = Last Universal Common Ancestor.

LUCA (*Last Universal Common Ancestor*): es el último antepasado común universal, es el antepasado común más reciente de todo el conjunto de organismos vivos actuales y probablemente también de todos los fósiles. Carl Woese en 1998 propuso que nuestra herencia genética pre LUCA deriva de una comunidad de microorganismos, más que de un individuo, a la que ha llamado **progenote**.

LA GUERRA DE LAS BACTERIAS

La batalla por el equilibrio del microbioma oral está a punto de comenzar...

Algunos aspectos destacados:

1. Escenario: la cavidad oral, específicamente el *biofilm* dental y el surco gingival.
2. Personajes principales:
 - a. *Lactobacillus reuteri* como el protagonista (similar a Luke Skywalker).
 - b. **Obi-Wan Pilory** como el mentor.
 - c. *Streptococcus sanguinis* como líder de las bacterias beneficiosas.
 - d. **Darth Bacteroides** y la *Porphyromonas gingivalis* como los villanos principales.
3. Facciones:
 - a. La alianza probiótica (los buenos).
 - b. El imperio periodontopatógeno (los malos).
4. Elementos de la trama:
 - a. La fuerza del *biofilm* como analogía de la fuerza en *Star Wars*.
 - b. La estrella de la muerte periodontal como la superarma de destrucción (*Figura 2*).

En una boca, muy muy cercana, el pacífico reino del *biofilm* dental ha vivido en armonía durante generaciones. Las bacterias beneficiosas, lideradas por el sabio *Streptococcus sanguinis*, han mantenido un equilibrio delicado en la cavidad oral. Pero una nueva amenaza se cierne sobre ellos.

En la transición de la Era Cariogénica, durante una batalla campal por la cara distal de un segundo molar inferior, la sucesión bacteriana perfilaba una inminente invasión al espacio subgingival. Un bacilo aprendiz conocido como *Obi-Wan Pilory*, con el maestro *Streptococcus Jedi* y la *Prevotella Skywalker* iniciaban el plan para nombrar al representante universal de lo que será la gran República del *biofilm*.

En una galaxia cercana, existía un universo microscópico conocido como la cavidad oral. Este universo estaba



Figura 2: La guerra de las bacterias es una analogía sobre la capacidad de invasión bacteriana y el potencial de daño al romper el equilibrio del microbioma oral y el potencial de daño sistémico.

habitado por diversas especies de bacterias, cada una con su propio papel en el equilibrio del microbioma. Sin embargo, la paz en la cavidad oral estaba amenazada por la aparición de fuerzas oscuras que buscaban dominar y destruir el ecosistema bucal.

EPISODIO I: EL DESPERTAR DEL *BIOFILM*

En un planeta *Odontus* de la constelación *Oris*, una población de bacterias benéficas eran lideradas por los *Streptococcus Jedi*, que mantenían el equilibrio y la salud del ecosistema planetario. Pero en las sombras de una materia oscura, el imperio del *biofilm* comenzaba a integrarse. Al pasar del tiempo, el planeta *Odontus* gozaba de grandes riquezas naturales que se reconocían en todo el ecosistema, por lo que vinieron las épocas de bonanza. Entre los pobladores iniciales se formó un nuevo grupo que era liderado por el malvado *Streptococcus mutans*, este imperio buscaba conquistar el planeta *Odontus* mediante la producción de ácido láctico, acético, propiónico y fórmico que derramaban al metabolizar todos los carbohidratos fermentables que encontraban a su paso. Los efectos nocivos no se dejaron esperar, y la desmineralización del esmalte, superficie fértil del planeta *Odontus*, no tardó en corroer todo a su paso, y los efectos dieron origen a la temida caries.

EPISODIO II: LA AMENAZA DE LA PERIODONTITIS

Desde las profundidades del surco gingival, el malvado imperio periodontopatógeno, liderado por el temible *Darth bacteroides* y su principal comandante, la *Por-*

phyromonas Gingivalis, ha comenzado a expandirse. Sus tropas de *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, comandante de estrellas y *Tannerella forsythia* avanzan, llevando destrucción y enfermedad a su paso. Mientras tanto, en los oscuros abismos de las encías, regiones meridionales de *Odontus*, el Sith *Porphyromonas gingivalis* tramaba su propio plan invasivo. Este villano, junto con sus aliados: la *Treponema denticola* y la *Tannerella forsythia*, organizaban un quórum para fundar un **Consorcio Periodontopatógeno**. Su objetivo era destruir las defensas del huésped, causando inflamación y degradación progresiva de las tierras profundas del colágeno de *Odontus*, lo que resultaba en una devastadora periodontitis. *Obi-Wan Pilory* y el maestro Jedi *Bacillus Actinomycetemcomitans* planeaban la invasión a sitios vasculares distantes del sistema planetario de *Odontus*.

EPISODIO III: LA ALIANZA DEL MICROBIOMA

Ante estas amenazas, los *Streptococcus Jedi* no estaban solos. Formaron una alianza con otras bacterias benéficas como *Lactobacillus* y los *stormtroopers Bifidobacterium*, así como con otros fieles guardianes de la salud oral, los bacteroidetes rebeldes. Juntos, luchaban para restaurar el equilibrio mediante la definición del **santo grial del diagnóstico** para actuar con un fuerte desbridamiento del *biofilm* y fomentar una buena higiene oral con el uso aliado de probióticos y tratamientos antimicrobianos específicos.

EPISODIO IV: LA VENGANZA DEL CÁNCER

En un rincón olvidado del sistema planetario de *Odontus*, un nuevo enemigo emergía: el cáncer oral. Este villano no era una sola entidad, sino una coalición de células malignas que se aprovechaban de la disbiosis causada por

las batallas anteriores. Las bacterias como *Fusobacterium nucleatum* se aliaban con las células precancerosas, promoviendo su crecimiento y generando una amplia destrucción de las defensas del huésped.

EPISODIO V: EL RETORNO DE LA SALUD

La joven bacteria *Lactobacillus reuteri*, ignorante de su verdadero potencial probiótico, vive en una colonia remota de la superficie de *Odontus*. Pero su vida cambiará para siempre cuando se encuentre con el antiguo maestro *Obi-Wan Bifidobacterium*, quien le revelará los secretos del poder del pH y le enseñará a usar la Fuerza del *Biofilm*. Gracias a los esfuerzos combinados de la alianza del microbioma y los bacteroidetes rebeldes, la cavidad oral comenzó a recuperar su equilibrio. Las fuerzas del Imperio del *Biofilm* y el Consorcio Periodontal fueron debilitadas, y el avance del Cáncer Oral fue contenido. La paz y la salud regresaron al universo microscópico, demostrando que, aunque las batallas eran arduas, la unión y la ciencia de la prevención podían prevalecer.

Juntos, deberán unirse a la Alianza Probiótica, un grupo rebelde de bacterias beneficiosas, en una misión desesperada para detener al imperio periodontopatógeno antes de que sea demasiado tarde. Su objetivo: destruir la estrella de la muerte periodontal, una superarma capaz de disolver los tejidos dentales y desencadenar una periodontitis masiva.

¿Podrá *Lactobacillus reuteri* dominar sus poderes a tiempo? ¿Logrará la Alianza Probiótica detener el avance del mal? ¿O caerá la galaxia de Oris bajo el dominio del oscuro Imperio de los Periodontopatógenos capaces de llegar a cualquier parte de nuestro cuerpo?

Correspondencia:

Agustín Zerón

E-mail: periodontologia@hotmail.com