



Eduard Martorell y David Bueno

¿Para qué sirve el sexo?

**La historia y la utilidad del sexo
como nunca te las habían explicado**



Índice

Prólogo.	13
Introducción. Qué es el sexo	17
Parte I. ¿Sería posible la vida sin sexo?	
Variabilidad y adaptación biológicas, desde el origen de la vida hasta ahora.	
1. El sexo y la procreación de Darwin	25
2. Primero fue el sexo....	31
3. ... Y después continuó siendo el sexo	35
4. ¿Qué hacen las bacterias cuando practican sexo (y por qué lo hacen)?	41
5. ¿Con quién practican sexo los virus?.	47
6. Si tienes dificultades, practica sexo	51
7. Nacidos para practicar sexo	57
8. La lotería del sexo	63
9. ¿Solo dos sexos?	67
10. ¿Por qué hay diferencias sexuales?	73
11. La Reina Roja	77
12. Sexo y mortalidad	83
13. Altruismo sexual para genes egoístas	85

Parte II. Sexo animal

Curiosidades y estrategias sexuales en el mundo animal	91
1. Más vale que los hijos no sean idénticos a madres y padres.... .	93
2. Si soy hermafrodita, ¿por qué no me autofecundo?	101
3. ¿Es macho o hembra? ¿O tal vez es transexual?	107
4. ¿Me reproduzco asexual o sexualmente? ¿O juego a dos bandas?	111
5. ¿Fecundación externa o interna?	115
6. Sígueme pero no me toques, que quiero sexo	121
7. Si me sobran brazos, ¿para qué quiero un pene?	125
8. A la mayoría nos va el contacto.	127
9. La partenogénesis: ¿reproducción sexual?	131
10. ¡Tú, solo a trabajar!	137
11. El sexo me abre el apetito. Hembras atractivas y... letales	139
12. ¿Reproducción antes de tiempo?	143
13. Más vale tarde que nunca	145
14. Una cuestión de tamaño y otra de cantidad	149
15. ¿Qué hago para que el hijo sea mío?	153
16. Mamá, caliéntame, ¡que quiero ser macho!	157
17. Calentadme, compañeros, que no quiero perderme la fiesta . . .	159
18. Pongámonos guapos, que queremos sexo	161
19. Dame espermatozoides, que me los guardo.	165
20. Para parir antes, comemos mucho.	167

Parte III. Sexo, drogas y rock'n'roll

El sexo social en los primates y en la especie humana	171
1. Con el sexo en el cerebro	173
2. ¿Por qué decimos amor cuando queremos decir sexo? ¿Y por qué practicamos el sexo para mantener el amor?	177

3. ¿Qué sexo tengo, y cuál quiero tener?	183
4. No hay quien entienda a los del otro sexo	189
5. Cerebros de plastilina: machos masculinizados y hembras feminizadas	195
6. La guerra de sexos	199
7. ¿Mujeres fieles y hombres adúlteros?	203
8. Haz el amor y no la guerra	209
9. Busca una pareja bien <i>sexy</i>	217
10. Sexo social	223
11. Sexo intelectual.	229
Índice de especies	235
Bibliografía	241
Agradecimientos.	245

CAPÍTULO 4

¿Qué hacen las bacterias cuando practican sexo (y por qué lo hacen)?

Como ya hemos dicho, en muchas especies sexo y procreación no son procesos asociados. Encontramos un ejemplo clásico en las bacterias. Las bacterias se reproducen por bipartición, un tipo de clonación. Ahora explicaremos brevemente cómo funciona. Estos seres vivos tienen, en la inmensa mayoría de las especies, un único cromosoma de forma circular. Antes de reproducirse, se pone en marcha la maquinaria molecular específica que copia con la máxima fidelidad posible este cromosoma, toda la información genética que contiene, para que los dos descendientes hereden una copia completa e idéntica. Una vez hecho esto, la bacteria se parte por la mitad, de modo que cada bacteria hija hereda uno de los juegos idénticos del cromosoma, que tienen exactamente la misma información genética, que es a su vez idéntica a la que tenía su progenitor: por este motivo, la reproducción bacteriana es una clonación. En esta reproducción no hay sexo por ningún lado (ni tampoco sexualidad).

Sin embargo, de vez en cuando, la maquinaria molecular que copia la información genética comete algún error, por lo que en los dos cromosomas hijos pueden aparecer mutaciones azarosas. Si estas mutaciones afectan a un gen, la información que codifica variará ligeramente, lo cual generará ciertas diferencias entre las bacterias hijas. Y, como ya hemos dicho, la selección

natural actúa precisamente sobre las diferencias que existen entre los organismos de una misma población. La evolución está en marcha. Y como las bacterias tienen un ciclo biológico muy corto, de poco más de veinte minutos en muchas especies, la acumulación progresiva de mutaciones genera la variabilidad genética necesaria para proporcionar un sustrato adecuado a la selección natural, lo cual favorecerá las bacterias mejor adaptadas a cada situación ambiental concreta.

No obstante, un exceso de mutaciones suele tener consecuencias catastróficas para el individuo, ya que muchas dañan la funcionalidad del gen que afectan. Para evitar un exceso de mutaciones, las células disponen de diversos mecanismos de control. Para empezar, las moléculas de ADN están formadas por dos cadenas de nucleótidos complementarios, como las dos partes de una cremallera —los nucleótidos son las biomoléculas elementales que componen el material genético, como los eslabones de una cadena, y la información genética reside en el orden que siguen—. Durante el proceso de copia del material hereditario, las dos cadenas complementarias se van separando, como en una cremallera cuando se abre, de manera que cada una sirve de molde para que la maquinaria molecular de la célula vaya sintetizando otra cadena. Al final se obtienen dos moléculas de ADN, cada una formada nuevamente por dos cadenas. Dado que una cadena sirve de molde para fabricar la otra, solo la cadena que se fabrica nuevamente puede incorporar mutaciones: la otra queda intacta. Si se ha producido una mutación, en aquel punto concreto de la «cremallera» las dos cadenas no encajarán correctamente, y esto provocará una distorsión en la molécula de ADN. Pues bien, hay unas proteínas específicas que recorren toda la molécula de ADN buscando estas distorsiones y las reparan. Pero a veces el deterioro afecta a las dos cadenas, y entonces no hay una reparación fácil, porque no hay ningún molde del cual se pueda recuperar la información original. La única manera de reparar el error correctamente es utilizando una plantilla externa. Pero ¿cómo pueden obtenerla? Pues con el sexo.

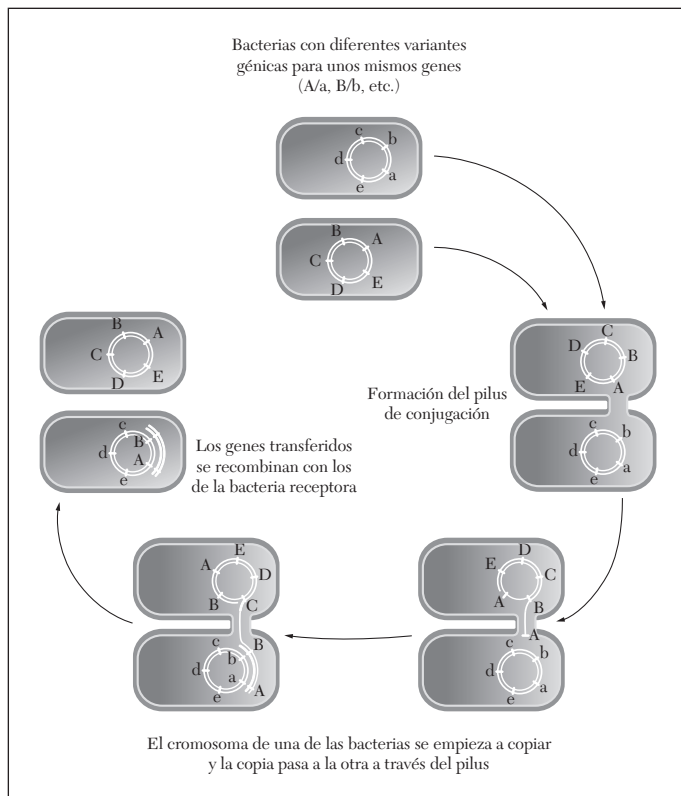


Figura 3. Sexo entre bacterias. El esquema muestra el proceso de conjugación bacteriana.

Continuemos hablando de bacterias. No hay ninguna que presente reproducción sexual como la entendemos nosotros, pero la mayoría de especies presentan fenómenos de sexualidad bacteriana. Uno de los procesos más amplios de esta es la denominada conjugación. Durante ella, una bacteria donante copia parte de su genoma y lo transfiere a una bacteria receptora a través de un tubo (llamado pilus de conjugación) que se forma expresamente para la ocasión. Entonces, el ADN del donante se recombina con el

del receptor en aquellas zonas en las que contienen la misma información genética, iguales genes, y es utilizado de molde externo para realizar las reparaciones necesarias en el ADN dañado. Una vez finalizadas, el ADN sobrante es digerido y eliminado. En este caso, el sexo tiene una función reparadora del mensaje genético, y, como veremos más adelante, esta también lo es en las plantas y en los animales.

Los orígenes de este sexo reparador se remontan, probablemente, a las primeras bacterias. En aquella época pretérita, la atmósfera terrestre era muy diferente de la actual. No contenía oxígeno ni capa protectora de ozono que filtrase la radiación ultravioleta del sol. Estas radiaciones interfieren en las moléculas de ADN y les causan numerosas mutaciones, muchas de las cuales pueden resultar letales. De hecho, una de las maneras más utilizadas para esterilizar equipamiento quirúrgico es someterlo a radiaciones ultravioletas, ya que provocan tantas mutaciones a las bacterias que puedan estar presentes que estas acaban muriendo; en las salas estériles de los laboratorios, la esterilidad global se obtiene también con fluorescentes que emiten luz ultravioleta y que se conectan cuando no hay nadie trabajando. Pues bien, en un mundo bañado por las radiaciones ultravioletas, las bacterias que por azar experimentaron unas mutaciones que les permitieron desarrollar este mecanismo de sexualidad —o de parasexualidad, como a veces se denomina— fueron favorecidas por la selección natural, dado que podían preservar razonablemente intacto su mensaje genético. Sobrevivieron, se reprodujeron y lo transmitieron a sus descendientes. Como veremos más adelante, muchos organismos eucariotas unicelulares también emplean el sexo con función reparadora, sobre todo cuando las cosas se complican.

Hemos hablado de la conjugación, pero no es el único proceso de sexualidad que pueden presentar las bacterias. También practican la transformación, que consiste en la incorporación directa de ADN ajeno procedente de congéneres desintegrados. En este caso, el fragmento de ADN se incorpora directamente desde el medio, y puede ser utilizado como molde externo para reparar genes dañados o bien para incorporar otros nuevos, lo que con-

tribuye a producir variabilidad, otra de las funciones del sexo relacionadas con la supervivencia y con la evolución —en capítulos posteriores hablaremos mucho más de esta variabilidad—. Finalmente, hay un tercer mecanismo de sexualidad bacteriana, la transducción, que consiste en el intercambio de material genético entre bacterias a través de un virus transportador que las ha infectado consecutivamente. Básicamente, si un virus infecta una bacteria y se reproduce, cuando sale de esta para ir en busca de otras puede llevarse con él, por error, un fragmento del material genético de la bacteria, que es transportado involuntariamente hasta el siguiente huésped. Y una vez allí también puede servir de molde para reparar segmentos de ADN dañados, o bien puede generar variabilidad si transporta genes nuevos o diferentes variantes génicas.

Ahora seguiremos hablando de virus, pero lo haremos en otra especie, la nuestra.

CAPÍTULO 5

¿Con quién practican sexo los virus?

Los virus son unas entidades biológicas muy peculiares. Fijaos en que decimos «entidades biológicas», no seres vivos, porque se encuentran en el límite de la vida. Durante mucho tiempo ha habido discusiones encarnizadas sobre este tema, y de cuando en cuando aún resurgen, como a principios de 2012, cuando se establecieron las relaciones de parentesco entre un par de familias de virus con un genoma que contiene muchos más genes de los que habitualmente presentan estas entidades, tantos como las bacterias más simples. Típicamente, los virus están formados por una o diversas moléculas de material genético que están envueltas por una cubierta protectora. Y nada más. Decimos que se encuentran en el límite de la vida porque no pueden llevar a cabo ninguna función vital por sí mismos. Incluso para reproducirse necesitan ineludiblemente infectar una célula —la célula huésped—, cuya maquinaria biológica utilizan para hacer copias de sí mismos.

En lo que respecta a su material hereditario, los virus son muy heterogéneos. En todos los seres vivos, desde las bacterias más sencillas hasta los animales más complejos, el material hereditario está formado de ADN. Sin embargo, el material genético de los virus puede estar formado por ADN o, alternativamente, por ARN, una molécula ligeramente diferente que también puede transportar información genética. Hay muchos virus de ARN que nos provocan enfermedades, como los de la gripe, la hepati-

tis B, el papiloma —que, por cierto, se transmite sexualmente— y el herpes, entre otros.

No es que los seres vivos no usen para nada el ARN. Al contrario, lo utilizan todos, y mucho, pero con una finalidad distinta. Tanto las células procariotas como las eucariotas almacenan la información genética en el ADN, en forma de genes, la mayor parte de los cuales contienen la información necesaria para sintetizar una proteína. Pero el ADN no puede dirigir directamente la fabricación de ninguna proteína. Para fabricar la proteína correspondiente, la información contenida en el ADN se transcribe a una molécula intermediaria, precisamente una de ARN, y esta —conocida como ARN mensajero— transporta la información hasta la fábrica celular de proteínas, unos orgánulos denominados ribosomas. Siempre es así.

Cuando un virus de ADN infecta una célula, secuestra directamente la maquinaria molecular del huésped y la utiliza en beneficio propio. Los genes que contiene se transcriben al ARN y este dirige la fabricación de proteínas víricas en los ribosomas del huésped, como por ejemplo las que forman la cubierta protectora del virus y también otras que obligan a la célula infectada a trabajar para él, básicamente copiando su ADN para hacer muchas moléculas idénticas. Una vez se han hecho muchas, se encierran en las nuevas cubiertas protectoras y, finalmente, todos los virus descendientes salen de la célula infectada, listos para infectar a otras. En cambio, los virus de ARN no pueden obrar así, porque la maquinaria celular solo permite copiar moléculas de ADN, pero no de ARN. Sencillamente, si no usaran ninguna argucia no se podrían reproducir. ¿Cómo proceden los virus de ARN para lograr copiarse? Pues practican una especie de sexo con la célula que han infectado.

Para empezar, como su material genético está hecho de ARN, los genes que contienen pueden dirigir por sí mismos la síntesis de proteínas en los ribosomas de la célula infectada. Una de las proteínas que fabrican en primer lugar es una enzima específica que permite realizar el proceso inverso a la

transcripción. Si, como hemos dicho, la transcripción es el paso de información genética del ADN al ARN, esta enzima utiliza la información del ARN vírico para fabricar un ADN que contiene exactamente la misma información. Y, una vez fabricado, para pasar desapercibido dentro de la célula huésped y que esta no lo degrade, el ADN vírico se dirige hacia su genoma y se integra en él. Es decir, se produce una mezcla de genes procedentes de dos fuentes distintas, el virus y la célula huésped. Y esta es, precisamente, la definición biológica de sexo.

Finalmente, una vez integrado el ADN, la maquinaria molecular de la célula comienza a transcribirlo, es decir, a hacer copias en formato ARN, como haría con cualquiera de sus genes. Y estas copias constituyen, directamente, el genoma de los nuevos virus, el cual, una vez encerrado en las nuevas cubiertas protectoras, ya está preparado para salir de la célula infectada e ir en busca de otras.

De hecho, en el genoma de cualquier persona hay muchísimos restos de genomas víricos integrados, generalmente testigos mudos de estos «encuentros sexuales». Decimos que ge-

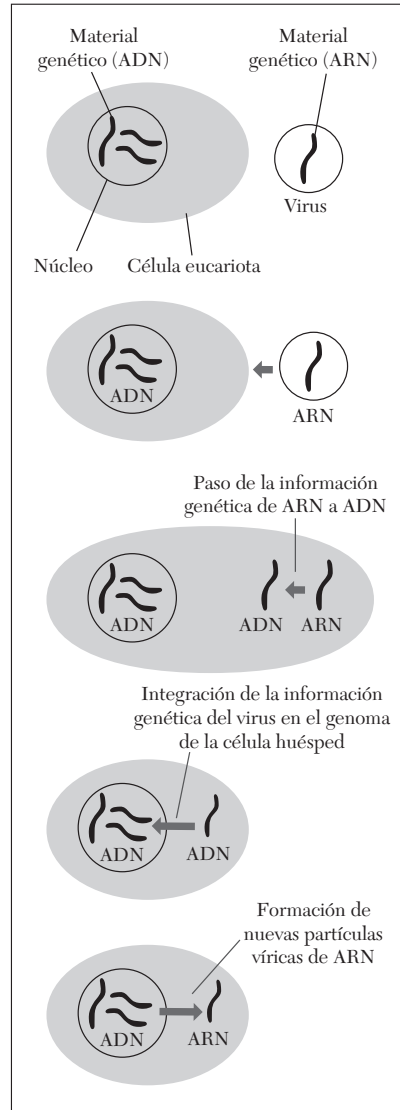


Figura 4. Integración del material genético de un virus de ARN en el genoma de la célula huésped.

neralmente son testigos mudos porque habitualmente están silenciados y pasan desapercibidos, y se van transmitiendo de generación en generación junto con el resto del genoma. Se han encontrado incluso restos de virus que afectan únicamente a algunos primates no humanos y que seguramente se integraron en el genoma de nuestros antepasados, hace millones de años, antes de la divergencia entre los homínidos y el resto de primates. Pero nosotros todavía los conservamos porque los vamos transmitiendo de manera silenciosa de generación en generación, junto con el resto de nuestro genoma.

Con todo, a veces la integración del genoma del virus altera el funcionamiento de algunos genes cercanos de la célula huésped. En algunos casos, estos cambios de funcionamiento pueden haber sido claves para la evolución, como por ejemplo la humana. Pero también pueden hacer que las células afectadas se comporten de forma aberrante. Hay virus, como el del papiloma, que a menudo provocan estas alteraciones, que se traducen, en este caso, en la generación de cáncer de cérvix.