



Son nuestros amos

José Ramón Alonso

y nosotros sus esclavos

Cómo los parásitos
manipulan el comportamiento

Son nuestros amos y nosotros sus esclavos

Cómo los parásitos manipulan el comportamiento

José Ramón Alonso

PREMIO EUROPEO DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA
ESTUDI GENERAL 2022

Directora de la colección:
Carolina Moreno

Coordinación:
Soledat Rubio

Esta publicación no puede ser reproducida, ni total ni parcialmente, ni registrada en, o transmitida por, un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, ya sea fotomecánico, fotoquímico, electrónico, por fotocopia o por cualquier otro, sin el permiso previo de la editorial. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

© Del texto: José Ramón Alonso, 2023

© De la presente edición:

Unitat de Cultura Científica
i de la Innovació de la Universitat de València
www.valencia.edu/cdciencia
cdciencia@uv.es

Publicacions de la Universitat de València, 2023
www.uv.es/publicacions
publicacions@uv.es

Corrección: Letras y Píxeles S. L.

Producción editorial: Maite Simón

Interior

Diseño: Inmaculada Mesa

Maquetación: Celso Hernández de la Figuera
Cubierta

Diseño original: Enric Solbes

Grafismo: Celso Hernández de la Figuera

ISBN: 978-84-1118-186-0

Depósito legal: V-2078-2023

Impresión: SAFEKAT S. L.

A Daniel Torregrosa

Hasta que no te das cuenta de lo fácil que es que manipulen tu mente, sigues siendo la marioneta del juego de otro (Evita OCHEL).

Para el biólogo, el ideal supremo consiste en resolver el enigma del propio yo, contribuyendo a esclarecer al mismo tiempo el formidable misterio que nos rodea (Santiago RAMÓN Y CAJAL).

Premis Literaris Ciutat d'Alzira 2022

Esta obra obtuvo el XXVIII Premi Europeu de Divulgació Científica Estudi General, instituido por la Universitat de València y el Ayuntamiento de Alzira. Formaban el jurado Rosa M. Donat Beneito, Lucía Hipólito, Joaquín Martín Cubas, Álvaro Martínez Camarena y Carolina Moreno.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
1. ¿ME PERMITE QUE LE CONTAGIE MIS PARÁSITOS?	13
2. UN ENEMIGO ANTIGUO	21
3. SUBIR AL CIELO	27
4. GRILLOS KAMIKAZES Y NUDOS GORDIANOS	31
5. PASEANDO A MI CUCARACHA.....	37
6. SEXO, DROGAS Y <i>ROCK & ROLL</i>	43
7. LAS MALAS COMPAÑÍAS	51
8. LAS SEGURATAS	57
9. LA GUARDAESPALDAS	63
10. CUIDA DE MIS HERMANAS	67
11. EL PEQUEÑO MOISÉS.....	71
12. EL ENGAÑAPÁJAROS	77
13. EL PEQUEÑO DRAGÓN.....	81
14. CUENTOS DESDE LA CRIPTA	87
15. LA HORMIGA QUE LLEVA UN ALIEN DENTRO	91
16. TEJIENDO PARA SU ASESINO	95
17. EL PEZ QUE BAILA LA DANZA DE LA MUERTE.....	101

18. LA ENFERMEDAD DEL SUEÑO	105
19. UN VIRUS NO TAN INOCENTE	111
20. EL LEGADO AMARGO DE LAS GARRAPATAS	115
21. EL ELIXIR DE LA ETERNA JUVENTUD	121
22. LA MALARIA, AZOTE DE LA HUMANIDAD	127
23. UN SUTIL COMPAÑERO DE VIAJE.....	135
24. ¡HUELE A PIS DE GATO!.....	143
25. HIENAS, LEONES, LOBOS Y PUMAS	149
26. TOXOPLASMA EN LOS PRIMATES NO HUMANOS	157
27. TOXOPLASMA EN LOS SERES HUMANOS.....	163
28. TOXOPLASMA Y ACCIDENTES DE TRÁFICO	167
29. TOXOPLASMA Y SALUD MENTAL.....	171
30. TOXOPLASMA Y ALTERACIONES COGNITIVAS.....	177
31. DIMORFISMO EN LA RESPUESTA AL TOXOPLASMA.....	181
32. SUICIDIO Y TOXOPLASMA	185
33. TOXOPLASMA Y EMPRENDIMIENTO	191
34. ¿NOS PUEDEN VOLVER MÁS GUAPOS LOS PARÁSITOS?	199
 EPÍLOGO.....	 205
 BIBLIOGRAFÍA.....	 209
 ÍNDICE ANALÍTICO	 225

INTRODUCCIÓN

El parasitismo es una relación íntima entre dos seres en la que uno vive encima o dentro del otro, el huésped, generalmente a expensas de este último, en un proceso de dependencia metabólica. El parasitismo es un ejemplo de especialización extrema y pone en marcha una serie de respuestas y adaptaciones fisiológicas complejas: el parásito tiene que conseguir llegar al hospedador final para culminar su ciclo biológico y, a veces, el proceso es enormemente difícil. Las adaptaciones para conseguir lograr este objetivo son asombrosas y preocupantes y hay que recordar que nosotros somos el huésped, intermedio o definitivo, para muchos parásitos.

La mayoría de los estudios sobre parasitismo se han centrado en las consecuencias patológicas de la infección, pero hoy el enfoque es mucho más amplio y sabemos que algunas veces la infección puede producir efectos fisiológicos que mejoran la supervivencia del huésped o no contribuyen a la propia enfermedad. Las relaciones parásito-huésped que vamos descubriendo son cada vez más interesantes, más llamativas y, también, más inquietantes. Es un clásico de la ciencia ficción, un ente alienígena se mete en nuestro cuerpo y nos cambia. Es uno de nuestros miedos ancestrales, convertirnos en esclavos, perder nuestra libertad, ser una cáscara. Es *Alien*, es el virus de

Soy leyenda, son esos zombis que persiguen nuevas víctimas para morderlos, contagiarlos y hacerlos uno de ellos.

El cerebro es un *lugar privilegiado* para muchos parásitos. En muchos sistemas huésped-parásito el animal infectado muestra cambios en su comportamiento. La explicación más sencilla para estas diferencias es que son efectos colaterales de las infecciones, coincidencias sin valor adaptativo. En distintas situaciones, sin embargo, los cambios en el comportamiento del huésped serían lo que uno esperaría, si lo que este intentara fuese beneficiar al parásito y mejorase, por ejemplo, su supervivencia, la probabilidad de su transmisión o el que pueda terminar su ciclo biológico. En este sentido, la «hipótesis de la manipulación» supone que esos cambios en el comportamiento son el sofisticado resultado de la evolución, una hazaña que consigue mejorar las posibilidades de un ser con una dependencia extrema como son habitualmente los parásitos. En otras palabras, el parásito no solo nos come desde dentro, no solo nos convierten en incubadoras y nodrizas, a veces, nos vuelve ciegos o nos envenena o termina matándonos. Pero algunos hacen algo más sofisticado, manipulan nuestra mente y alteran nuestro comportamiento. Y lo hace una gran variedad de seres, desde virus microscópicos hasta gusanos de un metro de longitud. Estos seres consiguen que el huésped cambie su conducta y con ello beneficie al animal que reside en su interior; consiguen que su hospedante actúe de una manera que favorezca la supervivencia o la transmisión del parásito, y actúa a menudo en contra de sus propios intereses.

Este libro quiere hablar de seres (bacterias, protozoos, plelmintos, virus, hongos...) que son capaces de manipular la vida de otros, incluido los humanos. Este tema abre una hipótesis fascinante, que parte de nuestras enfermedades mentales, de nuestros comportamientos patológicos, de nuestros problemas

más trágicos, sean no el resultado de una disfunción del sistema nervioso, no el fruto amargo de una casualidad, sino el objetivo específico de un manipulador. Plantea un nuevo enfoque dentro de la neurología, la psicología y la psiquiatría, quizá una nueva vía para entender muchas enfermedades que apenas comprendemos y una vía prometedora para nuevos tratamientos. Los parásitos son nuestros amos y nosotros sus esclavos, pero también tenemos nuestras armas, somos inteligentes, exploramos y buscamos respuestas, luchamos por nuestra vida y nuestra salud y hemos creado la principal herramienta de progreso, la ciencia. Quizá el ser humano, esa especie resiliente y creativa, armada con microscopios y estadísticas, romperá sus cadenas y, al fin, recuperaremos nuestra libertad.

¿ME PERMITE QUE LE CONTAGIE MIS PARÁSITOS?

Los artículos científicos surgen a veces, y es un resultado maravilloso, de una charla distendida. Janice Moore fue invitada a dar una conferencia en la Universidad del Estado de Nueva York (SUNY) y una colega, Chris Reiber, la recogió en el aeropuerto y la invitó a cenar en su casa. Reiber no conocía mucho de la investigación de Moore, así que mientras preparaba la cena —de algo había que hablar con una casi desconocida— le bombardeó con preguntas sobre el tema de la charla del día siguiente: parásitos manipuladores de cerebros ajenos. Cuando Reiber oyó aquellas historias pensó en un trabajo que había tenido unos años antes en un instituto de neuropsiquiatría de la Universidad de California Los Ángeles que colaboraba con diversas clínicas psiquiátricas de los alrededores que atendían a personas con sida. Era la época en la que el virus de la inmunodeficiencia humana era todavía un asesino letal y muchos enfermos presentaban trastornos mentales y demencia asociada a la enfermedad, pero el comentario de Reiber que llamó a Moore la atención fue que los responsables de aquellas clínicas le habían contado que aquellos pacientes, que estaban en las terribles fases terminales de su enfermedad, mostraban un comportamiento sorprendente: tenían una intensa ansia de sexo.

Nos hace pensar en otras enfermedades infecciosas, como la tuberculosis en el siglo XIX, cuando los balnearios y hospitales antituberculosos eran famosos como espacios no solo de cuidados y toses, sino también de pasión y lujuria. ¿Fue real o es una mera leyenda de una época puritana y moralista? ¿Era una forma de luchar contra el aburrimiento o quizá de proyectar las ansias de vivir? Pero ¿y si es otra la explicación? ¿Es posible que un organismo infeccioso, un virus o una bacteria, nos cambie el comportamiento para facilitar el salto a otro hospedador? ¿Podiera ser que esas ansias de sexo de los pacientes con sida fuesen el mecanismo del virus de la inmunodeficiencia humana para seguir adelante y encontrar un nuevo hospedador antes de la inminente muerte del actual?

El problema es que para saber la respuesta haría falta un experimento imposible: controlar el comportamiento de unas personas antes y después de la infección con el bacilo de la tuberculosis o con el VIH. ¿Cómo es tu actividad sexual y tus ganas de sexo antes y después de la enfermedad? Eso en un animal es factible, pero los comportamientos humanos son mucho más complejos, a menudo diferentes y, en general, más interesantes para nosotros que los de un roedor. Hay muchas evidencias de cambios inducidos por parásitos en animales, pero la evidencia en humanos es más discutible, salvo para algunas enfermedades que afectan directamente al sistema nervioso, como la rabia. Además, los datos en humanos son a menudo difíciles de interpretar. *Toxoplasma gondii*, un protozoo parásito intracelular, presenta una clara asociación con algunos rasgos de personalidad de la persona infectada, como los comportamientos de riesgo, pero la infección no se produce al azar y no podemos excluir que ciertos tipos de personalidad sean más proclives a exponerse al toxoplasma o sean más susceptibles a este. El toxoplasma será el gran protagonista de este libro. Dale tiempo.

Pero volvamos al experimento. Es cierto que podríamos intentar cuantificar la actividad sexual de grupos de riesgo y ver cómo varía en aquellos que se hubieran infectado posteriormente, pero por fortuna la inmensa mayoría de la población se protege de manera adecuada o tiene suerte, así que el número de casos recogidos sería poco elevado, estos heterogéneos y se darían a lo largo de muchos años. Nadie quiere hacer una investigación con estas características. Las dos investigadoras se plantearon otras opciones como ¿infectar con el virus del catarro? Desde luego era una opción mejor que hacerlo con el VIH, pero ningún comité ético aprobaría ese experimento, el viejo principio hipocrático *primum non nocere* («lo primero, no hacer daño») sigue siendo, afortunadamente, una barrera infranqueable para cualquier estudio con riesgos sobre la salud humana. Un problema añadido es que el catarro común está originado por muchos virus diferentes, siendo los más frecuentes los rinovirus, pero hay más de cien tipos de rinovirus distintos, además de los picornavirus y los coronavirus, que también causan catarros. De nuevo, demasiadas variables para obtener un resultado claro y contundente.

Del virus del catarro pasaron a pensar en algo parecido: el virus de la gripe. La situación era similar a la del catarro con la salvedad de que en un momento determinado la cepa de virus de gripe dominante de una temporada determinada suele ser la misma y quizá se podría conseguir una variabilidad menor. Y ahí surgió la idea: en vez de usar virus salvajes, emplear virus atenuados o trozos de virus, que es lo que se pone en una vacuna. Ver el comportamiento antes y después de la vacuna. Era impecable éticamente y con posibilidades de dar algunas respuestas. Aunque la vacuna raramente produce unos síntomas intensos, comparables a los de la propia gripe, su éxito depende de que el cuerpo del vacunado reconozca la amenaza

antigénica del virus y ponga en marcha una respuesta adecuada del sistema inmunitario, un proceso con una clara semejanza con lo que se produce durante una infección natural. La ventaja de la vacuna es que sabemos en qué momento se produce la exposición al agente inmunogénico y pone en marcha en el cuerpo una reacción inmediata similar a la que induce la propia exposición al virus. Además, afortunadamente, una parte importante de la población se vacuna contra la gripe y es posible buscar participantes con un perfil parecido y disminuir las variaciones poblacionales.

El propósito del estudio fue comprobar la hipótesis de que la exposición a un patógeno humano de transmisión directa, el virus de la gripe, incrementaba el comportamiento social humano; es decir, si el virus de la gripe consigue de alguna manera que te pongas en contacto con más humanos, ¿podrá aumentar sus posibilidades de contagio? La hipótesis se apoyaba en la evidencia empírica de que los seres infectados por patógenos modifican el comportamiento en comparación con los no infectados. Algunos de esos cambios protegen al humano infectado como el reposo o la fiebre, pero otros parecen ser mucho más interesantes para el patógeno, pues favorecen su dispersión y le permiten alcanzar nuevos hospedadores. La mayoría de los expertos consideran que el virus de la gripe se propaga principalmente a través de las gotitas que van por el aire –microaerosoles– que se producen al toser, estornudar o hablar. Estas gotitas pueden llegar a quienes se encuentran cerca, que las inhalan y llegan a los pulmones. Cuanta más gente tengamos alrededor, cuanto más hablemos con otras personas, cuanto mayor sea nuestra actividad social, mayor es la probabilidad de contagiar o de que nos contagien la gripe.

Las investigadoras también se apoyaban en la teoría evolutiva aplicada a las enfermedades infecciosas que sugiere que,

si un patógeno consigue modificar el comportamiento de su hospedador, de manera que se incremente su transmisión, sus posibilidades de supervivencia aumentan, y eso es lo que conseguiría el virus de la gripe si las personas afectadas tuvieran mayor sociabilidad, o el virus del sida si las personas infectadas aumentaran su número de parejas sexuales en unas relaciones sin protección.

Podemos pensar que cuando tenemos la gripe lo que menos nos apetece es salir, juntarnos con gente, tener relaciones sexuales o cualquier otro tipo de actividad social. En realidad, las personas griposas generan el máximo número de contagios en los primeros tres o cuatro días después del inicio de la enfermedad y el primer día no hay todavía ninguna señal que nos haga pensar en que tenemos gripe. Es decir, la mayoría de los adultos empiezan a contagiar de manera intensa un día antes de tener ningún síntoma, no se sienten mal, no saben que están enfermos y siguen una actividad normal. Por lo tanto, todos somos capaces de contagiar el virus de la gripe antes de sospechar que estamos infectados.

Las dos investigadoras analizaron el comportamiento social antes y después de la inmunización usando a cada persona como su propio control. Los participantes eran voluntarios, empleados de la universidad, que habían tomado parte en un programa otoñal de vacunación contra la gripe. Se les invitó a participar en un estudio sobre enfermedad y comportamiento social, de manera que no se hizo una conexión explícita en ningún momento entre la vacunación y los objetivos del estudio. A los 36 adultos voluntarios se les recogieron datos en el momento de la vacunación sobre su actividad social en las 48 horas previas y en las 48 horas siguientes, y se realizó un seguimiento cuatro semanas más tarde. Se excluyó la presencia de otras enfermedades infecciosas y el uso de medicación y se

registró cada interacción social según su duración y el número de participantes implicados. Los 36 voluntarios tenían una media de edad de 51,9 años y una proporción de hombres-mujeres de 13-23.

El principal resultado fue que el comportamiento social cambiaba tras la exposición a la vacuna de la gripe. En comparación con las 48 horas previas, durante las 48 horas siguientes a la vacuna los participantes interactuaban con un número significativamente mayor de personas y en grupos significativamente más grandes. El número total de eventos sociales por participante no cambiaba entre antes y después de la vacuna (19,5 frente a 22 eventos), pero el número total de individuos con los que interaccionaba cada participante aumentaba llamativamente de 54 a 101 de media, el número de personas medio en cada evento social pasaba de 2,4 a 5,5 personas por evento, mientras que la duración del encuentro medio disminuía de 33,2 a 2,5 minutos. En una entrevista que le hizo Kathleen McAuliffe a Reiber, esta declaró: «Gente que tenía vidas sociales muy limitadas o sencillas de repente decidían que tenían que salir, ir a bares o a fiestas o invitar a un grupo de gente a su casa». Si lo hubiera diseñado el virus no lo habría hecho mejor. ¿O es que quizá sí lo hace? Por supuesto, un virus no diseña nada, pero ¿habría conseguido la evolución un mayor éxito de dispersión de un virus que favoreciera la sociabilidad de su huésped en las etapas más contagiosas de la enfermedad? La respuesta es: ¡sin duda!

Los autores comprobaron que no se debía a un caso esporádico (las conclusiones se mantenían después de excluir a un participante que se había presentado voluntario a ayudar en una reunión de 750 personas), después de haber controlado el efecto del fin de semana –la vacuna se ponía en días laborales– y, finalmente, después de comprobar que los propios

participantes no habían notado ninguna diferencia en sus tendencias sociales, no eran conscientes de ningún cambio. Por último, el seguimiento a las cuatro semanas mostraba que el comportamiento social había vuelto a caer, era incluso menor que antes de la vacuna. A las cuatro semanas de haber tenido la gripe ya no hay posibilidad de contagio. Al virus, y perdóneme la licencia, ya le da igual.

Estos resultados sugieren que hay una respuesta comportamental activa e inmediata a la infección y antes de que se vea ningún síntoma de enfermedad. Si un virus de la gripe tuviera capacidad de decisión, que no la tiene, o si pudiera influir sobre el comportamiento de la persona hospedadora, que esto parece sugerir que sí lo hace, querría básicamente eso, aumentar el número de contactos sociales en esas primeras 48 horas. Si fuera el VIH, cuya transmisión es de forma prácticamente exclusiva por vía sexual, querría aumentar el número de relaciones de su hospedador con personas diferentes y sin usar protección. Te haría promiscuo, descuidado, enamorado y alocado.

Evidentemente, esto tiene muchas derivadas, sobre la comprensión evolutiva de la interacción entre el ser humano y sus patógenos, sobre la evolución de esas relaciones, sobre la epidemiología de las enfermedades infecciosas y sobre la prevención de enfermedades. Es importante recordar que un virus no tiene nada parecido a una inteligencia ni diseña nada. Pero surge la gran pregunta: ¿Nos manipulan unos seres diminutos?



Que un organismo externo (un virus alienígena, un hongo mutado o un ser extraño) controle el cuerpo y la voluntad de los seres humanos, vivos o muertos, es uno de los temas más recurrentes en la ciencia ficción. Nos aterra que pueda existir un parásito con capacidad de aniquilar nuestro control corporal o modificar nuestras acciones. Por suerte, esto solo pasa en la ficción: *Alien*, *The Last of Us* o *The Strain* simplemente son productos audiovisuales, no parece que lo que cuentan sea posible que se dé en la realidad. ¿O sí? De hecho, sí que es posible: los parásitos reales manipulan el comportamiento de muchas especies animales, como hormigas, pájaros, peces, gatos, hienas..., y también de los humanos.

En este libro se explica, de una manera amena y comprensible, cómo los parásitos actúan sobre los animales y los humanos, y también cómo y por qué pueden llegar a convertir a un ser vivo funcional en poco más que un esclavo.