





# Amor microbiano

Este libro no podrá ser reproducido, ni total ni parcialmente, sin el previo permiso escrito del editor. Todos los derechos reservados.

© 2024, Cristina Dorador Ortiz  
Derechos exclusivos de edición  
© 2024, Editorial Planeta Chilena S.A.  
Avda. Andrés Bello 2115, 8° piso,  
Providencia, Santiago de Chile

Diseño de portada: Isabel de la Fuente  
Diagramación: Ricardo Alarcón Klaussen

1ª edición: septiembre de 2024

ISBN: 978-956-408-624-8

Impreso en: CyC Impresores Ltda.

CRISTINA DORADOR

# Amor microbiano

CÓMO SE MOLDEAN NUESTROS  
SENTIMIENTOS EN EL MUNDO  
MICROSCÓPICO



# Índice

Prólogo .....	11
El amor microbiano.....	13
La Vía Láctea .....	39
Los colores del desierto .....	73
Microbiomas galácticos .....	97
Epílogo.....	115
Referencias bibliográficas .....	117
Agradecimientos.....	119





*A mis padres Milena y Wilfredo  
que me enseñaron a ser libre y amar al desierto.*

*A Chris, Henry y Albert,  
mi amada familia sin fronteras.*



\*

Los seres vivos más abundantes y diversos del planeta son los microorganismos y, entre ellos, los que dominan la Tierra son las bacterias. Han estado desde el comienzo de la vida y probablemente sigan existiendo cuando los humanos ya no existamos.

Los microorganismos fueron reconocidos por primera vez en 1674 por el microbiólogo holandés Antonie van Leeuwenhoek, quien describió las bacterias usando un sencillo microscopio inventado por él.

Desde entonces se abrió una ventana fascinante hacia la vida invisible que ha permitido entender la complejidad de las interacciones biológicas, los límites de la vida en la Tierra, la causa de enfermedades mortíferas, el desarrollo de medicinas y vacunas, y se ha comprendido a cabalidad que sin microorganismos no podríamos existir.

Los estudios sobre microbiología han estado muy relacionados con los avances tecnológicos. Como dice el dicho “ver para creer”: el microscopio es quizás la herramienta más directa para observar bacterias y células. En una gota de agua de mar hay más de un millón de bacterias, lo cual se observa como pequeñas esferas o bastones en un vasto universo acuático.

Los microorganismos pueden aislarse en el laboratorio usando medios de cultivo. Estos emulan las condiciones ambientales desde donde se obtuvo la muestra. Es así como a finales del siglo XIX se pudo establecer un vínculo directo entre la presencia de ciertos tipos de bacterias y enfermedades.

El microbiólogo alemán Robert Koch, gracias a sus estudios sobre la tuberculosis, pudo establecer el origen microbiano de las enfermedades, obteniendo el Premio Nobel de Medicina en 1905. Gracias al descubrimiento de Koch y sus colaboradores, en 1890 se iniciaron los estudios para desarrollar una vacuna, la cual fue administrada por primera vez en 1921. La vacuna contra la tuberculosis (BCG) deja una marca en el brazo, como un timbre de historia y supervivencia humana. Su administración ha permitido salvar la vida de millones de personas en todo el mundo.

Generalmente el aislamiento de bacterias se hace utilizando una preparación con agar, un compuesto similar a la gelatina que solidifica el medio permitiendo la separación de las colonias bacterianas. Este avance lo realizó Fanny Hesse, quien era ayudante técnica *ad honorem* y esposa de un investigador del laboratorio de Robert Koch. Gracias a su invento se pudo aislar el bacilo de la tuberculosis. Por supuesto que ella no recibió crédito alguno por su descubrimiento en ese momento.

El estudio de la biología de microorganismos fue clave para entender el rol de la molécula de ADN en la herencia y desarrollar métodos para su análisis. El ADN está presente en todas las células y guarda la información genética que permite que una especie exista y se mantenga en el tiempo. Cada especie tiene una “planilla de información” guardada en su ADN que permite generar todos los componentes de

las células, entre ellas, proteínas, ácidos nucleicos, azúcares y moléculas tan importantes como los antibióticos. El ADN está formado por una secuencia de nucleótidos, los cuales a su vez se componen de un azúcar (desoxirribosa), una base nitrogenada y un grupo fosfato. Las bases nitrogenadas se denominan adenina, timina, citocina y guanina, las cuales tienen complementariedad: adenina con timina y citocina con guanina. La primera letra de cada base es el alfabeto del ADN: A, T, C, G. Un fragmento de ADN se denomina gen, el cual tienen funciones específicas.

La estructura molecular del ADN fue un descubrimiento clave para comprender las bases de la vida en la Tierra ya que se explica cómo se almacena y transfiere la información genética. En 1953 se publicó el conocido artículo de una página de extensión en el que James Watson y Francis Crick dan a conocer su propuesta de estructura molecular del ADN. Este modelo de doble hélice del ADN muestra que, en la parte exterior, se encuentra un esqueleto de moléculas de desoxirribosa y fosfato y, por dentro, las bases nitrogenadas que forman pares complementarios entre sí unidos por puentes de hidrógeno que mantienen unidas a las dos hebras. Este trabajo les permitió obtener el Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1962 junto con Maurice Wilkins.

Como muchas historias de grandes descubrimientos científicos, hay mujeres que quedan fuera de los logros y reconocimientos. Rosalind Franklin fue la científica que realizó los análisis de difracción de rayos X que permitieron que Watson y Crick tuvieran la evidencia suficiente para publicar su trabajo. Su enorme contribución fue invisibilizada por largo tiempo.

A finales de la década de 1970 se desarrollaron nuevas tecnologías para poder secuenciar el ADN, es decir, para “leer” el ADN, descifrar los genes y su función. La secuencia de bases nitrogenadas genera patrones que pueden ser interpretados sobre la base de fragmentos que señalan dónde comienza y termina un gen y qué tipo de aminoácidos (transcripción) y proteínas (traducción) se pueden generar, son como los compases de una partitura.

El ADN puede ser obtenido desde los organismos procesando tejidos y células, separando los distintos componentes hasta obtener en pequeños volúmenes un líquido transparente y viscoso. Existen distintos métodos que permiten conocer las secuencias de ADN, los cuales inicialmente se realizaron usando marcas radiactivas y posteriormente marcas fluorescentes para cada base nitrogenada, las que pueden ser detectadas en equipos automatizados.

Este avance permitió secuenciar los primeros genomas de bacterias y virus, además de genes de otras especies. Posteriormente, estas tecnologías fueron mejoradas permitiendo secuenciar ADN directamente desde el ambiente —océanos, desiertos, estratósfera, volcanes, fondos submarinos, raíces de las plantas, nubes, todo está repleto de vida invisible—, marcando un antes y un después en el entendimiento de la presencia microbiana en el planeta.

Desde la década del 2010, gracias al desarrollo de nuevas tecnologías de secuenciación masiva de ADN ha sido posible describir la inmensidad de las comunidades microbianas que habitan el cuerpo humano, las cuales se les denomina microbioma.

Las redes que conectan a los seres vivos se hicieron aún más visibles, se pudo entender el origen y complejidad de múltiples enfermedades, se le pudo seguir la pista casi en

tiempo real al avance de la pandemia de covid, se entendió en mayor profundidad el rol de las bacterias del intestino y su relación con el cerebro, se comprendió que cada persona es un ecosistema, que la mitad de nuestras células son células microbianas, que cada uno tiene una nube microbiana que lo acompaña siempre.

\*

Todos los días a la salida del liceo se juntaban bajo el mismo árbol. Uno de los pocos grandes que había en la ciudad. Un eucaliptus añoso era testigo de interminables silencios a esa hora en que el atardecer de Antofagasta y su constelación rojiza compite con las galaxias que aparecerán unas horas más tarde.

Podían pasar horas completas en silencio, cada segundo era una tonelada de tiempo. A veces con el sol arriba, otras con las estrellas debajo. Abrazados o recostados en el suelo del parque, tomados de la mano, con los ojos abiertos o cerrados. Arriba del cerro el viento moldeaba sus afectos, en la playa las olas perpetuaban la sal de los anhelos. Sintieron tanto amor, tanto que se mimetizaron y se convirtieron en camanchaca.

Se escribían cartas en los tiempos de las esquelas. Cada palabra era un futuro añorado que reemplazaba a los silencios, cada poema era una nueva conexión en las redes de los sentimientos que se dejan en el andar por la Tierra.

Cada canción era una melodía en ultravioleta, como el sol que marcaba sus brazos.



\*

El amor entre dos personas se puede asociar a una relación que se proyecta desde lo individual.

Tú y yo, los dos. Cada uno trae consigo sus experiencias y vivencias que se ponen a disposición del otro, se comparten sentimientos y esperanzas. La esperanza de estar juntos, que el amor nunca se acabe, que dure para siempre.

La generosidad del amor también abarca lo biológico más allá de cambios psicológicos, hormonales y corazones latiendo rápido.

En una relación amorosa compartimos parte de nuestro cuerpo, en cada beso y abrazo se desprenden millones de células que se trasladan al cuerpo del otro ocupando distintos intersticios desde donde se proyecta algo nuevo producto de la interacción. Estas células compartidas son parte de nuestro microbioma, es decir, de los microorganismos que habitan nuestro cuerpo, que son parte inherente de nosotros mismos.

Se podría decir que los seres humanos no existimos como organismos individuales, somos más bien un mosaico de distintos seres vivos que se relacionan entre sí a través del intercambio celular y molecular, por lo que el amor es una manifestación de las conexiones invisibles de

la vida más allá de lo humano. Suena complicado, como el amor mismo.

Quizás la manifestación física más evidente de una relación amorosa es el beso, el contacto de las bocas entre dos personas. La boca y sus distintos componentes albergan una alta cantidad y diversidad microbiana que incluye bacterias, arqueas, microeucariontes y virus. Con ella comemos, tomamos agua, hablamos, masticamos y respiramos, por la boca tenemos contacto directo con el medio externo.

Se ha comprobado que en un beso de diez segundos se comparten hasta ochenta millones de bacterias. Las bacterias del otro se quedan en la boca, en sus distintos recovecos, y muchas de ellas llegan al intestino, algunas se quedarán con nosotros para siempre, otras se irán como aves pasajeras. Mientras más besamos al otro, más nos parecemos en términos microbianos.

Algo similar pasa con la piel. La piel es la barrera natural del cuerpo humano frente al medio exterior, es extensa (1,5-2 m<sup>2</sup>) y delgada (2-3 mm espesor). Evita que ingresen organismos patógenos y es hábitat de distintas comunidades microbianas que cambian según la geografía del cuerpo. Entre ellos se encuentran bacterias, arqueas, hongos, protozoos y artrópodos.

La piel puede ser húmeda, seca, con mayor o menor cantidad de grasa, lo cual, junto con la sudoración, la salinidad y los cambios de pH, genera condiciones ambientales específicas para que proliferen distintos tipos de microorganismos.

Los microorganismos se pueden transportar de muchas formas, por el viento, los zapatos, los saludos de manos, las mascotas, entre muchas otras maneras. Generalmente se asume que los microorganismos por su pequeño tamaño

tienen un amplio rango de dispersión, sin embargo, solo si se dan las condiciones adecuadas estos pueden permanecer o crecer en un determinado ambiente.

Como diría Baas-Becking (1934): “Todo está en todas partes, pero el ambiente selecciona”. Es así cómo los microorganismos de la cara son distintos a los de los brazos, de la espalda, del cuello o las piernas, como también los microorganismos de la boca son distintos a los del intestino.

El estudio del microbioma humano se ha intensificado en las últimas décadas, permitiendo ampliar el conocimiento respecto a la diversidad y función de los microorganismos más allá de su conocido rol en enfermedades infecciosas. Esto ha llevado a comprender la vastedad de las interacciones entre células microbianas y humanas, existiendo relaciones simbiotas donde ambas células se necesitan para poder vivir. Se le llama holobionte al conjunto de estas interacciones simbiotas, no solamente convivimos con microorganismos todo el tiempo, los necesitamos, nos fundimos en ellos.

El intestino es el lugar que contiene la mayor cantidad de microorganismos del cuerpo humano, los cuales llegan a cerca de cien mil millones en el intestino grueso. La mayoría de estos microorganismos son bacterias, sin embargo, también hay virus, hongos y arqueas. Las relaciones biológicas entre algunas especies y el cuerpo humano son simbiotas porque cada especie depende de la otra. En los últimos años se ha profundizado el conocimiento sobre las relaciones entre la microbiota intestinal y procesos biológicos humanos fundamentales. Son los microorganismos los que proveen de las enzimas necesarias para la degradación de ciertos alimentos y obtención de nutrientes. Además, producen vitaminas, aminoácidos y lípidos claves para el

metabolismo humano y aportan con la inmunidad no solo generando compuestos antimicrobianos, sino que también ayudando al desarrollo de la mucosa intestinal y el sistema inmune.

No da lo mismo qué tipo de microorganismos vivan en el intestino ni lo que hagamos de forma cotidiana, de alguna manera nuestras decisiones, relaciones y actos tienen consecuencias microbianas, a veces inesperadas.

En términos evolutivos, existen características que poseemos los humanos que fueron transferidas desde microorganismos a la especie a lo largo de la evolución. Las células pueden adquirir genes de otros organismos a través de un proceso llamado transferencia génica horizontal. Cuando se secuenció el genoma humano el año 2001 se describió que había cientos de genes derivados de bacterias. Un caso interesante es la presencia en vertebrados de un gen clave para la visión en colores, el cual fue transferido desde microorganismos hace quinientos millones de años. Vemos en colores gracias a alguna bacteria.

Como seres humanos no solo guardamos en la profundidad molecular de nuestras células el origen microbiano, también poseemos características que fueron adquiridas desde virus, bacterias y arqueas y, a su vez, convivimos con una plétora de especies microscópicas que modulan nuestra existencia. Somos un ecosistema que camina, que recapitula al planeta completo.

Cuando caminamos vamos dejando una estela invisible, millones de partículas biológicas que se dispersan en el aire de una habitación o en las calles de una ciudad. Se ha podido comprobar que cada persona tiene una nube microbiana que la acompaña, comunidades microbianas específicas

de cada individuo que se convierten en la huella de nuestro andar.

Así que cuando nos encontramos con alguien y nos abrazamos, no solo compartimos la emoción del encuentro, también dejamos en su ropa o piel parte de esta nube. Lo mismo sucede cuando compartimos en oficinas, en un estadio o en la sala de clases, estamos todo el tiempo interactuando de forma invisible. Inevitablemente creamos comunidades y sociedades unidas por vínculos insospechados.

La vida en pareja intensifica el intercambio microbiano modificando el microbioma individual. Cada beso, abrazo o intercambio sexual incorpora microorganismos que se alojan de forma indefinida en los recovecos del cuerpo, relacionándose con los ya existentes, generando nuevas conexiones, nuevas moléculas, nuevas dimensiones del otro. Sabor a ti. ¿Cómo se aman dos ecosistemas?

Para comprender estos intercambios se estudiaron parejas heterosexuales que conviven y son sexualmente activas, y se encontró que el microbioma de la piel de cada individuo tiende a parecerse durante la convivencia. Al estudiar el microbioma de la piel de estas parejas se descubrió que las comunidades microbianas más similares estaban en los pies, párpados y espalda. Los microorganismos se transfieren en las parejas no solo por el contacto físico, también por el lugar que se habita. Las casas o habitaciones guardan el lenguaje microbiano en sus superficies y rincones, nuestras nubes microbianas van ocupando los espacios disponibles. El computador que usamos, los artefactos que compartimos, los zapatos favoritos, todo guarda nuestra huella invisible, tanto es así que el microbioma se utiliza para fines forenses. Siempre queda huella.