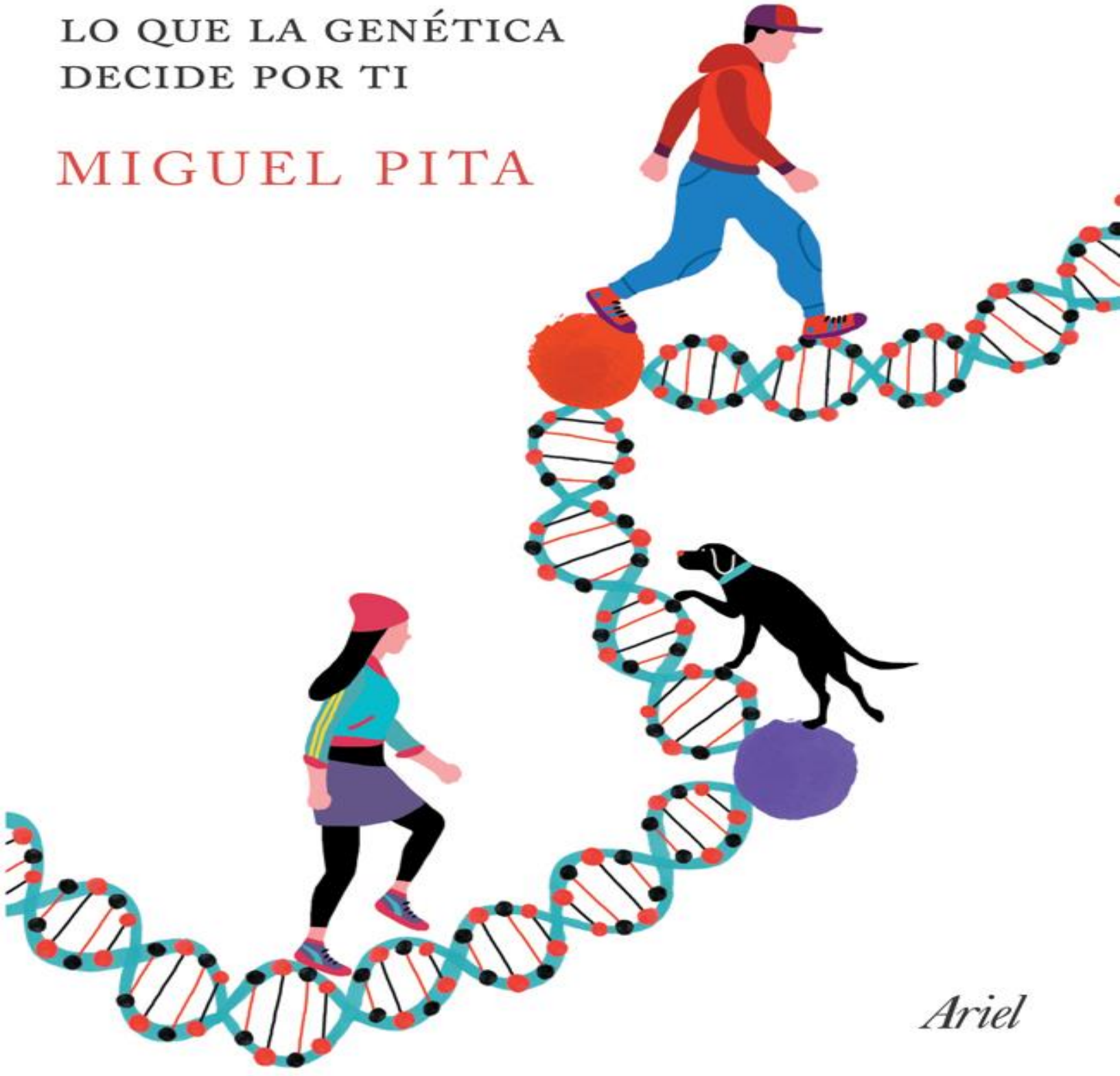
EL ADN DICTADOR

LO QUE LA GENÉTICA DECIDE POR TI

MIGUEL PITA



Ariel

Índice

Portada
Dedicatoria
A modo de introducción
1. El microchip que llevamos dentro
2. La clave de la supervivencia está en la reproducción
3. Somos un tubo empeñado en subsistir
4. ¿Por qué nos gusta lo dulce?
5. El bourinejo y la selección natural
6. La (chorrada de la) supervivencia del más fuerte
7. La vida es una tómbola: la deriva por azar
8. La extinción de los dinosaurios y las setas venenosas
9. La genética tiene sus normas
10. El 2-ADN, la macromolécula que nos configura
11. La mutación es bella
12. La falsa leyenda de las mutaciones a la carta
13. De las pompas con microchip al cáncer
14. Una gota en el océano del tiempo
15. Tendencia al caos, vida extraterrestre y apocalipsis
16. Todos somos parientes, y las plantas, nuestras tías-abuelas
17. Los virus, esos supervivientes a costa ajena
18. Un gen, dos formas: los alelos
19. Orgasmo y menú del día, una singular relación
20. ¿Existe el libre albedrío?
21. La teoría de la tabla rasa
22. Rasgos genéticos, rasgos heredados
23. ¿Qué es genético y qué es cultural?
24. Música heavy y buena puntería
25. ¿Hay un gen de la infidelidad? ¿Y de la homosexualidad?
26. Nuestro cerebro, ese gran exagerado
27. Póngase incómodo/a

28. La reproducción sexual y el origen del comportamiento reproductor
29. Las cifras de la reproducción
30. La crianza de los hijos y la monogamia
31. ¿Es importante elegir bien?
32. El primer requisito de la pareja perfecta
33. El segundo requisito de la pareja perfecta
34. Somos una especie moldeable
35. Una vuelta de tuerca reproductiva más
36. Esa locura llamada amor
37. Religión y miedo a la muerte
38. Otros comportamientos inconscientes
39. Dos años más tarde
40. Dos años más tarde (alternativo)
Epílogo
Glosario
Agradecimientos
Notas
Créditos

Gracias por adquirir este eBook

Visita **Planetadelibros.com** y descubre una
nueva forma de disfrutar de la lectura

¡Regístrate y accede a contenidos exclusivos!

Primeros capítulos
Fragmentos de próximas publicaciones
Clubs de lectura con los autores
Concursos, sorteos y promociones
Participa en presentaciones de libros

PlanetadeLibros

Comparte tu opinión en la ficha del libro
y en nuestras redes sociales:

Explora **Descubre** **Comparte**

A María,
Con quien he compartido
las más entretenidas conversaciones
sobre genética y evolución.

A mi abuela Pilar y a mi tía abuela Lola,
que representan la particular pasión científica
de mi familia, que tanto admiro y agradezco.

A MODO DE INTRODUCCIÓN

Cromosomas, genética, genes, genotipo, mutaciones... Palabras que hasta hace un siglo nos resultaban desconocidas y que hoy sabemos que expresan realidades que afectan a nuestra vida de una forma intensa. Realidades que influyen, y de qué manera, en nuestro día a día, y que nos llevan a plantearnos ciertas preguntas: ¿somos una página en blanco susceptible de ser escrita desde el principio o nuestro futuro ya está escrito en los genes? ¿Existe el determinismo biológico? ¿Nacemos o nos hacemos? ¿Mi herencia genética me determina? Mi altura, mi inteligencia, el color de mis ojos, mi tendencia a la felicidad, o a la depresión... ¿Vienen ya *de serie*? ¿La longevidad es hereditaria? ¿Y la infidelidad? ¿Están en mis genes ya marcadas las enfermedades graves que padeceré? ¿Puedo luchar contra eso, o al menos prevenirlo? ¿Es nuestro ADN una especie de dictador que nos impone desde que nacemos unas pautas? Y, ante todo ello, podemos plantearnos cuestiones incluso más trascendentes, como por ejemplo hasta qué punto somos libres.

Este es un libro que trata de responder a algunas de esas preguntas, unas preguntas que todos nos hemos hecho al menos alguna vez. Un libro pensado para lectores inquietos que necesitan respuestas con un lenguaje comprensible, cercano, simplificado para hacerlo digerible, no pensado para especialistas. En estas páginas hablaremos del papel determinante de la carga genética, de hasta qué punto nuestros genes son esos diminutos dictadores que nos marcan, pero también de la importancia crucial del entorno. Porque nuestros genes nos condicionan, muy cierto, pero no es menos cierto que esas potencialidades —en positivo o en negativo— se verán maximizadas o minimizadas en función del aprendizaje, del

entorno, de las circunstancias vitales y las decisiones que tome cada cual a lo largo de su vida. El ambiente, la alimentación, la cultura, el deporte, el estrés, el tabaco, el alcohol o las drogas, la vida interior y la espiritualidad... Todo eso influye y moldea la expresión de nuestra carga genética. Estamos conformados por los genes heredados de nuestros ancestros, pero es el ambiente en el que vivimos, nuestra forma de vida, lo que posibilita que algunos genes se expresen y otros no, y en qué medida. Por tanto, hay determinismo pero también hay margen de actuación.

Y es que los seres humanos somos redes complejas, y nuestras características personales dependen de los genes, que son una especie de instrucciones, de mapa, pero también de la interacción constante de los millones de células que forman nuestro cuerpo con el entorno en que vivimos. Todo ello provoca reacciones y modula la expresión de nuestros genes, lo cual lleva a concluir que lo uno y lo otro son complementarios y que los seres humanos tenemos la posibilidad de influir en ese manual de instrucciones con que la genética nos lanza al mundo.

Amigo lector, te invito a que te adentres en estas páginas en busca de algunas respuestas. Para ello, he imaginado a un personaje, Ale, que podrías ser tú o yo mismo en un día cualquiera, y con quien caminaremos desde la mañana a la noche, observando cómo la genética y el entorno condicionan e influyen en sus decisiones. Cada momento, cada gesto cotidiano, nos servirá para comentar diversos aspectos de nuestra biología y sus efectos, en una miscelánea temática articulada de forma fluida, espontánea. También reflexionaremos con Ale en torno a cuestiones cotidianas relacionadas con la genética y nos haremos, y trataremos de contestar, esas preguntas planteadas al principio de estas líneas. Para conocer, actuar y, sobre todo, tener claro que somos un maravilloso y complejo sistema en equilibrio, condicionado por la herencia pero también por nuestras propias opciones vitales.

1

EL MICROCHIP QUE LLEVAMOS DENTRO



¿Somos por completo dueños de nuestro destino, o estamos condicionados desde que fuimos concebidos por nuestros padres? ¿Estamos sometidos al designio de nuestros pequeños dictadores, los genes?¿Nacemos o nos hacemos? Somos genética y somos entorno, todo a la vez, y conocer cómo y por qué nos afecta cada una de esas realidades es una labor sumamente sugerente y, además, muy útil.

El personaje principal de esta historia se llama Ale. Pero podría llamarse Nico, José o Pablo. Paula, Marta o María. Porque ese personaje podrías ser tú, lector, o yo mismo, cualquiera de nosotros. Ale es una persona cuya vida se ve condicionada por su carga genética, por la herencia de sus ancestros, depositada en sus genes. Por supuesto que nosotros, seres humanos, podemos en parte moldear esos condicionantes, o al menos intentarlo. Pero ahí están, y vamos a conocerlos.

Hoy no es un día cualquiera para Ale, y es muy consciente de ello. Es su primer pensamiento al levantarse. Lleva tiempo esperando este día. Cuando acabe su jornada de trabajo tendrá una cita con su pareja en el restaurante de las grandes ocasiones. Es un lugar con mucho simbolismo y casi mágico en su relación. Allí han celebrado buenas noticias, un ascenso, un aprobado o cualquier otra alegría, aunque a veces han tenido que ir a reponerse de un contratiempo o combatir una pena. Sin embargo, hoy, aunque hace días que no se ven, no se va a celebrar nada; hoy Ale tiene que hablar con su pareja para comunicarle una decisión, algo que lleva meses pensando. Una noticia importante. Y será esta noche.

El asunto ocupa su mente desde hace días, semanas incluso, porque va a condicionar el futuro de ambos. Le obsesiona, llena cada momento, no puede pensar en otra cosa. Y hoy ha decidido decírselo. Pero todavía faltan unas catorce horas. Ahora es temprano y Ale se acaba de levantar. Ha salido el sol a las 6.40. Su luz ya viaja hasta la Tierra y golpea las hojas de las plantas del salón. Está empezando la jornada, y la ansiedad que siente Ale le hace saber que el día se le va a hacer largo. Piensa en el paso del tiempo, en cómo a veces corre deprisa y a veces despacio. Le gustaría que el tiempo volase ahora mismo, porque desde el instante en que se

decidió a hablar con su pareja, los días, las horas, se han ralentizado como si algún relojero macabro quisiese hacer que se replantease su decisión.

Mira a su perro, completamente ajeno a la importancia que tiene este día. Pero Ale, como su mascota, no es demasiado consciente de algo que le ocurre cada día desde que nació. No sabe el gran secreto que alberga. No es consciente de las motivaciones secretas de su biología, que son las que te voy a contar yo, aunque no te conozco de nada. Al menos no te conozco más que al resto de los humanos.

Porque lo único cierto es que eres, que somos, un conjunto de *pompas* con un *microchip* dentro, y a menudo no percibimos la importancia que reviste esa realidad en nuestra vida. Cómo puede condicionar nuestro físico y nuestra mente. Cómo puede resultar clave en nuestras decisiones y en nuestro destino. Porque ni tú, ni yo, ni nadie somos realmente conscientes de que solo vemos una pequeña parte de lo que está pasando de verdad a nuestro alrededor y en nuestro interior. No nos damos cuenta de que nuestro diseño de serie, aquel con el que nacemos, nos marca de uno u otro modo. Sí, nuestros genes nos condicionan, dictan parte de nuestras decisiones. Cómo somos y qué hacemos. Influyen en las enfermedades que padeceremos a lo largo de nuestra vida y en las que podremos esquivar. En nuestros hijos y nietos, si los tenemos. En nuestro presente y en nuestro futuro. En tantas facetas de nuestra realidad.

Sabemos que estamos *fabricados* de acuerdo con un diseño preciso definido por nuestra genética. También sabemos que una vez que ya estamos *construidos*, somos *liberados*, es decir: en esta (aparente) emancipación, elegimos nuestro camino en la vida. Pero esta autonomía es solamente parcial. Quizá pienses que es total. O quizá pienses que, si no es total, lo es al 90 por ciento. Los porcentajes no importan. Porque lo importante es que la naturaleza deposita en nuestro *software* unos planes secretos que perseguimos cumplir ciegamente sin la sensación consciente de hacerlo,

pensando que somos libres. Hay una parte de nosotros que se nos impone: es lo que hace nuestro ADN dictador. Nos hace creer que nos deja hacer lo que queremos, y en parte es cierto, mientras cumplamos su plan. Como si la naturaleza fuese un personaje maligno de una película y el individuo fuera un pobre inocente, al que se libera con un microchip secreto injertado que le obligará en un determinado momento a cumplir una misión. Somos libres, sí, pero tenemos una misión que cumplir. Es una misión complicada y todavía no te la voy a revelar.

La naturaleza no es nadie, por eso es extraño que haya podido tomar decisiones. En realidad llevamos accidentalmente el microchip que nos guía, por avatares de la vida. Ese microchip es el ADN, y la explicación de cómo se ha llegado a esta situación tiene un nombre conocido: evolución. Y eso incluso nuestro perro lo ha vivido, aunque él no pueda entenderlo. A nosotros nos cuesta comprenderlo porque va en contra de nuestra intuición, pero él ni siquiera puede soñar con hacerlo. En este momento Ale se dirige a la cocina junto con Canelo, que también tiene hambre y, con su habitual optimismo, aspira a recibir un buen desayuno. El perro de Ale no sabe que come porque necesita obtener una molécula llamada ATP, necesaria para nutrir sus funciones vitales; él simplemente siente hambre y se apacigua comiendo. Después de comer bebe, pero no bebe porque sepa que necesita el agua para mantener el equilibrio salino y transportar los nutrientes (entre otras cosas): lo hace porque siente sed. Como tú. Sin embargo, el *Homo sapiens* tiene una ventaja sobre el *Canis familiaris*: es el único animal que tiene la capacidad de estudiar por qué hace lo que hace. No le hace falta para vivir, pero resulta mucho más entretenido saberlo. Quizá te gustaría saber ya qué es lo que te va a obligar a hacer el microchip que te ha implantado la naturaleza. Tiempo habrá para contártelo.

Ale se dirige al cuarto de baño y se mira en el espejo. Ve su cara, la parte del cuerpo que mejor nos representa. Si mirase cinco hígados colocados en una bandeja, no podría distinguir cuál es el suyo, pero su cara es su identidad. Mirándonos al espejo no somos

conscientes, y resulta complicado creerlo: somos, simple y llanamente, un conjunto de células interconectadas. Ni más ni menos. Todos y cada uno de los humanos tenemos la sensación inmutable de ser el que aparece en nuestro DNI, ese nombre por el que todos nos llaman desde que nacimos (o incluso antes). Nadie termina de aceptar que en realidad es un animal hecho de billones de células y, lo que es aún *peor*, no es más que física y química ocurriendo aquí y ahora, y además por poco tiempo. A casi todos nos lo han hecho estudiar o lo hemos escuchado, pero es una de esas ideas que parece lejana, incluso ajena, algo que les pasa solo a los demás. Estamos engañados por nuestra naturaleza, y además dulcemente socializados, y no seré yo quien lo critique, porque reconocerse y actuar como un conjunto de células y moléculas no es la mejor actitud cuando uno tiene que pasarse la jornada tecleando las cifras de contabilidad en una hoja Excel. Sin embargo, llegar a entender lo que realmente somos puede ayudarnos más que un psicólogo o hacer pilates y *running* juntos. Y además es muy entretenido. ¿Me acompañas?

2

LA CLAVE DE LA SUPERVIVENCIA ESTÁ EN LA REPRODUCCIÓN



Nuestra capacidad para reproducirnos es la clave de la vida, la verdadera misión de ese conjunto de células ultracoordinadas que somos los seres vivos. Y nuestra reproducción es variada en sus formas, es pura vida.

Ale se mete bajo la ducha y frota su piel. No puede dejar de anticipar las posibles reacciones de su pareja cuando le hable de su decisión. Lo ha meditado mucho y piensa que es lo mejor para los dos. Mientras se lava y su cabeza no para de dar vueltas, millones de células de la piel se van descamando al contacto con la esponja. Tanto los todopoderosos representantes del consejo de administración de la multinacional en la que trabaja Ale como la más vil de las cucarachas, pasando por todos y cada uno de nosotros, estamos constituidos por conjuntos de células que realizan constantemente importantes reacciones químicas sincronizadas que hacen posible nuestra existencia, procesos biológicos que alumbran la vida, que la renuevan. Cada una de esas células es la unidad mínima autónoma de la vida. De hecho, hay seres vivos que no son más que una sola célula —así ocurre, por ejemplo, con las bacterias— y les va muy bien, en términos de **supervivencia** y **reproducción**, desde hace millones de años, generación tras generación.[1]

Pues bien, aquí radica la clave de la supervivencia, la garantía de la continuidad de la vida: en la capacidad de reproducirse, de generar nuevos individuos, sean estos simples células u organismos mucho más complejos, como los animales o las plantas. Porque sin reproducción, la vida llegaría a su fin. En la vida todo gira en torno a la supervivencia y a la reproducción, y a lo que haga esa unidad mínima que es la célula, o un montón de ellas interaccionando de manera coordinada para formar un cuerpo. Cada célula, en su autonomía, tiene una membrana que la aísla del exterior inmediato. Dentro tiene toda la maquinaria necesaria para realizar las funciones vitales que tiene asignadas, y, en lo más profundo de su interior, dispone de un compartimento (el núcleo) donde se encierra el ADN,

el Gran Jefe, el microchip que *nos maneja* con sus propios objetivos, esa molécula que tanta confusión crea en manos de ciertos reporteros indocumentados.

Cada una de nuestros 30 billones de células tiene una copia completa e idéntica de nuestra molécula de ADN personal, nuestro libro de instrucciones o receta particular. Tu ADN es muy parecido al de tu familia, y algo menos al de todos los miembros de nuestra especie, pero no hay dos idénticos, salvo en los gemelos monocigóticos.[2] Todas y cada una de tus células partieron de una única que se originó al juntar un espermatozoide de tu padre con un óvulo de tu madre. Así apareció la primera célula de Ale que empezó a sacar copias incansablemente hasta tener esos billones que dan lugar al cuerpo que ahora observa en el espejo empañado.

Tus células se agrupan formando distintos tejidos, que son conjuntos que desarrollan la misma función (por ejemplo células de hígado, o células de piel). Para poder tener la misma especialidad, las células deben leer el mismo capítulo del libro de instrucciones que es el ADN. El capítulo que leyeron las células musculares que dan movimiento a la esponja con la que se frota Ale es distinto del que utilizaron sus neuronas, que ahora mismo parecen solo pensar en su cita de esta noche. Aunque todas las células tienen el ejemplar completo en el núcleo, como si todas tuviesen un periódico completo en su interior, unas leen la sección de deportes y otras las de economía. Todas las células que fabrican el pulmón que ahora lanza un suspiro eran, antes de especializarse, iguales a las que fabrican los ojos o el hígado, pero cada una leyó en su día una parte del manual (del ADN) y se diferenció o especializó para siempre, sin vuelta atrás.

Este conjunto de tejidos coordinados como un sistema integral forma un organismo: un jefe que controla la hora de llegada, un vecino que oye la radio por las mañanas, un perro, una rata, una azalea... Ale, tú o yo mismo. De la coordinación de nuestros tejidos se encargan unas moléculas muy famosas llamadas hormonas. Somos una especie de grandes almacenes en los que cuando es

hora de salir corriendo hay que informar al departamento que se encarga de la digestión de que se detenga. O de que cuando es hora de crecer unos centímetros, se tienen que enterar todas las partes del cuerpo. En ese momento, como cualquier día, distintas hormonas recorren y coordinan tu cuerpo; ahora mismo, Ale ha liberado de sus glándulas adrenales un poco de adrenalina, responsable del pequeño pico de excitación nerviosa que vive hoy desde tan temprano, pensando en su cita de esta noche.

Reproducción aburrida, reproducción divertida

En resumen, lo que realmente somos es un conjunto de células coordinadas. Y nuestra finalidad en la vida, aparte de tener que pagar puntualmente la renta y compartir la cena de Nochebuena con nuestro fantástico cuñado, es evitar la desincronización y el colapso de nuestros procesos químicos, algo a lo que llamamos habitualmente sobrevivir. Para lo cual, además, tenemos que reproducirnos, porque así pasamos el testigo antes de que la cosa se ponga realmente fea y desaparezcamos. Como seres vivos que somos, estamos constituidos por células y somos susceptibles de reproducirnos. Es importante esta definición: lo que nos hace seres vivos (frente a los seres inertes, como las piedras) es que nos reproducimos. Para más detalle, estamos permanentemente reproduciéndonos, aunque sea a distintos niveles.

La forma más elemental es la reproducción *aburrida*. Mientras estabas duchándote hoy por la mañana te has reproducido y ni te has dado cuenta. Las células que nos constituyen se renuevan, es decir, se dividen, se reproducen, a todas horas. Tanto es así que entre los aproximadamente 30 billones de células que tienes mientras lees este libro no queda ya ni una de las que te formaban cuando aprendiste a hablar.[3] Las células se están dividiendo y dando

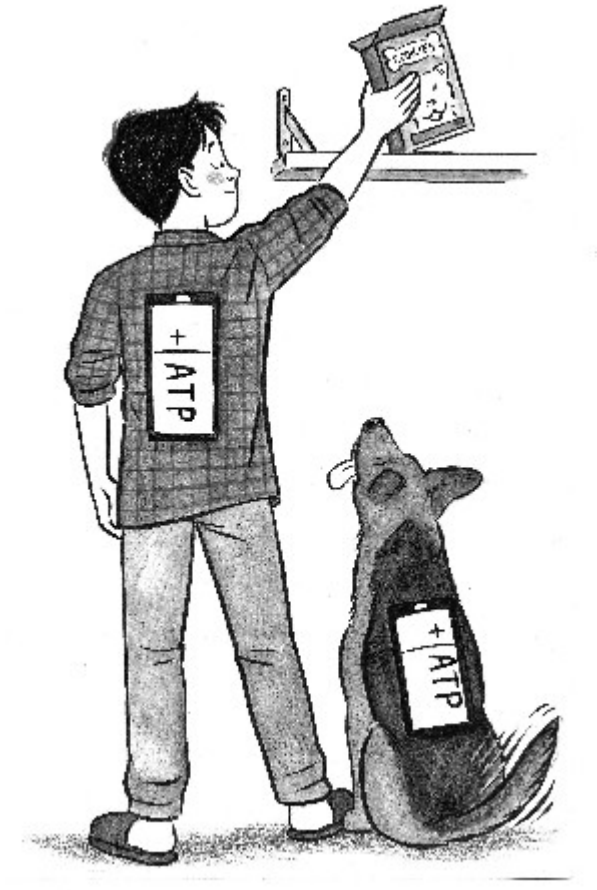
lugar a nuevas células permanentemente, al fin y al cabo eso es reproducirse: dar lugar a una célula a partir de otra, o lo que es lo mismo, reproducción constante.

Otro asunto es la reproducción *divertida*: en ocasiones, una de nuestras células (más bien media, un espermatozoide o un óvulo) se junta con otra media de otro/a individuo/a, formando una célula entera. A esta circunstancia es a la que normalmente llamamos estrictamente la reproducción, porque implica a dos individuos, algunas dificultades y probablemente cierta diversión.

La reproducción es la clave de la vida, porque, si todos los seres hoy en día vivos decidiesen no reproducirse, la vida desaparecería definitivamente, y en pocos años no quedaría una sola célula en todo el planeta. Por eso es fundamental que al menos una parte de los seres vivos asuman la responsabilidad y mantengan en marcha el proceso de la vida. Y para ello, la naturaleza nos ha dotado a todos de un conjunto de mecanismos que ayudan a perseguir consciente e inconscientemente el reto, un conjunto de mecanismos articulados por el microchip que llevamos dentro.

3

SOMOS UN TUBO EMPEÑADO EN SUBSISTIR



Somos el resultado de nuestra carga genética y de nuestro entorno, somos un conjunto de millones de células empeñadas en reproducirse hasta el final, somos vida. Pero para eso necesitamos energía, necesitamos carbono, ATP. Y encontrarlo es cumplir una misión marcada en nuestros genes, porque nos va en ello la subsistencia, la supervivencia.

Mientras Ale se viste, todavía cavilando acerca de la conversación que tendrá con su pareja por la noche, su perro le mira fijamente; es su forma educada de pedirle desayuno y paseo. Ale le devuelve la mirada y se detiene en sus ojos marrones y en sus patas inquietas, y piensa que nosotros, los seres humanos, además de abogados y arquitectos, también somos animales. En su estado de adormilamiento, Ale divaga, y hoy le ha llamado la atención cómo, bajo muchos puntos de vista, somos muy parecidos a los perros: estamos hechos de células y de tejidos (pulmonar, hepático, sanguíneo, nervioso…), y más obviamente compartimos extremidades, ojos, boca, comemos, nos reproducimos, respiramos, defecamos o morimos. Esta semejanza entre las distintas especies sobre la que reflexiona mientras se abrocha un botón sugirió ya hace siglos la interesante idea de la evolución y del origen común, a pesar de que a lo largo de la historia no todas las personas han tenido la misma facilidad para reconocer su parecido con las ratas. Por supuesto, las plantas y los hongos también están constituidos por células que forman tejidos, aunque distintos de los nuestros. Son simplemente parientes lejanos, como todas esas bacterias que pueblan charcas, géiseres o los mismísimos polos. De hecho, los parecidos entre especies no son únicamente fisionómicos, sino también químicos: para sobrevivir, todos gastamos energía mediante parecidísimos procesos metabólicos, y todos tenemos un ADN que ejerce su mando de la misma manera, seas bacteria, planta, hongo o futbolista de éxito.

Ale entra en la cocina y prepara el desayuno a cámara lenta, casi ceremoniosamente, como corresponde a su estado de somnolencia. Premia la paciencia de Canelo con unas galletitas en forma de hueso que alguna vez ha probado. La primera tostada le reconforta y después del primer sorbo de café ya empieza a tener fuerzas para afrontar la jornada. Al igual que Ale y su perro, o que tú

y tu gato, todos los seres vivos necesitamos gastar energía para seguir viviendo, porque las células consiguen llevar a cabo sus funciones físico-químicas específicas consumiendo considerables cantidades de energía. La emplean para mantener funcionando el metabolismo: para que el cerebro siga pensando; para que el cuerpo siga expulsando los elementos tóxicos que se generan en la combustión de la comida; para mover piernas y brazos; para encontrar pareja; para poder teclear en el portátil, y para poder dar botes en los conciertos de Loquillo.

Y es que en el fondo todos los animales somos un tubo, un simple tubo: gusanos, gambas, arañas, peces, perros, jirafas, monos... Por un extremo (la boca) metemos moléculas que nos aportan energía y por el otro extremo (el ano) devolvemos lo que no sabemos aprovechar. Empleamos lo que entra por el lado limpio para mantener viva la carne que rodea al tubo. Si nos pusiéramos poéticos, podríamos decir que somos un tubo empeñado en subsistir. Ale mira a su perro y de repente lo ve como un tubo hueco con carne alrededor que corretea para conseguir comida, se da cuenta de que no es más que eso, pero enseguida el ruido de la tostadora expulsando el pan rompe bruscamente su reflexión.

Todos los seres vivos necesitamos energía, tanto las bacterias como los hongos, las plantas o los animales… Todo ente susceptible de reproducirse, aunque no tenga DNI, debe buscarse la vida para obtener una cantidad de energía tal que le permita seguir viviendo, porque estar vivo es como tener la luz siempre encendida: gasta. Y nuestro ADN dictador nos hace velar por nuestra supervivencia, algo que hacemos de manera instintiva, sin apenas darnos cuenta.

Lo sorprendente es que todos los seres vivos la obtenemos de la misma forma. Bacterias, hongos, plantas y animales extraemos energía a base de «romper» moléculas que llevan carbono, por explicarlo de forma resumida. Esa rotura produce una energía que somos hábilmente capaces de emplear en forma de una molécula que se llama Adenosín Trifosfato, o ATP. Gastamos ATP

constantemente pero a distintas tasas en las diversas células de nuestro organismo: a ratos muy intensamente, a ratos menos; a veces prácticamente solo en el cerebro, a veces en todas partes.

A pesar de que podrían haber existido millones de posibles formas alternativas, todos los seres vivos utilizamos la misma fuente de energía y la procesamos del mismo modo. En la naturaleza no existe otra manera de funcionar que destrozando moléculas cargadas de carbono para poder gastar ATP. No existen seres vivos que utilicen para su supervivencia otros compuestos, a pesar de que la tabla periódica de elementos es muy grande, como seguro recuerda todo aquel que haya tenido que aprendérsela. Es decir, los seres vivos no somos comedores de moléculas con hierro, ni con plomo, ni con estaño, ni con cobre, ni con lutecio, ni con tecnecio, etcétera.[1] Ni siquiera moléculas con silicio, a pesar de que sus propiedades químicas son casi idénticas a las del carbono, y de que resultaría muy práctico porque nos evitaría acumular ordenadores e impresoras viejas.

Los seres vivos somos consumidores de carbono, sin otra explicación más allá de que mantenemos fidelidad al elemento con el que todo empezó. Todos comemos *lo mismo* porque tenemos un origen común,[2] porque todos somos descendientes de unos seres que aprendieron a obtener energía de una forma concreta.

Total, que los seres vivos usamos ATP como divisa de la energía y necesitamos conseguir compuestos de carbono a los que romper esos enlaces químicos que liberan la energía que él almacena, para después poder gastar ATP llevando a cabo las tareas de nuestra existencia: caminar, sobrevivir, reproducirnos.

El gran reto para los seres vivos es, por tanto, conseguir estos compuestos de carbono energéticos. Ale acaba de conseguirlo de sus tostadas, el perro de sus galletas de pienso y las plantas de tu cuarto de estar lo están obteniendo del ambiente usando hábilmente el CO_2 de la atmósfera y la energía del sol con su famosa fotosíntesis. Ya tienen ATP para un rato. Porque las plantas hacen todo de una forma un poco distinta, aunque son también un tubo

que gasta ATP. Son otro diseño, menos parecido a una manguera y más parecido a un ascensor, pero no dejan de ser un tubo rodeado de células. Lo realmente diferente de las plantas es que ellas no necesitan corretear para conseguir comida. Si tu perro tiene patas es porque es un tubo que necesita desplazarse para buscar compuestos de carbono. Las plantas solo tienen que ponerse al sol, y podríamos decir que ésa es la principal razón por la que no necesitan patas (ni ojos), lo cual dificulta un poco empatizar con ellas.

4

¿POR QUÉ NOS GUSTA LO DULCE?



Nos alimentamos para subsistir, para obtener la energía que necesitamos para reproducirnos, y proveerse de comida supone una obligación para cualquier ser humano. Pero de entre todos los sabores que la naturaleza pone a nuestra disposición, hay uno que nos gusta especialmente: el dulce.

La búsqueda y selección de alimentación, dos necesidades muy serias, están incorporadas a la parte innata y genética de los individuos. La alimentación es un proceso demasiado serio para dejarlo en manos de progenitores o educadores, al igual que la respiración, por ejemplo, y tantos otros mecanismos cuyo control en todos los animales pertenece a la parte instintiva, irracional, innata... es decir, la que está determinada genéticamente, o al menos en gran parte.

Podemos inferir que en algún momento de la historia de la vida (mucho antes de la existencia de la vida terrestre, sin duda), de entre los individuos de las especies que entonces existían, aquellos que nacieron con alguna característica fisiológica que se tradujese en un fuerte instinto y habilidad para buscar e ingerir alimento dejaron más descendientes que aquellos que apenas sentían hambre y que, como consecuencia, se debilitaban más fácilmente sin que les saltasen las alarmas. Por supuesto, si alguna vez existió un ser sin interés alguno por la comida no debió de durar ni una generación, desaparecería mucho antes de dejar esa posible descendencia inapetente como él, y desde luego los seres que ahora poblamos el planeta no somos descendientes suyos. Comer es más importante que ser capaz de ver, por ejemplo. El instinto de alimentación surgió antes que la vista (de hecho, el olfato también); hay seres vivos sueltos por este planeta capaces de encontrar alimento quimiotácticamente con poco más que una antena o un pelo de bigote, pero no hay seres vivos (ni bacterias, ni hongos, ni plantas, ni animales) que no ingieran o capten energía.

Ale ya ha desayunado, y esas tostadas que con tanto placer se ha comido han dotado a su cuerpo de ATP, o lo que es lo mismo: energía para seguir funcionando. Pero mucho antes de que el intestino absorba los nutrientes y empiece la síntesis de ATP, su cerebro ya estaba opinando sobre el desayuno, igual que lo hace el

nuestro cada mañana. Porque desde el momento en que el olfato capta el olor y la lengua contacta con el alimento, nuestro cerebro empieza a realizar una tarea que no tiene ninguna relación aparente con la obtención de energía: la de decidir si nos gusta o no lo que ingerimos.

Ale ha acabado el desayuno y, mientras guarda la leche en la nevera, detecta un olor desagradable, probablemente un filete que está empezando a pudrirse. Unas náuseas incontenibles empiezan a subirle hacia la boca. Lo localiza y aísla, pero en vez de tirarlo decide que esa va a ser la cena de su perro, que sigue todo el proceso con verdadero interés. Comprueba que el hedor no se ha transmitido a otros alimentos de la nevera, afortunadamente, porque tiene un pedazo de pastel ruso sobrante de la comida familiar de ayer que guarda para darse un pequeño homenaje en algún momento especial. Le encanta ese pastel, y no entiende por qué otras personas no lo adoran por igual. En cualquier conversación sobre comida siempre aparece alguien a quien no le gustan los dulces, aunque no es el caso de Ale.

Y es que creo que podemos decir sin exagerar que a los miembros de la especie humana nos gustan los postres. Al menos es indiscutible que nos gusta el sabor dulce más que, por ejemplo, el sabor de un producto podrido, o que el sabor del óxido. Esto es así porque al entrar en contacto con lo ingerido, la lengua manda una señal eléctrica al cerebro, que las neuronas procesan y evalúan emitiendo un veredicto. El recorrido de forma simplificada es el siguiente: la lengua envía una señal al centro de procesado de nuestro cerebro, al juez, y ahí se decide si activar una segunda región de nuestro cerebro y producir placer, o activar otra distinta y generar rechazo. Es decir, se dicta el veredicto. Cuando ingerimos miel, el cerebro envía un chispazo a un centro de placer, porque tiene catalogada como positiva la señal que produce ese alimento. Veredicto: placer. En el cerebro de los individuos de nuestra especie, el sabor a podrido está catalogado como rechazable, y este órgano valora negativamente la señal que le llega cuando entramos en

contacto con un producto putrefacto. Muy simple, casi como el funcionamiento de un semáforo. Dulce: verde. Podrido: rojo. Y así lo predispone nuestra genética.

Pero podemos plantear una situación hipotética alternativa. De acuerdo con el funcionamiento de este proceso, podría existir una persona cuyo cerebro tuviese catalogado el sabor de los alimentos podridos favorablemente y no tuviera sensaciones desagradables al ingerir productos en descomposición. Sencillamente este individuo tendría las neuronas *desordenadas*, enlazadas en distinta disposición que el resto de nosotros. Le llegaría la información de la lengua al probar comida podrida y sentiría placer. Semáforo en verde. Dado que esto resultaría posible, entonces ¿por qué no vemos a nuestro alrededor personas que disfruten comiendo alimentos podridos? La respuesta está en el tiempo pasado. Porque existe la posibilidad de que en el algún momento existiera gente así (y de que la vuelva a haber en el futuro), pero siempre habrá pocos y durarán poco tiempo... porque aunque se comiesen el filete sin sentir náuseas, aunque les gustase y sintiesen placer, no les sentaría muy bien. El cerebro de estos individuos podría hacer que un producto putrefacto no les pareciera asqueroso, pero no puede convertirlo en sano. El cerebro decide lo que nos gusta, pero lo sano o insano no es una cuestión de gusto, depende de que sea bueno o tóxico para las células. Lo mejor es el cerebro elija como sabroso lo que es favorable y no es tóxico. Sin embargo, la vida no la diseñó un ingeniero, ni un chef.

Por suerte, el sabor que detectan nuestros sentidos y que nuestro cerebro procesa como «favorable» o «me gusta» aparece asociado, en la casi totalidad de cerebros, a la ingesta de productos que, metabolizados por nuestro cuerpo, nos sientan bien y proporcionan energía. De alimentos que sirven para obtener ATP. Son productos que por sus características químicas se relacionan bien con nuestro organismo, y que además nutren y benefician a nuestras células. Por el contrario, los productos con sabor podrido u oxidado no nos sientan bien. Son tóxicos para nuestras células. De

hecho, muchos de los productos y materiales que producen sabores rechazables para nuestro sentido del gusto pueden interferir en nuestros procesos fisiológicos y metabólicos produciéndonos incluso la muerte.

Por este motivo, es probable que si existiese (o si existió, o llegara a existir) ese individuo cuyo cerebro catalogase como favorable el sabor a podrido (o a cañería oxidada, por ejemplo), y repitiese habitualmente la ingestión de tan *suculento* manjar, semejante excéntrico dejaría pocos hijos. Este individuo o bien moriría por intoxicación, o bien no obtendría energía suficiente a partir de la comida descompuesta para seguir adelante y lograr reproducirse (requisito indispensable para que puedan nacer otros seres parecidos a él mismo). Porque aunque su cerebro catalogase como delicioso lo podrido, las células de su organismo seguirían sufriendo las nefastas consecuencias de la ingesta. Mientras tanto, el individuo que come productos en perfecto estado que le nutren y aportan energía, tiene como consecuencia directa más probabilidades de sobrevivir, lo que conlleva más probabilidades de reproducirse y de dejar descendencia, porque sus células sí estarán sanas y operativas.

«Dulce» es una de las muchas etiquetas positivas que el cerebro adjudica para invitarnos a que repitamos de ese alimento, a que volvamos a buscar ese placer. A un buen filete también le da una etiqueta apetitosa, aunque no sea dulce. El humo de los filetes en la sartén posee un olor que nos parece atractivo; sin embargo, el plástico, al quemarse, libera un humo muy poco apetecible. Porque los cerebros que en el pasado han puesto etiquetas favorables a alimentos sanos han conseguido que sus dueños estén bien alimentados. Pero el cerebro no comprueba la calidad de los productos, ni sabe detectar si un alimento tiene ATP. Simplemente viene fabricado de serie para opinar si le gusta o no. En algún momento del pasado pudo haber individuos con cerebros que le decían a su dueño que el mármol sabía dulce, invitando a repetir de ese alimento. Pero estos curiosos individuos estarían peor

alimentados que los portadores de cerebros que opinaban que el melocotón sabe dulce. En este panorama no es difícil intuir que tendrían más hijos los comedores de melocotones que los de mármol. Además, como ocurre que los hijos se parecen en su fisiología a los padres porque *se fabrican* a partir de ellos, generación tras generación los comedores de melocotones se volverían mayoría. Así, cada vez habría más individuos en los que la opinión del cerebro, que es el que manda, estaría en consonancia con la opinión de su fisiología, hasta llegar a la desaparición total de los malnutridos. Si hoy en día no vemos a nadie que coma mármol es porque todos somos descendientes de gente con un cerebro al que le gustaban otras cosas más sanas y que por ello vieron aumentadas las probabilidades de reproducirse. Si hubo (o vuelve a haber) alguna vez humanos cuyo cerebro y sentido del gusto los condujeran a preferir la carne en mal estado al pan o a los melocotones, les fue demasiado mal y se extinguieron (y si reaparecen, se volverán a extinguir).

Esta situación es un ejemplo de **selección natural**, proceso fundamental (pero no único) de la evolución. De acuerdo con el caso hipotético planteado, se habría seleccionado a favor el individuo cuyo cerebro prefiere la miel o el melocotón frente a los individuos que prefieren mármol o carroña, que se habrían seleccionado en contra porque *tratan mal* a sus células y apenas tienen fuerzas para ponerse en pie.[1] De forma análoga y mucho más elemental, como comentábamos al principio del capítulo, podemos suponer que muy temprano en la historia de la vida se seleccionaron a favor los individuos que poseían un fuerte instinto y habilidad para buscar e ingerir alimentos frente a los que no lo poseían y no se alimentaban adecuadamente. Los primeros dejaron más descendientes, y de esa estirpe procedemos todos los seres vivos que existimos hoy en día.

Lo interesante de la evolución es que de manera azarosa las células han conseguido indirectamente que el cerebro elija lo que a ellas les gusta. Por eso se emplea el término *relojero ciego* para describir la selección natural: porque permite observar logros

ingeniosos y habilidosos a los que no se llega de forma premeditada ni por supuesto de forma consciente. El razonamiento de la selección natural parece sencillo, y con él se explica gran parte del misterio de la vida. Aunque no se trata de una norma matemática, sino que tiene bellas excepciones muchas de las cuales, por supuesto, también tienen explicación.

5

EL BOURINEJO
Y LA SELECCIÓN NATURAL



Mediante la lógica aplastante de la selección natural —uno de los mecanismos del cambio evolutivo que explica la aparición de adaptaciones— se entiende una gran parte de la complejidad de la vida. Si los portadores de un determinado rasgo heredable ven favorecida su supervivencia y reproducción, cabe esperar que dicho rasgo aumente progresivamente su frecuencia en las generaciones sucesivas.

Los insectos de una especie llamada *Bourinejo caractervigrato* tienen una trompa taladradora larguísima. Resultan algo cómicos para los humanos, excepto para los expertos entomólogos de la Universidad de Daro (en Syldavia) y para ese amigo que Ale se ha echado en el parque paseando a su perro. No sabe su nombre, pero sabe que es catedrático de Zoología y que también pasea al perro todas las mañanas antes de ir a trabajar. Este hombre sabio fue quien le enseñó un día en una foto la particular fisionomía de esta especie, y le contó que esa curiosa trompa se llama *probóscide*. Este bicho se alimenta de un fruto con una cáscara muy gruesa, una especie de nuez cuyo rico alimento (un nutritivo compuesto a base de enlaces de carbono) se encuentra muy cerca del centro o núcleo del fruto.

La **selección natural** (en adelante SN) es la gran aportación científica de Charles Darwin (y Alfred Wallace),[1] y es el eje de la Teoría de la Evolución. Aunque, en contra de lo que en ocasiones se piensa o propaga, la SN no es el único mecanismo que causa los cambios evolutivos. La SN es a la teoría de la evolución lo que la torre Eiffel es a París: no es la única pieza ni la más importante, pero es la más famosa. La SN es también el tema de conversación favorito del zoólogo, y a esas tempranas horas de la mañana ya le ha contado a Ale que gracias al generoso registro fósil que hay de los *Bourinejo caractervigrato* se ha reconstruido la apasionante historia de su trompa a lo largo de los últimos siglos.

En algún momento de la historia pasada, los bourinejos abundaban y había distintos individuos que podían tener la trompa pequeña, mediana y larga, pero como no había tiempo, ni espacio, ni alimento para que en cada generación todos se reprodujeran, unos individuos se reproducían y otros morían sin descendencia. Ocurrió que, generación tras generación, los individuos con la trompa larga se reprodujeron en mayor proporción que los de la

trompa mediana y que los de la trompa pequeña. Se cree que muy probablemente fue porque la trompa larga permitía perforar con mayor habilidad la gruesa pared del fruto, y, por tanto, quienes poseían esa dotada probóscide estaban mejor alimentados y tenían una ventaja energética para pelear y/o gastar tiempo en buscar pareja. Es decir, se concluyó que existía una relación entre el tamaño de la trompa y el éxito en la alimentación.

Aunque otro grupo de entomólogos de la Universidad de Borduria cree que fue porque al estar mejor alimentados resultaban más saludables y atractivos para las potenciales parejas (esto se llama **selección natural sexual**).[2] Fuese por una u otra razón, el caso es que al ser la trompa larga un rasgo heredable en cada nueva generación, había una mayor proporción de bourinejos con trompa grande, y menos con trompa pequeña y mediana. Se siguió repitiendo la misma circunstancia generación tras generación, hasta que ya todos los presentes a día de hoy son descendientes de aquellos «ganadores» que tenían la trompa larga. Y así es como se asentó esa enorme y ridícula probóscide.

En estas escasas situaciones en que los científicos lo ven tan claro, se afirma que los individuos con el carácter *trompa larga* se han seleccionado (a favor). Al carácter *trompa larga*, que permite llegar al núcleo nutritivo de las ricas nueces con cáscara gruesa y que se ha impuesto por SN, se le llama **adaptación,**[3] porque es el rasgo clave en el éxito. También se puede explicar la misma situación considerando que los caracteres *trompa media y corta* se han seleccionado en contra.

Y es que la SN es simplemente la consecuencia de que no todos los individuos son iguales ni tienen las mismas características, ni viven las mismas circunstancias. O lo que es igual: es la consecuencia de que la vida sea un proceso que habita en distintos cuerpos. Por este motivo, indefectiblemente, unos individuos se reproducen más que otros, y, como consecuencia, las características de unos estarán más presentes que las de otros en la siguiente generación.

La teoría de la evolución entra en escena

Este razonamiento sencillísimo (a veces considerado tautológico), es el punto fundamental de la Teoría de la Evolución darwinista y se presentó en 1858 (y se publicó en 1859), más de ochenta años antes del descubrimiento del ADN como molécula responsable de la herencia (descrito como tal por Avery, MacLeod y McCarty en 1944). Personalmente encuentro de un mérito desmesurado el que la descripción de la SN se produjese antes del conocimiento de la genética. Sobre todo porque habla de herencia con total soltura, aunque obviamente el hecho de que los hijos se parecen a los padres ha sido siempre patente hasta para los menos observadores. Hoy en día es conocido que los genes que se encuentran en el ADN otorgan a los individuos muchas de sus características particulares, algo que apenas se podía intuir en los tiempos en que se describió la SN. A pesar de todo, en base a la SN se pudo, y se puede, explicar gran parte de la diversidad de la vida (que no el origen).[4]

Las tres premisas necesarias para que ocurra un proceso de SN de Darwin y Wallace, y que son claramente observables en la naturaleza, son:

1) Todos los individuos de una especie o de una población son diferentes. Es decir, no son totalmente idénticos, aunque se puedan parecer mucho. Los bourinejos eran de tres tipos en cuanto a su trompa. Reflexionando sobre el tema, Ale repara en que todos los perros, incluso los de la misma raza, son distintos. También lo somos los humanos, obviamente: altos, bajos, rubios, morenos, grandes, pequeños…
2) El entorno y las circunstancias no pueden soportar que todos los individuos se reproduzcan tanto como son potencialmente capaces. Entre otras cosas, no hay ni tiempo material, ni recursos. Sabes que se fabrican muchas más células reproductoras de las necesarias, y que la reproducción es algo más complejo que apretar un botón. Por tanto, no todos los

óvulos ni los espermatozoides se van a aprovechar, y muchos individuos no van a usar ni uno en toda su vida. Piensas en las muchas parejas que conoces que no han tenido hijos, mientras otros tienen varios (y nadie tantos como podría). Por tanto hay una reproducción diferencial entre individuos. Los bourinejos con trompa larga lo tenían más fácil que el resto, y se reprodujeron más. Los que encuentran placer comiendo miel también se reproducen más que los que encuentran placer comiendo mármol porque sus células, y por tanto su cuerpo, está sano y nutrido.

3) Existe la herencia, por lo que algunas características de los individuos se heredarán. Los hijos se parecen a los padres, porque *se fabrican* con su ADN. Si estos son muy morenos, los hijos también suelen serlo. Si los bourinejos tienen la trompa larga, sus hijos también.

La consecuencia de estas tres circunstancias es que pueden llegar a desaparecer **características**, y con ellas, individuos o incluso especies, mientras otras perduran, aumentan su presencia y prevalecen. Todo ello en función de qué individuos se reproduzcan más (y de qué rasgos heredables tengan estos).

Teniendo en cuenta las tres indiscutibles premisas, el proceso de la SN ocurrirá porque aquellos individuos que posean características que favorezcan su supervivencia y reproducción dejarán una proporción más alta de descendientes. Si estos rasgos que les favorecen son heredables, como es probable que ocurra, su prole también los tendrá (en realidad depende de las normas genéticas, pero lo habitual será que así ocurra). De esta manera, estas características habrán aumentado su presencia relativa en la nueva generación. Se podrá decir entonces que la SN ha actuado o ha ocurrido (aunque no es un mecanismo activo, sino una consecuencia): determinada característica habrá sido seleccionada a favor.[5]

6

LA (CHORRADA DE LA) SUPERVIVENCIA DEL MÁS FUERTE



La selección natural implica la supervivencia del más apto, no necesariamente del más fuerte. La capacidad de adaptación de los seres vivos se forja en un medio determinado, en unas circunstancias concretas. Y, desde luego, lo apto hoy puede ser contraproducente mañana. Por tanto, estamos en evolución constante.

Ale ha estado paseando con su perro y ahora regresa a casa, para dejarlo y marcharse apresuradamente a trabajar. Antes, tiene que dejarle el bol lleno de agua y coger algunos papeles que necesita para sus gestiones de hoy. Es esa hora del día en que todo se intenta hacer deprisa pero sale despacio. Entra en el portal y espera el ascensor, que se eterniza; no puede evitar pensar que seguro que la vecina del segundo ya está otra vez hablando con la del tercero con la puerta abierta, y se agobia porque el tiempo empieza a apremiar. Quizá habría tardado menos subiendo a pie, pero si empieza a subir ahora por las escaleras ya tardará más que esperando al ascensor. Al cabo de unos minutos, sale del ascensor un vecino que se caracteriza por vivir justo encima de Ale, por poner mucho la lavadora, por amar la ópera y por tener unas enormes manos y orejas. No es especialmente alto ni grande, aunque sus manos y orejas son tan desproporcionadas que parece que se las hubiera prestado un jugador de baloncesto. También hay que destacar otra cosa: a Ale no le cae demasiado bien, pero eso ahora no viene al caso. Además, en este momento ofrece una enternecedora imagen acompañando a su hijo al colegio. El niño lleva una mochila que le duplica en tamaño y salta a la vista que ha heredado los apéndices de su padre, al menos los visibles.

Al igual que este vecino, que ahora mismo saluda con una sonrisa forzada, todos aquellos que tienen hijos han visto que muchas de sus características aparecen en la generación siguiente: los ojos de su madre, la nariz de su abuelo, etcétera. Eso quiere decir que los genes que dan lugar a estas características se han transmitido, han conseguido mantenerse al menos una generación más en el juego de la vida. El ADN de los padres ha evitado desaparecer copiándose, reproduciéndose. Como un personaje que sigue una temporada más en la serie sin que lo ajusticien los guionistas.

Los escasos días del año en que Ale tiene la oportunidad de comer en casa y echarse una breve siesta, cumple con el ritual favorito de la gente sensible: se duerme en el sofá con un documental de fondo. Hay una frase que pone de los nervios a su amigo zoólogo, y que por otro lado es una de las favoritas de los dobladores de documentales televisivos, que la intercalan en tus sueños mientras un león da cuenta de una gacela de Thomson, instantes antes de la llegada de las hienas: «La selección natural promueve la supervivencia del más apto…». Ale no puede recordar con claridad la docena de razones por las que esta frase es una chorrada según su compañero del parque. Sin embargo, recuerda que le comentó que se trata de una frase con frecuencia adjudicada erróneamente a Darwin (en realidad, parece ser que la acuñó un tal Herbert Spencer). Realmente la frase no aporta ninguna información interesante sobre el proceso de la evolución, aunque se emplea con frecuencia.[1] Si nos detenemos un poco en su significado podemos descubrir que no está *tan* mal formulada. Sencillamente es una frase ventajista, como cuando los aficionados o periodistas deportivos dedican largas tertulias a criticar la alineación que ha propuesto un entrenador de fútbol después de que el equipo haya sido derrotado.

En el caso del capítulo anterior, los bourinejos de trompa grande resultaron indiscutiblemente los más aptos, por eso fueron los supervivientes. En realidad lo que pasó es que unos individuos favorecidos por determinada característica (esa trompa grande) se reprodujeron más que otros, y el rasgo aumentó su presencia en la generación siguiente. Si llamamos *aptos* a los portadores de la trompa grande, los estaríamos describiendo correctamente. Pero estaríamos usando un término poco útil, porque tener la trompa grande no les va a garantizar ser siempre más aptos. Simplemente hemos observado que lo ha sido durante un periodo de tiempo concreto. Ningún tamaño de trompa ni ningún rasgo es garantía de futuro, y este detalle es fundamental en el estudio de la evolución. Esto es lo realmente interesante (en lugar de discutir temas gramaticales). Porque solo se ve lo que ha resultado apto cuando ya

ha ocurrido, como solo se comprueba lo acertada que ha sido la alineación y la táctica planteada por el entrenador después del partido. Ninguna estrategia ni ningún futbolista, por buenos que sean, garantizan la victoria en el partido. Aunque, cuando el partido ha terminado, todos los aficionados teníamos un plan infalible.

Es decir, un individuo con unos determinados rasgos solo puede llevar el marchamo de *apto* en una determinada generación (una que ya haya pasado). Porque la *aptitud* no es un título nobiliario que la familia hereda generación tras generación de sus antepasados. Lo apto ayer puede ser inútil o contraproducente mañana. De igual manera que un título nobiliario era muy útil en la Edad Media, pero dejó de serlo cuando llegó una revolución como la francesa, por ejemplo, donde únicamente te garantizaba el pasar por la guillotina convirtiéndote en francamente *poco apto*.

Volvamos de nuevo a los estudios del zoólogo que pasea temprano al perro, retrocedamos a esa época en que los bourinejos con la trompa larga están imponiéndose a sus congéneres con otros tamaños de probóscide a la hora de sobrevivir y/o reproducirse. Retrocedamos concretamente al momento en que aún había individuos con trompas medianas y cortas, a los que les va indiscutiblemente peor que a los *trompilargos*, y en el que la situación se va acentuando generación tras generación: comen peor, viven peor y se reproducen menos. Introduzcamos una variante en la historia: de repente, debido a una explosión volcánica tras un movimiento tectónico, se produce una nube de cenizas del tamaño de China. Como consecuencia, el clima cambia, y el incremento de las temperaturas creado por el efecto invernadero provoca que los árboles que producen las nueces de las que se alimentan los bourinejos pasen a dar un fruto con una corteza frágil y estrecha. Entonces, todos los bourinejos tienen las mismas probabilidades de perforar la cáscara y de alimentarse adecuadamente (tengan la trompa corta, mediana o larga). La trompa larga ya no es mejor para aprovechar el fruto y estar bien alimentado como *ayer*: tener una trompa larga ya no es ventaja para lograr más energía ni, por tanto,

para reproducirse. Además, resulta que en un ambiente tan caluroso como el que se vive tras la citada erupción, los trompilargos pierden más fácilmente líquido por evaporación debido a la excesiva longitud de su extremidad succionadora, lo cual precipita la muerte acelerada de muchos de ellos antes de llegar a dejar descendencia. Algo parecido, pero con menor contundencia, empieza a ocurrirles a aquellos con la trompa mediana, que también se ven afectados por la deshidratación. De repente han cambiado las tornas y los *más aptos* han pasado a ser los bourinejos de trompa corta, que ahora son los mejor alimentados y los más hidratados, y por ello los mejor posicionados para sobrevivir y reproducirse.

Por tanto, a causa de que el entorno es inevitablemente cambiante, hablar de características que hacen a los individuos *más aptos* solo tiene sentido *a posteriori*: una vez que se ha comprobado quién se ha reproducido en un ambiente concreto y pasado. Ni la trompa larga, ni la corta. Depende de cuándo.[2] Así que la frase «la selección natural promueve la supervivencia del más apto» podría emplearse adecuadamente aunque el amigo zoólogo no esté de acuerdo, pero no hay una característica que te haga *más apto* universalmente: todo depende de cuándo y dónde, lo cual explica en parte el conflicto que crea la frase. Conflicto acrecentado por otra causa adicional: en muchas ocasiones la frase «*survival of the fittest*» (supervivencia del más apto), acuñada originalmente en inglés, se ha traducido a nuestro idioma como «la supervivencia del más fuerte», transformando el concepto en algo completamente erróneo. Cambiar un término indefinido, *apto* (que puede ser alto, bajo, largo, corto…), por un rasgo concreto, *fuerte*, invalida totalmente la famosa frase. Porque decir que la SN promueve la supervivencia del más fuerte sería como decir que la «selección promueve la supervivencia del más alto, o del más trompilargo». Para empezar, la SN no promueve nada. Pero quizá en un ambiente donde haya que coger la fruta de los árboles, el más alto sea el más apto, pero en otro donde lo ventajoso sea conservar el calor corporal o esconderse en grutas, desde luego no lo será. Por tanto, aunque

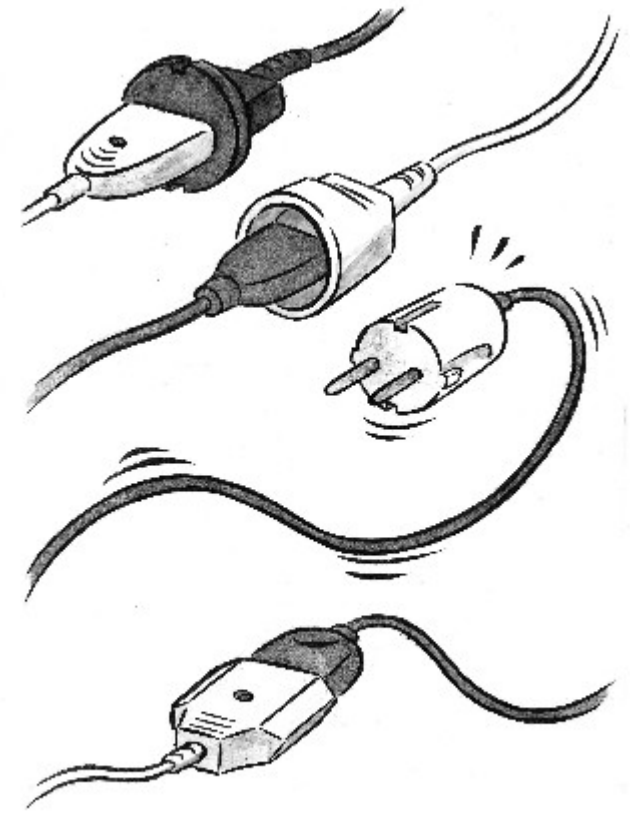
ser alto o fuerte puede parecer una ventaja adaptativa en muchas situaciones, no es una garantía de éxito para cualquier ambiente. Además hay que tener presente que lo que hoy es ventajoso mañana o ayer podrá o pudo no serlo, de igual manera que David Beckham o Justin Timberlake nunca habrían resultado exitosos y atractivos galanes en los tiempos de John Wayne (y menos aún en la época de los Cromagnon, hace treinta mil años).

Por tanto, aunque se dice que la SN promueve la supervivencia del más apto, sería más acertado (pero también menos útil) decir que *en la evolución se mantienen los genes del que dejó descendientes*. No solo porque las características que hacen a un individuo apto en una generación pueden suponer un lastre en la siguiente. También porque el azar juega un papel mucho más importante del que parece, y las características favorables a veces no valen para nada cuando los accidentes se cruzan en el camino.

Mientras Ale sube en el ascensor, reflexiona: su vecino de arriba ha trasmitido unas enormes orejas y manos a su hijo. ¿Son esas características las del *más apto*? En base a lo comentado antes, si un padre transmite a su hijo sus orejotas, se podría pensar que dicha característica es una adaptación y ha sido seleccionada a favor, como la trompa larga de los bourinejos. Pero no es necesariamente así.

7

LA VIDA ES UNA TÓMBOLA: LA DERIVA POR AZAR



La selección natural juega un papel muy importante en nuestras vidas, por supuesto. Pero no menos importante es el protagonismo que el azar tiene en nuestro destino. Veamos cómo actúa.

Ale abre de nuevo la puerta del ascensor y se topa con otro vecino. Al ser su vecino de al lado, sabe algo más de él, y aunque tienen un trato distante, es correcto y amistoso. A Ale le cae bien. Sabe que no tiene pareja y que vive solo. También sabe que es un tipo muy inteligente y que ha inventado unas cuantas aplicaciones informáticas de éxito. Parece simpático, pero siempre está solo, aunque a su juicio no se trata de un tipo raro, porque tiene un comportamiento y una apariencia muy normales, incluso agradables. Por eso muchas veces Ale se ha preguntado cuál será la razón de que esté soltero, porque sabe por comentarios del portero que tampoco está divorciado, y ya tiene edad para tener hijos.

Lo que ocurre con él es que un sábado de abril, hace aproximadamente una década, tres de sus mejores amigos quedaron en un bar. Casualmente aquella noche el vecino de Ale decidió no asistir a la juerga semanal porque estaba en casa muy concentrado creando una máquina semejante a un microondas que permitía calentar objetos de metal. Porque, efectivamente, ese vecino es sumamente inteligente, como lo fueron su padre y su abuelo, prestigiosos inventores de quienes él es el único descendiente. Resulta que, irónicamente, ese día sus amigos conocieron en un bar a tres chicas con las que acabaron teniendo una relación. Dos incluso se casaron, otro no, pero desde aquel momento el vecino informático de Ale se quedó descolgado del desintegrado grupo, y, para más ahondamiento, el resto de las circunstancias azarosas que se encadenaron en los años sucesivos le encaminaron a acabar sus días sin descendencia. A pesar de su elevada inteligencia y de sus hasta ahora no mencionadas elevadísimas habilidades sociales, acordes con su agradable atractivo físico, características habitualmente seleccionadas a favor.

Ante este panorama, para un estudioso de la evolución que no reparase en detalles los amigos habrían sido aparentemente *más aptos*, porque sus características se heredarán y las del inventor se las comerán los gusanos. Lo cual quiere decir que tanto los amigos del vecino inventor como el vecino orejotas son portadores de moléculas de ADN cuyas copias pasarán a la siguiente generación, y en la siguiente generación habrá individuos parecidos a ellos y no al inventor.

La situación contrasta con lo que hemos presentado como selección natural, que es el nombre del proceso gracias al cual se van acumulando las características que favorecen la supervivencia y reproducción, como son, aparentemente, la inteligencia, el atractivo y la genialidad del inventor. Pero resultó que todas esas virtudes se quedaron en la cuneta en el caso del vecino informático. La explicación de esta aparente contradicción es que la SN no es el único mecanismo del cambio evolutivo, porque aunque seas inventor, guapo, listo, hábil y el viento sople casi siempre a tu favor, puedes fácilmente morir sin dejar prole. ¿No cabía esperar que si uno tiene las características que le hacen apto, ideal, excelso, se reprodujera más? A la vista de cualquiera que se moleste en observar, está claro que no ocurre así. Cuando se observa que no ha ocurrido SN, estamos ante un caso de **deriva por azar** (en adelante **DA**) o **deriva génica** (**DG**).[1]

Es evidente que existen características que ayudan a que los individuos que las portan sobrevivan y se reproduzcan más que otros que no las tienen; sin embargo, las circunstancias impiden que en la naturaleza los acontecimientos se desarrollen como si la vida se tratase de una película de Hollywood, porque interviene lo que llamamos azar, y el guapo no siempre se casa con la guapa.

Para poner otro ejemplo de DA podemos recurrir a los cespesarios, unos animales, parecidos a caballos, que se alimentan de los frutos maduros que caen al suelo del llamado árbol del consistercio. En el año 1903 nació una larga camada de trece cespesarios con el cuello inusualmente largo, semejante al de la

jirafa. Estos cespesarios eran capaces de comer los frutos del árbol del consistercio antes de que cayesen ya maduros, y, por tanto, los miembros de la camada *cuellilarga* los alcanzaban antes que sus *primos* de cuello corto, que tenían que esperar a la caída de los frutos sobrantes. Tan pronto como brotaban nuevos frutos, los *cuellilargos* empezaban a comérselos, dejando apenas algún ejemplar que madurase, cayera y pudiese ser disfrutado por sus congéneres de menor tamaño. Estos últimos estaban desapareciendo poco a poco, mientras los *cuellilargos* estaban siendo seleccionados a favor, porque disfrutaban de una alimentación selecta que les proporcionaba una vitalidad deslumbrante y un pelaje bellísimo. Pero un jueves, mientras los siete machos y las seis hembras con el cuello más largo comían bajo un mismo árbol, una tormenta eléctrica lanzó un rayo en el punto preciso en que se encontraban estos trece cespesarios, acabando con la vida de diez de ellos en el acto y dejando a tres heridos. Todo ello antes de que ninguno hubiese alcanzado aún la madurez sexual y hubiese podido transmitir sus genes (que proporcionaban el cuello inusualmente alargado y eficaz) a la siguiente generación. Por tanto, aunque estos *cuellilargos* poseían una particularidad claramente ventajosa a la hora de obtener energía (y consecuentemente, también para sobrevivir y reproducirse), sus características no las pudo heredar nadie, mientras que los de menor tamaño seguían sobreviviendo discretamente.

Cuando la reproducción desigual de los individuos se produce por azar se habla de DA. Esta deriva representa el componente azaroso o estocástico que tiene la existencia, que, insisto, cualquiera a partir de su propia experiencia puede corroborar que es elevado.

No cabe duda de que las características que favorecen la reproducción de los individuos tienden a incrementarse en las poblaciones con el paso de las generaciones (y lo llamamos SN). Es tan evidente como afirmar que la gente atractiva lo tiene más fácil para encontrar pareja. Pero siempre hay que contar con el azar, porque es evidente que existe gente guapa que no se empareja por

diversas circunstancias. Se puede ser muy guapo y listo, pero si te cae una teja antes de tener hijos nunca transmitirás esos genes (tan favorables en teoría) a la siguiente generación y morirán contigo. Aunque sin duda, mientras tanto, otro listo y guapo sí sobrevivirá y se estará viendo favorecido por sus características y habilidades para reproducirse.

Y es que SN y DA no son mutuamente excluyentes, al contrario: conviven en todo momento, como lo demuestran los tres cespesarios heridos que se recuperaron y se reprodujeron desmesuradamente gracias a sus adaptaciones, es decir, a sus cuellos largos. Aunque ésta sea también una historia inventada de una especie inexistente.

8

LA EXTINCIÓN DE LOS DINOSAURIOS Y LAS SETAS VENENOSAS



La selección natural es el proceso de filtrado gracias al cual permanecen los rasgos más favorables para sobrevivir y desaparecen los desfavorables. La deriva por azar es el proceso de filtrado sin criterio, fruto de circunstancias aleatorias. En la evolución conviven ambos procesos.

Ale deja a su perro bien desayunado e hidratado. Repasa la lista de elementos que no puede olvidar: llaves, documentación, dinero, etcétera. Apaga las luces y la radio de la cocina, donde están anunciando unas jornadas gastronómicas del marisco. No son horas de hablar de eso, piensa Ale. En realidad nunca es buen momento para hablar de marisco, es una de las pocas comidas que no tolera, junto con las setas. Ale recuerda que esta mañana la radio atemorizaba con la noticia de un meteorito que pasará inquietantemente cerca de la Tierra dentro de cinco años. Le dan ganas de aprovechar la excusa para no ir a trabajar nunca más en su vida y dedicarse a ver series de televisión, pero enseguida cambia de opinión. Las prisas se alían con la sensación de deber y no le permiten ahondar en ese pensamiento. Cierra la puerta y se lanza con precipitación a bajar las escaleras.

Aparentemente, los dinosaurios se extinguieron a causa de un meteorito que cayó cerca de la península del Yucatán (México) y provocó unas condiciones climáticas hostiles. No cabe duda de que estaban adaptados a su entorno y que campaban a sus anchas; sin embargo, las necesidades de unos seres tan grandes y desarrollados los llevaron a la extinción en el nuevo ambiente que se produjo como consecuencia del impacto: el cambio climático global subsiguiente, un largo periodo de oscuridad, la brutal merma de recursos… Ante este cambio brusco que se prolongó en el tiempo, no hubo opción para ellos, su capacidad de adaptación fue nula. Mientras tanto, los actores secundarios de entonces —insectos, reptiles de menor tamaño y minúsculos mamíferos— y otros seres con menos necesidades superaron sin problema la crisis y comenzaron a expandirse y a convertirse en los principales pobladores del planeta.

De hecho, tras la desaparición de los dinosaurios, cuando se dispersó la nube y mejoró el clima, los pequeños mamíferos disfrutaron de las circunstancias en que ocurrió su gran **radiación**[1] y evolución hacia tamaños más grandes y ambientes más diversos. Esto habría sido muy poco probable de prevalecer los grandes saurios soltando bocados a todo el que tuviese pinta de ser algo más sabroso que un topillo.

Por su carácter aleatorio, se puede considerar que la extinción es una modalidad de DA: el caso de los dinosaurios se parece al de los cespesarios que murieron por culpa de un rayo (salvo que el uno es real y el otro inventado). Ambos grupos estaban muy adaptados y por cuestiones azarosas dejaron de reproducirse. Sin embargo, la extinción también se puede interpretar como SN, porque instantes después del meteorito, el clima cambió y pasaron a reproducirse menos (o nada) los dinosaurios (no adaptados a los cambios), y se reprodujeron más individuos con otras características, los que en el nuevo ambiente fueron los más aptos.

Si realmente se pretende razonar de forma rigurosa, las extinciones quizá se deberían considerar más como DA que como SN, aunque en el fondo ¿qué importancia tiene el término empleado? Lo importante es entender que al final solo pasan a la siguiente generación las características de los que se reproducen, en forma de ADN, de genes heredados. Tanto es así que a veces es difícil saber si un carácter ha llegado a subsistir o imponerse por SN o por DA, ya que normalmente no se atestigua el proceso evolutivo en acción. Lo único que es observable es que los individuos intentan reproducirse y que no es tan fácil como respirar, lo cual provoca que muchos fallen. Unos individuos lo consiguen ayudados por sus características (SN), otros por azar (DA), y otros no lo consiguen, y solo de los dos primeros casos quedan *copias* en la siguiente generación. Podemos llamarlo SN o DA, pero lo que habrá ocurrido es una reproducción limitada y diferencial, asimétrica entre individuos, no equitativa.

Además, es interesante tener en cuenta que en los individuos también conviven diversas características, y en cada ambiente cada uno de los rasgos podrá ser favorable, desfavorable o neutro. Bonitos ojos pero enormes pabellones auditivos: ¿qué rasgo *puede* más? Algunas características se verán favorecidas (o desfavorecidas) por SN, otras por DA y otras no contarán para nada. Empleando una metáfora futbolística, es como si tu equipo favorito gana un partido de fútbol por 2 a 0 con un gol en propia meta de uno de los defensas rivales después de un resbalón y otro gol fruto de una magnífica jugada y un espectacular remate de chilena del delantero. Habréis ganado en parte por azar y en parte por hacer un fantástico trabajo, en parte por DA y en parte por SN.

NUESTRA VIDA O NUESTRA MUERTE PUEDEN PENDER DE… ¡UNA SETA!

Mientras Ale camina hacia el metro vuelve a pensar en las setas. Otro anuncio de las jornadas del marisco en una marquesina le ha vuelto a recordar las cosas que no le gustan. No puede entender cómo la gente disfruta comiendo setas siendo, además, tan peligrosas. De repente se da cuenta de que esta reflexión parece entrar en contradicción con los argumentos del zoólogo. Incomprensiblemente se encuentra otra vez pensando en sus locuras, aunque en el fondo agradece que algo le haya distraído del tema con el que se ha despertado y que merodea sus pensamientos de forma obsesiva, aunque ahora lo haya podido olvidar durante un rato.

Si nuestro cerebro ha aprendido a catalogar como placenteras las comidas que nos aportan ATP, ¿por qué a veces comemos setas venenosas? La respuesta es sencilla: porque el hombre no ha aprendido a catalogarlas como tóxicas. Algo que sí ha aprendido a hacer, por ejemplo, con el olor de las depuradoras o el mármol.

Es importante recordar que la naturaleza no da lugar a creaciones radicalmente novedosas, siempre modela a partir de los ADN preexistentes que tienen los individuos que se reproducen. Aunque la evolución ha producido desde bacterias hasta humanos a base de muchos millones de años, no podemos esperar la aparición de cualquier tipo de adaptación: ni garras de acero, ni escupir fuego por la boca… al menos en los próximos millones de años, por muy desolador que resulte a los esperanzados *fans* de las películas de superhéroes. Ni siquiera han aparecido individuos que *no coman* carbono. Los mayores cambios han sido patas por alas o por antenas, o la aparición de unos rudimentarios órganos de percepción que acabaron siendo ojos con el paso de generaciones. Incluso puede ocurrir (y ocurrió) que un pez nazca con la capacidad de vivir fuera del agua, que no es poco, porque permitió poblar la tierra firme. Pero las novedades no van mucho más allá, y todo eso además con el paso de mucho tiempo.

Por este motivo existen muchos rasgos que son chapuzas, innovaciones incompletas o imperfectas, pero que no han impedido la reproducción de sus portadores. Un ejemplo lo muestra el oso panda, que posee un sistema digestivo de carnívoro a pesar de haberse adaptado a la dieta de herbívoro (cuyos aparatos digestivos requieren unas características muy particulares, bien diferenciadas y capaces de extraer ATP de la celulosa de la que están hechas las hojas). Este caso es claramente un *apaño* que le supone tener que comer cantidades ingentes de bambú para intentar obtener la energía necesaria para subsistir diariamente, algo así como lo que padeceríamos nosotros si pudiéramos y tuviésemos que alimentarnos de folios. En cualquier caso, es indudable que el *apaño* ha sido suficiente para que la especie exista durante muchos miles de años. De forma análoga, otras especies (en realidad, todas) cargamos con vestigios completamente inútiles. Sin ir más lejos, son famosos en nuestra especie los restos de cola incipiente (la rabadilla), los pelos en lugares innecesarios, las muelas del juicio o el apéndice del intestino grueso.

Porque a pesar de que a lo largo de la evolución han ido apareciendo útiles adaptaciones, los seres vivos no estamos completamente adecuados al entorno en que vivimos, solo lo justo. Una prueba más la ofrece nuestra relación con ciertas plantas: tenemos asociado el sabor dulce con sensaciones favorables en nuestro cerebro, y lo potencialmente dañino nos puede producir sensaciones desagradables (ácido, podrido, etcétera). Pero solo en algunos casos. Es decir, por procesos de SN los animales hemos asociado moléculas beneficiosas con sensaciones agradables para nuestro cerebro, y moléculas dañinas con olores y sabores negativos. Pero el trabajo no se ha completado, no ha sido una obra de encargo, sino de *azar y necesidad*. Lo prueba el hecho de que existen plantas que matan y no huelen mal, ni siquiera saben mal ni tienen mala pinta. O incluso tienen buena pinta. Como pasa con algunas setas venenosas.[2] Esto ha ocurrido *porque no ha ocurrido*: no se han dado las circunstancias para que se cree un mecanismo en el cerebro que nos avise y se seleccione a favor. Mecanismo que sí existe en otros casos para indicarnos a través del rechazo a su olor, que, por ejemplo, comer heces no nos viene bien.

Podemos imaginar una atractiva seta venenosísima que aparece solo en Madagascar y cuyo aspecto resulta inevitablemente apetitoso para el pobre desafortunado que la encuentra. Sabemos que no han aparecido los cambios en el ADN que crearían el mecanismo de rechazo, esa ruta fisiológica que haría que nos oliese de forma espantosa, por ejemplo. Así que habrá individuos que la coman y mueran. La SN no los ha *protegido*. Igualmente habrá individuos que no la coman por la razón que sea, por ejemplo porque en su vida jamás se la llegan a encontrar. E incluso habrá individuos que la coman y mueran, pero que ya habrán dejado descendencia, copias de ellos, así que sus genes siguen en el juego de la vida a pesar de su error.

Por otro lado, incluso puede que haya aparecido el mecanismo genético de rechazo en individuos del norte de la estepa rusa, para los que la seta apestaría, aunque poco importe eso en Madagascar.

Estos individuos rusos la rechazarían, pero, al no haber tenido interrelación con la seta, no se habrán visto seleccionados a favor. En la estepa rusa no se habrán reproducido ni habrán sobrevivido preferentemente aquellos que detectarían rápidamente en ella un mal olor y sabor y la escupirían antes de morir envenenados, porque la seta en cuestión es exclusiva de Madagascar.

Incluso puede que, apareciendo el mecanismo de rechazo en algunos individuos de Madagascar que habrían evitado la planta por su mal sabor, estos hayan muerto sin descendencia por alguna desafortunada casualidad, por ejemplo por una sequía en las tierras donde habita su tribu. En fin, posibilidades hay varias, pero lo que está claro es que ni la vida, ni la genética, ni la fisiología, ni los rasgos están diseñados sobre un tablero de ingeniero.

La SN es el proceso de filtrado en el que se queda lo más favorable para sobrevivir y desaparece lo desfavorable. La DA es el proceso de filtrado sin criterio. Pero antes de que una característica se filtre tiene que aparecer en los individuos. Si el mecanismo para rechazar las setas venenosas no ha aparecido, solamente podría aparecer… por mutación en el ADN.

9

LA GENÉTICA TIENE SUS NORMAS



La selección natural y la deriva por azar no han creado nunca nada. No son industria, son simplemente del sector servicios. Son mecanismos de filtrado, como coladores por los que pasan o se quedan atrapados los seres vivos. En la historia de la vida, el único que fabrica algo es el ADN, nuestro verdadero libro de instrucciones. Nuestro pequeño gran dictador.[1]

Ale entra en el metro, baja al andén e inmediatamente aparece el tren que recorrerá innumerables estaciones hasta su lugar de trabajo. Como siempre, a estas horas va de pie, el vagón va demasiado lleno para encontrar asiento libre. La mayoría de la gente mira adormilada el móvil, una tableta o su libro electrónico, salvo un par de románticos que todavía leen en papel sus libros y algunos periódicos gratuitos.

La multitud impide que maneje su novela cómodamente, así que se dedica a observar a la gente, una de sus aficiones favoritas. Hoy toca mirar caras, otros días se fija en la ropa, en las manos, en los zapatos, o intenta adivinar qué leen. Los viajeros de esta mañana comparten la cara de cansancio, como casi cada día a esta hora temprana, pero a Ale le llama la atención que, pese a que todos tienen ojos, nariz, boca, manos, orejas..., todos son completamente distintos, son imposibles de confundir. Parece una reflexión simple, pero se da cuenta de que si en vez de pasajeros humanos hubiese chimpancés no sabría distinguir unos de otros, ni siquiera podría adivinar cuál es macho y cuál hembra.

En su vagón solamente se parecen mucho entre sí unos hermanos que van al colegio acompañados de su madre, aunque también son perfectamente distinguibles. Además, le llama la atención que toda la gente de la misma edad sufre procesos parecidos: los jóvenes y los niños comparten sus ojos vivos y su piel tersa; los ancianos, sus pieles arrugadas, sus pérdidas de color en el cabello y esas miradas más apagadas. Ale piensa que la vida de todos ellos parece seguir un patrón determinado. Por un lado ese patrón tiene aspectos comunes, porque todos tenemos ojos y todos envejecemos, entre otras cosas. Pero ese patrón también tiene aspectos característicos de cada uno, porque cada uno tiene unas debilidades concretas en su salud, y también cada uno tiene su sonrisa, sus manchas en la piel y unas huellas dactilares irrepetibles.

Y detrás de todos estos patrones está él. El ADN. Una molécula de un ácido muy particular que vive en el núcleo de todas nuestras células. Al contrario que otros ácidos, no se dedica a corroer metales o a dar sabor agrio a los alimentos: su labor es gestionar y organizar los aminoácidos que tiene a su alrededor (principalmente obtenidos a partir de las proteínas de la dieta). De esta manera, el ADN se convierte en el equivalente de un mapa de cómo y cuándo construir y reparar a quien lo posee.

El ácido desoxirribonucleico, más conocido como ADN, es el libro de instrucciones o la receta con la que se *nos fabrica*. Nuestra genética reside en nuestro ADN, el cual se parece profundamente al de nuestros familiares (padres y hermanos/as sobre todo) pero es distinto del de cualquier otro individuo del mundo. El ADN es una molécula larguísima, una macromolécula. Una secuencia de otras pequeñas moléculas fuertemente unidas que forman una especie de cadena cuyo orden de eslabones crea un **código**. Las consabidas «letras» o «eslabones» del ADN son A, C, G y T (las moléculas adenina, citosina, guanina y timina), y con ellas se construye el texto del libro de instrucciones, del cual un fragmento podría ser la secuencia: AAACGTGTACTACTAGTAGATTTTAGCCCA (la totalidad del ADN de un individuo de nuestra especie tendría unos 3.500 millones de *letras*).[2]

Nuestras células, y por tanto nuestro cuerpo, están construidas con componentes que tomamos del mundo exterior a través de nuestra alimentación. Estos compuestos que nos constituyen deben estar perfecta y lógicamente ordenados y coordinados para que todo funcione. No nos vale con comer para *fabricarnos*: hay que hacerlo como manda el código escrito en el ADN.

Las proteínas son una parte fundamental de nuestra dieta, junto con los glúcidos[3] y las grasas, porque el ADN las necesita para *jugar*. En la digestión de los alimentos troceamos todo lo que ingerimos y lo almacenamos para usarlo posteriormente siguiendo los planes del

ADN. Es como si comiésemos construcciones de *Lego*, que desmontamos en nuestro interior reduciéndolas a piezas pequeñas listas para ser usadas.

Las proteínas son complejas moléculas tridimensionales que desmontamos en aminoácidos, que son los «ladrillos» de los que se componen.[4] En su *texto*, el ADN tiene escrito cómo ensamblar las nuevas proteínas a partir de los ladrillos almacenados. Comemos naves espaciales, barcos y castillos de *Lego* (proteínas), que reducimos a piezas pequeñas (aminoácidos) a partir de las que el ADN ordena fabricar construcciones en forma de escalera, de puente, de esfera o de filamento (nuestras propias proteínas), justo lo que necesita nuestro cuerpo. El texto del ADN se *lee* para establecer el orden en que se unen las piezas de *Lego*, y da lugar a dos tipos de proteínas: las que sirven como andamio para *fabricarnos* (estructurales) y las que regulan procesos (enzimas y factores de transcripción). En resumen, las proteínas son las moléculas a través de las cuales se hace patente lo *escrito* en el ADN, que ejerce su poder concatenando aminoácidos y determinando en qué momento de nuestra existencia debe generarse y ponerse a funcionar cada una de las proteínas fabricadas.

TAN IGUALES, TAN DISTINTOS

Cada región del ADN donde ocurre algo interesante (que normalmente sirve para mandar construir una proteína) se llama **gen**. Todos los individuos de una misma especie tenemos la misma cantidad de genes, situados en el mismo sitio (colocados en el mismo orden lineal en nuestro ADN). Esto hace que todos los ADN sean casi idénticos, pero ese «casi» es la causa de que todos seamos distintos, lo que determina nuestra genética particular y personal.

Por ejemplo, todos los ocupantes del vagón en el que viaja Ale tienen un gen que fabrica una proteína que determina su grupo sanguíneo en la posición 9q34.1-9q34.2 de su ADN. Pero en el lector del periódico de la izquierda el texto es levemente distinto del texto del chaval que mira el móvil delante de él. En ambos casos ese gen determina el grupo sanguíneo, pero el resultado final depende de pequeñas letras cambiadas, dentro de un texto general común. Como si en unos individuos el texto dijese «hoy hace un día precioso», en otros «hoy hace un día bonito» y en otros «hoy hace un maravilloso». Dice casi lo mismo, pero no exactamente. Por eso el de la izquierda tiene grupo sanguíneo 0, el del libro tiene grupo A, la señora que no se ha quitado el abrigo a pesar del maravilloso día que hace es del grupo B y otras personas son AB. En realidad, aunque decimos que ese gen determina el grupo sanguíneo, lo que hace es ordenar fabricar las proteínas que se insertarán en las membranas de nuestros glóbulos rojos, y esas proteínas son diferentes en cada grupo sanguíneo.

En efecto, el ADN de todos los individuos de una misma especie es extremadamente parecido. En concreto, solo es lo bastante distinto para que todos seamos sutilmente diferentes, como lo demuestran el norteamericano de dos metros que casi toca el techo del vagón con la cabeza y el oriental bajito que lleva un libro de cocina. Pero al mismo tiempo somos lo suficientemente parecidos para que seamos compatibles, *mezclables*…

Para hacernos una idea de la variabilidad del ADN en la naturaleza, es interesante resaltar que la semejanza entre los ADN de dos individuos cualesquiera de la misma especie es siempre mayor que la que existe entre dos individuos cualesquiera de diferente especie. Es decir, el ADN de cualquier humano es más parecido al del humano más distinto del vagón o del planeta Tierra que al del chimpancé más parecido que exista. A pesar de ello, los ADN de especies parecidas[5] (cercanas evolutivamente) se parecen también mucho, y tienen frecuentemente casi los mismos genes,

muchos de ellos incluso dispuestos en la misma localización y el mismo orden. Pero no se parecen lo suficiente para *mezclarse*, para reproducirse entre sí.

También los ADN de dos individuos de especies cercanas evolutivamente se parecen más entre sí que a los ADN de especies más lejanas, esto es: nuestro ADN tiene más *frases* en común con el de un chimpancé que con el de un perro. Por supuesto, el ADN de dos especies muy lejanas se sigue pareciendo siempre algo. Por ejemplo, nuestro ADN se parece al de un cerdo más de lo que estarían dispuestas a reconocer algunas personas. Al mismo tiempo, es mucho menos parecido al ADN de la enredadera o al del rosal silvestre. Pero aun así hay genes comunes, tanto con la enredadera como con el cerdo: todos funcionamos gastando ATP y disponemos de los genes para fabricar la maquinaria de procesado y empleo del mismo, por poner un solo ejemplo. Sí, nos parecemos más a nuestros tiestos de lo que pensamos.

10

EL 2-ADN, LA MACROMOLÉCULA QUE NOS CONFIGURA



Somos el resultado de la fusión de dos copias de ADN: el de nuestra madre y el de nuestro padre, que se entrecruzan de manera aleatoria dando la posibilidad de millones de combinaciones distintas, millones de potenciales hermanos diferentes.

Aún faltan dos paradas para llegar a su destino y Ale se vuelve a mirar a los dos niños que viajan acompañados por su madre. Los dos hermanos son muy parecidos, aunque uno lleva una camiseta del Real Madrid y el otro del Atlético, a pesar de lo cual es evidente que son hijos de su madre. Mirando sus caras puedes saberlo, y ni un solo humano del vagón lo pondría en duda.

Los hijos se parecen a los padres porque su ADN está constituido de dos copias: una que procede del óvulo más otra del espermatozoide. El ADN de todos los animales con reproducción sexual está constituido por dos copias, la materna y la paterna. Tu ADN consta de la copia que aportó tu padre y de la copia que aportó tu madre, y las dos, aunque tienen los mismos genes en el mismo orden, son evidentemente distintas (aunque parecidas, como corresponde a miembros de la misma especie).

Por esta razón nuestro ADN tiene todo el material por duplicado. Y por ello a mí me parece más acertado llamar «2-ADN» al conjunto del material genético (o genoma) de un individuo, para recordar así que a cada individuo lo conforma la suma de la copia materna y la paterna, de cuya combinación saldrá el particular resultado genético final de cada uno. La madre además pone el óvulo, que es el envase, la primera célula con toda la maquinaria necesaria para que empiece el proceso de copia.

Todas las células de un individuo tienen una copia de su 2-ADN personal. Como es una gran cantidad, es más apropiado hablar de macromolécula. Solo los óvulos y los espermatozoides se fabrican con menos cantidad, concretamente la mitad de ADN que cualquier otra célula (una copia cada uno). Y ello es así para que todos los individuos de una misma especie tengan la misma cantidad, siempre un 2-ADN (y no un 4-ADN, por ejemplo). Lógicamente, una vez que queda fecundado un óvulo y reunido su ADN con el de un espermatozoide, se genera una célula con las dos copias definitivas

del descendiente, con el que será su 2-ADN personal. La nueva receta está determinada, y comienza el proceso de división, de sacar copias idénticas hasta completar a un individuo. La *fabricación* del sujeto se llevará a cabo siguiendo las instrucciones de su 2-ADN: los planos de construcción no solo están terminados, sino además entregados y están siendo ya leídos y copiados (recordemos que cada tejido del cuerpo lee una parte, pero la copia está íntegra en todas las células).

Nuestra idiosincrasia procede de la mezcla de esas dos copias, de nuestro 2-ADN. Para poner en marcha la fabricación de una determinada proteína *leemos* la dosis u orden que dice el trozo de Papá y la dosis u orden que dice Mamá, y la suma de ambas es nuestra dosis u orden, por eso no somos exactos a ninguno de ellos. Así ocurre en los seres vivos con reproducción sexual, y por eso, aunque nos parecemos mucho a nuestros padres, no llegamos a ser nunca idénticos.[1] De la combinación de los ADN de tu padre y de tu madre pueden salir miles de millones de posibles hermanos y hermanas distintos. Todos parecidos pero todos diferentes, y esto es así gracias a la curiosa forma en que se organiza la macromolécula de 2-ADN.

El 2-ADN no se almacena como un ovillo, sino como varios ovillos separados. De esta manera está más ordenado y se sacan las copias más fácil y eficazmente, igual que una enciclopedia dividida en tomos. En total tenemos una sucesión de más de 3.500 millones de *letras*, pero no van todas seguidas. En nuestra especie van separadas en 46 fragmentos, en 46 ovillos, en 23 pares de paquetes. En el chimpancé van separados en 24 pares. Estos paquetes se llaman cromosomas.

Tener el 2-ADN dividido en 23 pares de cromosomas quiere decir que para cada matrimonio hay 70.000.000.000.000 de posibles hijos distintos, aunque muy parecidos entre sí, que son las formas de combinar los 23 pares de paquetes (sin contar el sobrecruzamiento ni las mutaciones). Esto explica las pequeñas diferencias que Ale detecta mientras sale del vagón y pasa junto a la

madre y los hijos que ha estado observando durante estas últimas paradas. El niño de la camiseta rojiblanca le mira con unos llamativos ojos azules, diferentes a los marrones del hermano que lleva la camiseta del Real Madrid. Lo mismo pasa en tu familia: tus padres y tú tenéis los ojos marrones, y sin embargo tu hermana los tiene azules, demostrando que la genética de los hijos no es una suma de la de los padres, sino una curiosa combinación.

Imaginemos que los ojos marrones aparecen en un individuo cuando durante su gestación se produce el depósito de 100 dosis (o más) de melanina (una proteína, claro) en la región ocular del iris, mientras que la coloración azul se produce al depositar menos de 30 dosis (para simplificar, obviaremos la existencia de otros colores de ojos). El 2-ADN de tu padre tiene un gen en el cromosoma 4 (que heredó de tu abuelo) que sintetiza una molécula que ordena juntar 113 dosis de melanina y otro gen en el otro cromosoma 4 (que recibió de tu abuela) que contribuye con 12 dosis; por ello tu padre tiene los ojos marrones, debido al depósito de sus 113+12=125 dosis en sus iris. Es decir, son marrones porque 125 es mayor que 100.

Una de las copias del 2-ADN de tu madre colocó en sus ojos 145 dosis y la otra 11, por ello también ella tiene los ojos marrones (156 copias de melanina depositadas). Entonces ¿cómo es que tu hermana tiene los ojos azules? Pues porque el azar quiso que su 2-ADN estuviese compuesto por la copia que gestiona 12 dosis de tu padre y de la copia de 11 dosis de tu madre, con lo cual se depositaron un total de 23 dosis de la proteína en el iris. Por tanto, los ojos de tu hermana son azules porque 23 es menor que 100. Como hemos dicho en este ejemplo, con menos de 30 dosis de melanina el iris refleja el color azul.

Con que uno solo de tus padres le hubiese pasado la otra copia que uno poseía (la de 113 o la de 145), los ojos de tu hermana habrían sido marrones, pero no ocurrió así: le pasaron la de 12 y la

de 11. En tu caso recibiste también la copia que gestiona 12 dosis de tu padre, pero tu madre te pasó la de 145, así que con 157 dosis de melanina es evidente que tus ojos van a ser marrones.

A cada una de las posibles variantes de la secuencia que compone el ADN que tiene un gen se le llama **alelo**. O lo que es lo mismo: un alelo es cada una de las formas o versiones en las que puede manifestarse un gen. En el ejemplo del color de los ojos, cada una de las posibles versiones que dan lugar a dosis de 113, o dosis de 12, etcétera.

Como los individuos que procedemos de reproducción sexual poseemos un 2-ADN (copia paterna más materna) tenemos dos alelos de cada gen. Tanto la copia paterna como la materna tienen su información escrita en la misma región del ADN, pero puede «poner» distintas cosas en cada caso, como ocurría con los grupos sanguíneos. Los alelos se combinan para dar lugar a nuestro resultado personal. Algo parecido a esto, pero a un nivel muy superficial, es lo que vislumbró Gregor Mendel en 1865 con sus guisantes verdes y amarillos, que le llevaron a establecer los principios por los que es conocido, que explican cómo pueden ser las características físicas de un individuo a partir de los padres.

Cabe añadir que, de igual modo que de dos padres con ojos marrones puede nacer un hijo con ojos azules, de dos padres sanos puede surgir un hijo enfermo (y viceversa). Por ejemplo, un padre puede poseer su 2-ADN conformado por una copia del cromosoma 7, que fabrica la proteína CFTR, y otra copia del cromosoma 7 estropeada, que no fabrica nada de proteína. Pero en conjunto el padre está sano, porque tiene proteína CFTR suficiente gracias a una sola de las copias, igual que un avión puede volar con uno de los dos motores estropeados. Sin embargo, este padre le puede pasar al hijo la copia que fabrica un motor estropeado en lugar de la otra. Si la situación de la madre es la misma, aunque ella esté también sana, el hijo puede recibir dos alelos defectuosos de dos padres sanos y no fabricar proteína CFTR, y entonces el hijo tristemente padecerá fibrosis quística.

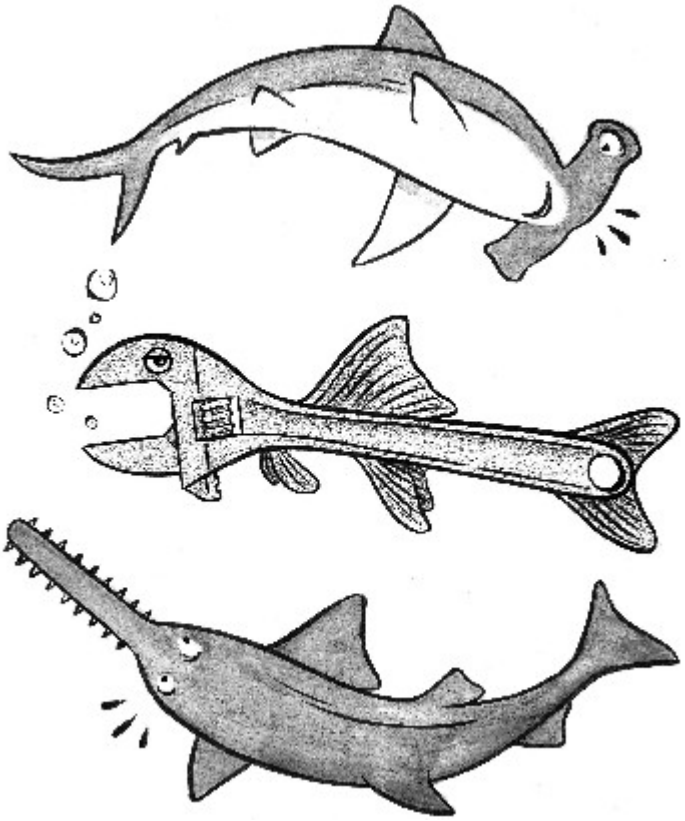
Mucho se ha aprendido de genética a causa de enfermedades genéticas que operan de este modo. Por tanto, es importante tener en cuenta los alelos (los evidentes y los ocultos) que tienen nuestros ancestros para entender las posibles combinaciones de la genética, porque con ellas, y solo con ellas, se nos va a *fabricar*.

Este negociado que tiene lugar entre las dos moléculas que forman el 2-ADN no es siempre tan sencillo como en el ejemplo. La genética es una disciplina muy intrincada en la que hay que tener en cuenta que pueden estar implicados muchos genes, regulaciones, caracteres cuantitativos no discretos, procesos denominados *imprinting*, recombinación y un largo etcétera reservado para textos más complejos que este. Por no hablar de la epigenética, que abre la puerta a casi una nueva disciplina. Pero con lo dicho hasta ahora al menos la esencia del 2-ADN queda destapada.

NOTA: el ejemplo del color de ojos, una vez más, es meramente ilustrativo, y el caso y las cifras son completamente inventados. El de la fibrosis quística es verdadero. En cualquier caso, ambos son un fiel reflejo de la forma de operar de las relaciones genéticas, pero el funcionamiento de los genes no es siempre tan simple, ni cuantitativo.

11

LA MUTACIÓN ES BELLA



Las modificaciones casuales del ADN son las culpables de la evolución, para bien y para mal: para bien, porque introducen mejoras en nuestro organismo que favorecen la diversidad de la vida; y para mal, porque son las responsables de la existencia o manifestación de algunas enfermedades, entre otras cosas.

La SN y la DA no crearon una trompa en el bourinejo, la trompa grande la produce su 2-ADN. Igual que las trompas mediana y pequeña, que se fabrican a partir de la información contenida en el mismo territorio del 2-ADN partiendo de versiones del código genético levemente distintas (los mismos genes de la trompa pero con algunas letras cambiadas: alelos diferentes).

Si ocurre que los individuos portadores de la trompa más grande dejan más descendientes que el resto, en la siguiente generación habrá más copias de ADN del *modelo* que fabrica trompas grandes que de los otros alelos albergados en los cuerpos de los bourinejos. Diremos que la trompa grande se ha seleccionado a favor (o que se ha impuesto por DA, depende de las circunstancias). Pero en cualquier caso esa *selección* habrá ocurrido mediante un proceso exclusivamente restrictivo: no se habrá inventado ninguna trompa nueva, únicamente se habrán depurado algunos de los ADN existentes en la población, concretamente los que fabricaban trompas medianas y pequeñas, que han bajado su frecuencia. En ese proceso no se habrá creado nada nuevo por la acción de la SN (o de la DA). La creación de los distintos *modelos* de ADN que producen distintos tamaños de trompas es un proceso anterior al filtrado de la SN o la DA, y es la **mutación.**

Igualmente, la razón por la que en 1903 nació una camada distinta de cespesarios que tenían el cuello más largo cuando antes nunca habían existido tales seres es porque algo se modificó en el ADN que les entregaron sus padres. Se había producido una mutación, o incluso varias.

El único agente constructivo que existe, el único mecanismo evolutivo que *crea*, es la mutación. La mutación sí es un evento físico-químico concreto. No es el nombre que se le otorga a la consecución de unas premisas, como en el caso de la SN o de la DA. La mutación es un cambio *de verdad* en el ADN, una alteración en la

macromolécula. De hecho, a cualquier cambio en el ADN se le llama mutación, así de sencilla es su definición fundamental. Si en el alelo que tiene el padre, y que le va a pasar al hijo, en la posición 63207 del cromosoma 3 había una A, y mientras se está empaquetando en el espermatozoide pasa a haber una C, tenemos una mutación. Hace millones de años, los antepasados de los bourinejos eran unos insectos con la trompa diminuta, y fue mediante cambios en el ADN a lo largo de las generaciones como surgieron los nuevos alelos que permitirían sintetizar proteínas que proveían de trompas medianas y grandes a sus portadores.

En este mismo sentido, recientes investigaciones han descubierto, por ejemplo, que la inteligencia superior en el *Homo sapiens* es el resultado de una mutación genética, un simple cambio en el ADN que favoreció la expansión del neocórtex, la zona del cerebro implicada en el lenguaje y la conciencia. Esta mutación aumentó la proliferación de células madre neurales, que se convirtieron en neuronas cerebrales durante el desarrollo embrionario. Por tanto, esta simple mutación podría explicar el origen del enorme desarrollo intelectual de nuestra especie, por supuesto a lo largo de plazos temporales de miles y miles de años.

Pero a algunos esto de mutación les suena a algo horrible que produce peces con tres ojos. Y, efectivamente, eso también es mutación, ya que se trata de una alteración en el ADN. Las mutaciones pueden producir cambios nocivos y mortales, igual que si se cambian de sitio o reemplazan las piezas de un reloj puede ocurrir que funcione mal. Aunque, ¿y si con la nueva distribución se crea uno que funcione igual o mejor?

Parece realmente difícil haber encontrado *mejoras* que hayan impulsado la evolución simplemente modificando el ADN, pero así ha ocurrido. Además, estos cambios han ocurrido al azar, sin orden ni plan. Por tanto, es lógico que la mayoría de los cambios que sufre el ADN sean *a peor*, aunque no todos. Han ocurrido cientos de millones en un espacio de también miles de millones de años. Todos los rasgos proceden en última instancia de la mutación, todo lo que nos

hace diferentes de nuestros primeros parientes lejanos, todo lo que nos diferencia del primer ser vivo, ha aparecido por cambios en el ADN.

Mutaciones positivas, mutaciones dañinas

En el ámbito evolutivo, al contrario que en el clínico, no se estudian las mutaciones deletéreas (las nocivas y causantes de enfermedades), sino esa minoría que genera innovaciones para el individuo o las células: las que dan lugar a *relojes* que funcionan igual, peor o mejor que el original, pero funcionan. Para los biólogos, la mutación es ese maravilloso evento de cambio en el ADN responsable de la diversidad de la vida, de que haya trompas de distinto tamaño en los bourinejos y especies distintas en la faz de la Tierra. Y para los médicos es esa dañina alteración del ADN que sufren los pacientes. Sin embargo son lo mismo: modificaciones en el ADN que causan *algo* novedoso. La bondad o maldad de la mutación, así como su importancia evolutiva, dependen de muchos factores: del tamaño y la localización de la región del ADN implicada, del momento de la existencia de los individuos en que ocurre, de en qué parte de su cuerpo se encuentra el ADN que cambia, etcétera.

Pero volvamos con Ale. Ha salido de la estación de metro y, justo en la entrada, un joven repartidor intenta que los apresurados transeúntes acepten un folleto de publicidad. Sobre un papel verde se anuncian clases de conversación en inglés con un profesor nativo. El repartidor sujeta un fajo de cientos de folletos verde oscuro, y, justo cuando le alarga la mano para entregarle uno, Ale observa que es verde claro, casi amarillento. Además, sobre su fondo amarillento las letras destacan más que sobre el verde oscuro que están recibiendo el resto de los transeúntes. Será un fallo de la imprenta, pero ese fallo ha conseguido mayor legibilidad y, por tanto, una mejor efectividad en la comunicación publicitaria. Sin embargo, no todos los fallos tendrían la misma importancia en el folleto del

profesor de inglés, porque no es lo mismo que cambie el color del papel a que falte un dígito en el teléfono de contacto. De forma similar, a pesar de que la definición elemental de mutación es sencilla (cambio en el ADN), bajo el mismo término se engloban un elevado número de situaciones distintas.

Hay cambios, mutaciones, de una sola *letra* de los miles de millones que forman nuestra macromolécula de 2-ADN que se llaman mutaciones **puntuales**. También hay alteraciones **estructurales** que afectan a una región inmensa del ADN de millones de *letras* o cromosomas enteros.

No siempre las mutaciones mayores tienen efectos más notables. Aparte del tamaño de la zona afectada, es importante considerar el contenido de la región del ADN implicada para valorar el impacto, tanto evolutivo como clínico. No es lo mismo que la mutación ocurra en un gen importante que en una región de ADN sin función. Del mismo modo que no es lo mismo una errata tipográfica en el título de un libro que la falta de una tilde en una palabra de la página 90. Por ejemplo, una mutación puntual de un gen ancestral dio lugar a la versión del gen *FOXP2*, que fabrica una proteína que tenemos todos los humanos en el cerebro, y cuya presencia es imprescindible para poder hablar, y de la que los otros primates tienen una versión antigua que se lo impide. Es una pequeña mutación que produjo un cambio importante y potencialmente útil.

Tampoco es lo mismo que ocurra en un gen que en otro, porque los hay con más importancia que otros. Se han descrito mutaciones que ocurren en genes que dan lugar a proteínas que en lugar de tener una función directa tienen una actividad genética, es decir: que dan lugar a proteínas que se encargan de comenzar una cascada de regulación de otros genes. El resultado puede ser espectacular porque mutando un solo gen se pueden estar desorganizando otros veinte. Por ejemplo, se ha observado en la mosca *Drosophila*[1] que la mutación en un único gen (Antennapedia) puede provocar que la situación genética se descontrole, y los

individuos se desarrollen con un par de patas donde deberían tener sus antenas. Todo porque no se activan los genes habituales, sino otros.

Lógicamente, a nivel experimental, en humanos no se han observado situaciones del mismo calado, y cuando ocurren aberraciones de este tipo de forma natural, se producen abortos tempranos o muertes prematuras debido a la complejidad de nuestro organismo. Pero parece razonable suponer que el proceso que llevó hace unos 400 millones de años a un antepasado de los peces a ver una de sus aletas transformada en pata, lo cual permitió su salida a tierra firme, debió de ser provocado por una mutación de este tipo. Los cambios en las cascadas causan siempre remodelaciones de calado (aparición de alas a partir de patas, por ejemplo...).[2]

Aparte del tamaño y la composición del ADN afectado por la mutación, hay un detalle de gran importancia evolutiva a tener en cuenta: no es lo mismo que la mutación ocurra en un ADN presente en las células de la llamada **línea germinal** (tejido reproductor: espermatozoides y óvulos) que en la **línea somática** (resto de tejidos: hepático, pulmonar, nervioso, sanguíneo…).

Como no es lo mismo que ocurra la errata en los folletos de las clases de inglés cuando se están diseñando que al imprimirse. Porque solamente en el primer caso la errata se extenderá a todos los folletos, mientras que si la impresora comete eventualmente errores no afectará a todos. Las mutaciones que entran en el juego de la evolución son las que ocurren en las células reproductoras de los padres, esto es, en el ADN de las células de la línea germinal: el ADN de las células con las que se va a fabricar el 2-ADN de la descendencia. Si en un individuo ocurre una mutación en el material genético del espermatozoide (u óvulo) que dará lugar a un descendiente, este recibirá un ADN diferente del que originalmente tenía su padre, y por tanto tendremos un rasgo novedoso en la nueva generación. Además, el cambio estará en todas las células del

descendiente, porque aparece en el espermatozoide con el que se crea la primera célula a partir de la cual se empiezan a hacer las copias.

Esta situación es equivalente a que el diseñador se equivocase a la hora de mecanografiar el texto del anuncio de las clases de inglés y la errata se propagase a todos los folletos. Es, por tanto, en las células reproductoras, o en las etapas muy tempranas del desarrollo del embrión, cuando las mutaciones tienen importancia evolutiva, porque se instalan en todas las copias sucesivas del 2-ADN que habrá en todas las células del individuo (incluidas también sus futuras células reproductoras).

De esta manera, la mutación se hace patente tanto en todo el individuo como en su sucesiva descendencia, *fabricada* con ese nuevo *diseño* de ADN. Lo grave que será, lo buena o mala que resulte, ya dependerá de otros factores. No es lo mismo que el error del diseñador afecte a una letra del nombre del profesor, que no supondrá un gran cambio (Mr. Wilsson, en lugar de Mr. Wilson) que si afecta a la cifra que indica el precio de las clases (6 euros la hora, en lugar de 60 euros), algo que seguramente determinará que llame un número distinto de posibles clientes.

Sin embargo, si la mutación ocurre en el ADN de alguna de las células de la denominada línea somática (en cualquier tejido que no sea reproductor), por ejemplo si mutan un par de genes del ADN de una célula de nuestro hígado, esa modificación del material genético no la va a heredar ningún descendiente, no va a pasar a la siguiente generación, sino que va a morir con el individuo en su hígado. Porque nos reproducimos con células germinales, y por tanto lo que ocurra en células somáticas (como las hepáticas) no va a ningún lado (evolutivamente hablando). Sería el caso de un folio de color amarillento que se intercala entre las hojas verdes donde se debe imprimir el folleto. De hecho, en línea somática, por lo general ocurre el tipo de mutación potencialmente dañina (a menudo cancerígena) que tan mala fama ha dado a este importantísimo mecanismo evolutivo.

En este caso, estamos hablando del tipo de mutación del que se encargan los médicos. Se trata de mutaciones de mucha importancia individual y poca colectiva, puesto que al no ingresar en la generación siguiente no tienen ninguna repercusión evolutiva. Mientras que por el contrario, son las mutaciones en la línea germinal las que han producido toda la variedad existente en la naturaleza.

12

LA FALSA LEYENDA
DE LAS MUTACIONES A LA CARTA



Los genes mutan, se transforman. Pero no lo hacen de manera adaptativa, en contra de lo que se pensaba originalmente: la mutación es preadaptativa, el entorno no comunica al ADN sus prioridades. Sí que lo transforma, aunque de forma aleatoria y sin un criterio establecido.

¿Por qué ocurren las mutaciones en el ADN? Pues por error, caos, entropía, fallos, como en todo sistema. Porque el ADN es una macromolécula que está constantemente sacando copias (reproduciéndose) y en ocasiones comete errores. Como cualquier impresora o fotocopiadora. De hecho, el ADN comete errores tan frecuentemente que hasta posee mecanismos de reparación. Pero estos, como todo servicio técnico, no son completamente eficientes.

Además de las mutaciones que se generan en la síntesis de copias, el ADN sufre diversos procesos inevitables que también explican el origen de ciertos cambios o mutaciones, como el empaquetamiento en forma de cromosomas para la división celular, la conversión génica o la recombinación, que pueden explicar muchas de estas alteraciones. Por si eso fuera poco, tiene que soportar ser una molécula que habita dentro de un cuerpo permanentemente expuesto a toda clase de sustancias y partículas que entran, salen y lo atraviesan (alimentos, bebidas, radiaciones…), muchas de las cuales tienen la capacidad de alterarlo.

La mutación ocurre frecuentemente, pero nunca se sabe ni cuándo ni dónde va a ocurrir, aunque hay zonas más expuestas que otras.[1] Además, ocurre independientemente de si produce cambios beneficiosos o nocivos en el individuo (por eso se dice que es preadaptativa). Probablemente en el siglo XXI esta idea bien releída resulta lógica. Pero antes de conocer la existencia del ADN como vehículo de la herencia, se pensaba que los cambios en las especies ocurrían como respuesta a las demandas del ambiente (lo que implicaría un proceso postadaptativo). Es decir, se pensaba que el individuo había desarrollado dedos para agarrar objetos con más facilidad. Hoy en día es evidente que no es así, primero ocurre la aparición aleatoria del rasgo (el cuello largo en los cespesarios) y después, si es beneficiosa y si se dan las casualidades pertinentes, se mantendrá o impondrá en las poblaciones.

Lo cual lleva a concluir que los individuos nacen con mutaciones que aparecen aleatoriamente y luego se ve cómo les va. Los dedos no surgieron con ninguna finalidad, en algún momento de la vida aparecieron y se han mantenido (probablemente porque quienes los poseían estaban favorecidos por SN, debido a su gran utilidad). Es difícil resistirse a usar el ejemplo clásico: la jirafa no desarrolló un largo cuello para llegar a las hojas de los árboles más altos. Primero apareció el cuello largo por azar y, puesto que les vino bien a quienes lo tuvieron, el carácter se seleccionó. Seguramente porque podían comer hojas de árbol a las que otros no llegaban. Pero eso tenemos que suponerlo, porque en realidad no se puede saber exactamente cómo ocurrió, aunque desde luego no surgió con fin alguno. Las novedades no aparecen a la carta.

CASUALIDAD ENTONCES, NO CAUSALIDAD

Hay otro tema delicado referente a la mutación que rápidamente salta a la cabeza de los más escépticos, y es la aparición simultánea en una población de la alteración de la misma región del ADN en más de un individuo. Por ejemplo, imaginemos un pez que nace con protopatas donde en sus antepasados había aletas y que se va a vivir a tierra firme; obviamente, necesitará reproducirse para tener descendencia semejante y que las protopatas sigan en el juego de la vida, y para ello necesitará encontrar a otro individuo de su misma especie con protopatas. Si existe un único ser con protopatas, para reproducirse no tendrá más remedio que volver al mar e intentar encontrar allí una pareja, que no tendrá protopatas sino las *clásicas* aletas. Fruto de la unión de estos dos individuos, en el mejor de los casos, aparecerá una descendencia que podrá tener protopatas o aletas..., pero de esta manera la evolución de la aleta a protopata no queda garantizada, es solo una posibilidad remota que dependerá de las relaciones de dominancia y recesividad que se establezcan entre los genes de los padres. Desde luego, el suceso de la colonización

del medio terrestre resultaría más sencillo si sucedieran de forma simultánea las mismas mutaciones (que aporten protopatas) en varios individuos, y estos se pudieran reproducir entre sí generando directamente descendencia con sus mismos apéndices (y así sucesivamente).

Pero como la mutación aparentemente ocurre al azar, la simultaneidad de mutaciones iguales en más de un individuo parece en principio improbable, aunque no lo es. Aclararlo supone desterrar una confusión habitual que se genera por la idea de que la mutación es un proceso aleatorio. Se postula (certeramente) que la mutación ocurre por azar, lo cual quiere decir que ocurre independientemente del efecto (neutro, bueno o malo) que vaya a tener, no que pueda ocurrir en todas las regiones del ADN con igual probabilidad. Se conoce que hay regiones más lábiles que otras; el ADN es una molécula plegada de forma distinta en distintas regiones, por tanto, por pura resistencia física hay zonas más sensibles a la mutación que otras (llamadas puntos calientes). Por eso mismo, varios individuos expuestos a un mismo agente mutagénico (presente en un determinado ambiente) pueden sufrir la misma mutación, permitiendo al primer pez con protopatas encontrar una pareja semejante con la que perpetuar la novedad. La mutación, por tanto, ocurre por azar, pero no es equiprobable a lo largo de toda la molécula de ADN.

También aparentemente podrían haber ocurrido procesos de mutaciones recurrentes en algunos periodos de la evolución gracias a la participación de los virus (y algunas bacterias). Estos entes tienen la manía de incrustar trozos de su ADN en el de sus hospedadores, dando lugar a mutaciones de forma simultánea en el ADN de todos los individuos infectados de una población. Por ejemplo, en situaciones de epidemias causadas por una misma cepa vírica. Pero a día de hoy aún es un tema de debate, que compite con otras explicaciones plausibles para la mutación recurrente. Aunque

no conviene olvidar que el impacto de estos *ADN encapsulados* que son los virus puede ser mayor de lo esperado también en el terreno evolutivo.

Ale mira su móvil, que acaba de vibrar, y comprueba en la pantalla que es un mensaje de su pareja, que en un día como hoy no puede evitar provocarle un escalofrío. Simplemente dice un «buenos días», acompañado de un emoticono. Mientras camina hacia la oficina no puede evitar teclear una respuesta. No es urgente, pero por alguna razón no espera a sentarse tranquilamente, no quiere que se demore la réplica. Por suerte, el corrector, automáticamente, igual que el servicio de reparación del ADN, arregla algunas de las palabras que Ale teclea rápido y mal mientras esquiva gente. Vivimos en la era de la informática desde hace apenas un par de generaciones, y no cabe ninguna duda de que, indiscutiblemente, los niños y los jóvenes aprenden a manejar con mayor facilidad los ordenadores que las personas de una cierta edad. Al menos más fácilmente que Ale, que todavía, como cualquiera, se considera joven. Si creyésemos en la mutación postadaptativa pensaríamos que el ADN de los jóvenes ha cambiado en respuesta a una demanda social, y que las nuevas generaciones nacen con más aptitudes que las antiguas para la informática y las redes sociales. No es verdad, pero es fácil caer en trampas semejantes a las se caía en el siglo XIX. Realmente ocurre que las nuevas generaciones desarrollan sin problema habilidades que todos poseemos en estado latente. Probablemente, al empezar a tomar contacto a edad más temprana con el uso de *gadgets* informáticos, le sacan partido más eficazmente. Pero no nacen más dotados.

Llegado el caso, si ocurriese alguna mutación, esta podría causar que por azar (mutación preadaptativa) surgiesen individuos con más habilidades genéticas innatas para la informática. Por estar viviendo en un ambiente en el que sería una habilidad útil, podrían tener más éxito y verse seleccionados a favor. Empezarían a

reproducirse más que los que no tienen las mismas habilidades, e irían poblando las generaciones sucesivas de pequeños habilidosos como ellos. Pero esto seguro que aún no ha ocurrido, para empezar porque no ha dado tiempo, y además tampoco es esperable que ocurra.

Por tanto, que nadie se llame a engaño viendo a los chavales de doce años escribir mensajes con el móvil con una destreza inalcanzable: no han nacido con un ADN modificado que les haya ofrecido unos dedos ágiles y unas conexiones neuronales diferentes, tienen las mismas que el inútil de su padre. No han sufrido esa mutación aparentemente beneficiosa. Ni en respuesta a las demandas del entorno, porque es imposible que el entorno le pida al ADN lo que necesita, ni por azar, que no sería posible porque no ha habido tiempo. Parece algo precipitado para un invento de hace poco más de un par de décadas.

En resumen, la mutación es **preadaptativa**, el entorno no comunica al ADN sus prioridades, como es lógico, y el tiempo (muuucho tiempo) es un factor que juega un papel crucial en la evolución. Dejando la oportunidad de que poco a poco aparezcan y desaparezcan variantes, y de que *pasen cosas*. Esto no quiere decir que el medio ambiente no altere el ADN, lo hace, pero sin criterio.

Ale entra en el lujoso edificio que alberga las oficinas de la empresa en la que trabaja y saluda rutinariamente al encargado de seguridad. En ese mismo rascacielos conviven numerosas empresas y, mientras cruza el vestíbulo junto a diversos ejecutivos, se contagia del ambiente de trabajo y empieza a invadir sus pensamientos con las decisiones, negociaciones y gestiones que deberá realizar a lo largo del día. Su labor consiste esencialmente en negociar con compradores de todo el mundo. Hoy va a mediar entre artistas e instituciones interesadas en crear colecciones de arte. Dentro de

diez minutos contactará con su enlace en el pequeño emirato de Hatei, donde un nuevo museo está comprando indiscriminadamente valiosas piezas de pintura contemporánea.

Cuando se estudia el cambio evolutivo se considera que hay cuatro mecanismos principales: SN, DA, mutación y migración. Este último mecanismo tiene algo que ver con la mutación, porque también incorpora nuevas variantes de ADN a las poblaciones, pero no lo hace mediante un verdadero proceso de creación. No supone la aparición de nuevos cambios físico-químicos en la macromolécula del ADN, simplemente implica su *llegada en barco*.

De forma parecida, dentro de doce meses habrá una colección hasta ahora inédita de obras de Juan Gris, Picasso y Juan Pita en una ciudad que hace menos de una década era un desierto. Ese arte habrá aparecido allí de golpe gracias a las gestiones de Ale y al dinero de un importante empresario petrolífero. Pero poco importa que no se haya creado ahí, porque a partir de ese momento los habitantes de Hatei podrán disfrutar de ello.

El movimiento de individuos, poblaciones y especies ha tenido enorme relevancia en los cambios de los ADN que existen en las poblaciones. Imaginemos cinco cangrejos de río americanos que llegasen al Tajo a su paso por Guadalajara, solo ellos aportarían muchas más variantes de ADN simultáneamente de las que aparecerían en miles de años por mutación.

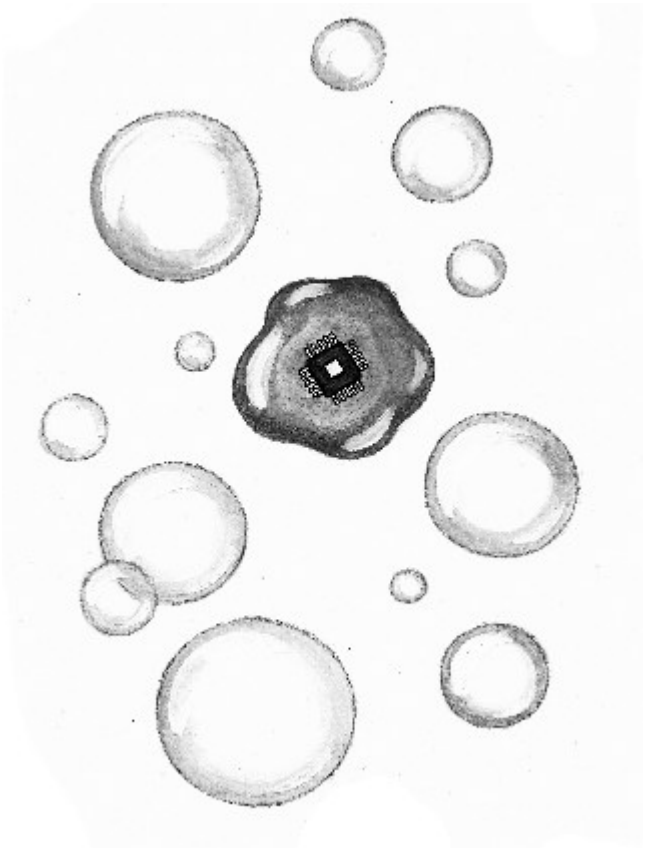
Es fácil resumir cómo opera el mecanismo: en una determinada isla habita una población de bourinejos de aproximadamente 6.000 individuos, todos ellos con la trompa larga (allí no existen otras modalidades de los genes que fabrican trompa). Si a este reino *trompilargo* llegan nadando cinco bourinejos de trompa corta, se estará introduciendo variabilidad genética, y se estará logrando el mismo efecto que si ocurriese una mutación, porque se estarán aportando nuevas modalidades de ADN que entrarán en juego. Después habría que fijarse en cómo se reproducen los distintos individuos, y qué futuro les espera a los genes de la trompa: si se imponen, desaparecen o se mantienen los recién llegados alelos de

la trompa pequeña. Pero de momento se han incorporado nuevas genéticas. Aunque no ha sido mediante un cambio químico, el efecto que se produce en la población de la isla es el de aparición de nuevas variantes (ADN novedosos), o lo que es igual: el mismo que causa la mutación. Pero claro, la migración es un mecanismo que acapara mérito de una forma un poco tramposa, porque en algún momento habrán tenido que surgir previamente mediante mutación los rasgos que vienen y van de unas a otras poblaciones. La migración es una mutación que ocurrió en otro sitio.

En resumen, como mecanismos evolutivos, la SN y la DA depuran, destruyen. La migración aporta. Y la mutación aporta, pero además creando formas previamente inexistentes.

13

DE LAS POMPAS CON MICROCHIP AL CÁNCER



En los 4.500 millones de años que tiene la Tierra debieron de surgir estructuras parecidas a las células en numerosas ocasiones. Pero simplemente serían esferas que encerraban moléculas, hasta que encontraron la fórmula para no desaparecer, para no explotar como una pompa: copiarse, es decir, reproducirse. En nuestro

organismo, de vez en cuando, una de esas pompas se reproduce descontroladamente, y así es como se desencadena el horrible conjunto de enfermedades que conocemos como cáncer.

En 1952, unos científicos llamados Stanley Miller y Harold Clayton Urey realizaron un experimento en el que sometían algunas moléculas químicas inertes a descargas eléctricas, simulando las condiciones ambientales de la Tierra hace unos 3.500 millones de años. Con su experimento consiguieron crear moléculas orgánicas, como las que encontramos dentro de las células, a partir de moléculas inorgánicas como las que se encontraban en la agitada Tierra de entonces. Un sencillo y bellísimo experimento que mostraba cómo se pudieron haber dado las condiciones en que aparecieron los primeros compuestos de la vida.

De alguna manera, las moléculas orgánicas elementales que aparecieron en los tiempos en que se originó la vida quedaron encerradas en microesferas que serían antiguos *simulacros* de células. Lógicamente nadie estaba allí para testificar el día de autos, pero el proceso debió de ser algo semejante a lo descrito y observado por Miller y Urey, y ocurrió en la antigua Tierra de las altas temperaturas.

Encerrar moléculas en una esfera no es tan complicado como parece, hay muchos compuestos en la Tierra que por sus características químicas tienden a comportarse como pompas de jabón. Pero habría sido cuestión de poco tiempo que esas protocélulas hubieran acabado agotándose y degradándose en aquel clima intempestivo, si no hubiese ocurrido el acontecimiento clave: adquirir la capacidad y la tendencia de copiarse, de reproducirse, antes de desaparecer. Esas pompas que encerraban moléculas necesitaban tener un microchip que supiese dividirlas, reproducirlas antes de desaparecer. La reproducción es la clave para que perdure la vida. Y ese microchip es la molécula de ADN.

Las protoesferas podrían haber surgido millones de veces en la Tierra, pero si no se hubieran copiado antes de desaparecer nunca habrían llegado a ser interesantes. Imagina a tu sobrino haciendo

pompas de jabón: ¿no sería fantástico que de repente una de las pompas encerrase una molécula que, antes de estallar, diera lugar a una pompa nueva? Eso sí sería novedoso. De forma parecida, en la historia de la vida lo realmente interesante no es la aparición de pompas con moléculas dentro, sino la aparición de pompas que antes de estallar dejan una copia. Desde entonces, ha habido una serie de unidades que han ido dejando copias de sí mismas y desapareciendo tras ello, en una cadena que nunca se ha roto desde hace 3.500 millones de años. En otros momentos de la historia pudieron surgir otras protocélulas, pero si no tenían afán por copiarse, entonces nosotros no venimos de ellas.

Se puede precisar un poco más si además tenemos en cuenta que las moléculas que encierra la pompa se van modificando con el paso de las generaciones, y entonces deciden hacer pompas más originales: elípticas, filamentosas, más grandes, más pequeñas, forradas por dentro, compartimentadas, con distintas funciones, agrupaciones de miles de pompas que viajan juntas y trabajan al unísono… Las moléculas que rigen las pompas sufren cambios que modifican sus planes e intereses, y que dan lugar a las distintas formas de vida: bacterias, chopos, koalas... Pero nunca olvidan sacar una copia antes de desaparecer. Reproducirse.

Los seres vivos más complejos estamos constituidos por millones de esas pompas que funcionan de forma sincronizada. Pero la reproducción de una sola célula no es distinta de la de todo un individuo, es tan solo una cuestión de escala. Es más sorprendente que apareciese la primera célula que supo dividirse que la aparición de los seres multicelulares: las plantas, hongos y animales cuyas células se coordinan para reproducirse incesantemente.

Si no olvidamos que esas pompas son nuestras células, podremos entender la existencia de una de las enfermedades más conocidas y delicadas que existen, el cáncer. La imparable tendencia a reproducirse que ha garantizado que la vida no se haya extinguido, el afán del microchip por dividir a su pompa, ha provocado que las células hayan desarrollado mecanismos internos de control para

gestionar el proceso. La célula ya no es una simple pompa, es una pieza de un complejo cuerpo que trabaja de forma coordinada para cumplir una función en el conjunto del individuo; por tanto, la división, la reproducción individual de cada célula, solo debe ocurrir en momentos concretos. Pero a veces esos mecanismos de control de la división celular fallan, y cuando una célula pierde el control, su tendencia reproductiva natural la lleva a reproducirse indebidamente, causando un tumor.

Sí, una sola célula descontrolada es capaz de causar un tumor, así de frágiles somos, y si éste tiene además capacidad de invadir otras partes del cuerpo, entonces estaremos hablando de un cáncer. Una sola célula de la piel, por ejemplo, puede acabar invadiendo completamente y trasladando su descontrol a las células del pulmón o de cualquier otra parte de un cuerpo. Lo cual no es de extrañar si entendemos que las células son ante todo pompas con ganas de reproducirse. Y el cáncer no es más que células descoordinadas, que no se están reproduciendo cuando le viene bien al conjunto, al cuerpo entero, sino a ellas mismas. Todas las variedades de tumores y cánceres tienen algo en común: que comienzan con una de esas células que no respeta la organización.

La anarquía celular, origen del cáncer

La razón por la que ciertos hábitos de vida y agentes externos son cancerígenos es porque alteran el delicado control al que tiene que estar sometido el ciclo celular. Por ejemplo, una exposición a determinada radiación puede alterar algún gen importante en el control del 2-ADN y desatar el afán reproductivo latente que tiene toda célula.

El origen del cáncer es multifactorial. Es innegable que hay factores genéticos que predisponen a ello (se calcula que un 10 por ciento de los tumores cancerosos están causados por pequeños fallos de regulación escritos en nuestros genes, y contra esos

pequeños dictadores poco podemos hacer), pero eso no significa necesariamente que las personas afectadas por su carga genética desarrollen un tumor, sólo que tienen más probabilidades que otra cuyos genes no tengan esa marca.

Sin embargo, hay una serie de elementos externos que aumentan las probabilidades de que aparezcan tumores; son los denominados agentes carcinógenos, factores físicos, químicos y biológicos. La edad (es innegable que cuanto más tiempo vivimos, más hay también para que se produzcan descoordinaciones en nuestras células); las ya mencionadas radiaciones (en especial los rayos UVA, los rayos X y las radiaciones nucleares); el alcohol y el tabaco; determinadas sustancias químicas (entre otros, arsénico, amianto, benceno, cadmio, mercurio, níquel, alquitrán, hidrocarburos clorados o naftilamina); la debilidad del sistema inmunológico, o incluso las infecciones por virus. Todo aquello que altere el estado de armonía que requiere un sistema que debe coordinar a billones de células.

Y la buena noticia es que, justamente porque son agentes externos, podemos llegar a controlarlos de algún modo, o al menos a minimizarlos. Una gran parte de los casos de cáncer pueden ser prevenidos evitando factores de riesgo, como el tabaco, el abuso del alcohol o de la exposición al sol, una mala alimentación... El conocimiento y conciencia de los factores de riesgo de cada persona ayuda a prevenir esa potencial anarquía de nuestras células que tanto daño nos provoca. En ese sentido, un estilo de vida saludable, una dieta equilibrada, ejercicio regular y controles médicos periódicos nos pueden ayudar a prevenir, y, por supuesto, a vivir mejor.

14

UNA GOTA EN EL OCÉANO DEL TIEMPO



Eso somos. Hay quien tiene una visión antropocéntrica del universo, y eso está bien, pero lo cierto es que la evolución humana, nuestra misma existencia, es una parte muy pequeña del universo conocido, del propio tiempo, y que cada cambio, cada adaptación, ha necesitado de muchas generaciones para hacerse efectivo.

Ya sabemos bastante de las limitaciones que impone la mutación para *fabricar* superhéroes auténticos, pero seguramente lo más complejo de entender del proceso de la evolución es lo más sencillo: el papel del **tiempo**. Para que ocurran los cambios que han llevado desde la microesfera, protocélula o célula primitiva hasta un ser humano hecho y derecho a golpe de mutaciones ha pasado muchísimo tiempo. Se han invertido millones de generaciones. A nuestra cabeza adaptada a una vida de comer, dormir y reproducirse le resulta mucho más difícil comprender cuánto tiempo lleva la vida en marcha que entender que si duermes se te quita el sueño, que un elefante es más grande que una persona, que una hormiga es más pequeña y menos fuerte o que si comes dejas de tener hambre (que es el tipo de reto adecuado para nuestro cerebro). Comprender que la vida empezó hace 3.500 millones de años resulta tan poco sencillo como tratar de valorar una fortuna de 60.000.000.000 millones de euros.

Sin embargo, hemos aprendido algo mucho más complejo: todas las novedades y cambios que han aparecido desde la pompa primigenia se han producido por mutaciones al azar en el ADN. Como eso parece difícil de comprender teniendo en cuenta que la mayoría de las mutaciones son nocivas, en el papel que juega el tiempo debe de estar gran parte de la explicación de por qué no nos entra en la cabeza. El tiempo transcurrido tiene que ser el suficiente para que a base de intentar cambios, y a base de que estas novedades se reproduzcan, acabe apareciendo todo: los cactus, los rinocerontes y Los Chichos.

Vamos a ver un ejemplo futbolístico. No importa si no conoces las reglas del fútbol. Con que sepas que existe un deporte que se llama fútbol y que tiene una duración limitada y unas reglas concretas es suficiente para entender esta metáfora que trata de explicar el papel del tiempo en la historia de la vida aprovechando

una victoria deportiva que a muchos aún embriaga de placer. En la final del mundial de fútbol de Sudáfrica 2010 (España 1- Holanda 0), el árbitro señaló el final del encuentro en el minuto 122, después de una eterna prórroga. Si la vida hubiera comenzado en el minuto 1 de la primera parte, e hiciéramos coincidir el pitido inicial con la aparición de las primeras protocélulas, hasta el minuto 10 de la segunda parte (min. 55) no aparecerían los primeros seres pluricelulares (sólo habría bacterias y algas), y hasta 30 segundos antes de que acabase la primera parte de la prórroga (min. 104) no aparecerían los primeros antepasados de los peces (es decir, mucho después de que acabase el tiempo reglamentario y empezase el tiempo extra). En el minuto 3 de la segunda parte de la prórroga (min. 108) aparecerían las plantas terrestres y los anfibios; los reptiles lo harían en el minuto 6 y 30 segundos de la segunda parte de la prórroga (min. 111); los mamíferos aparecieron en el minuto 115, y un minuto después marca Iniesta el gol que daría el título al combinado español. Ya en el tiempo de descuento del partido, irían apareciendo los prosimios, y después de ellos nuestro antepasado lejano, el *Australopithecus* (el primero que se parece ya algo al ser humano). A 4 segundos del pitido final lo haría el *Homo habilis*. Cuando el colegiado ya ha consultado su reloj y quedan menos de 2 segundos para pitar, aparece el *Homo erectus*, el primero que salió de África.

Pero todavía no hay ni rastro de nuestra especie.

Tan sólo 3 décimas de segundo antes de que pite el árbitro, cuando ya tiene el silbato en los labios y los pulmones hinchados, cuando Holanda se desmorona y el público ya es consciente de que el mundial termina y España es la campeona, entonces aparece el *Homo sapiens*, nuestro antepasado, hace 150.000 años. No hay tiempo en esta analogía para que tenga sentido hablar de culturas primitivas ni desarrolladas, Paleolítico, Neolítico, Sumerios, Egipto, Grecia, Roma... Todo se mezcla ya con el sonido del silbato y la montaña de los futbolistas abrazados celebrándolo.[1]

Quizá la analogía pueda dar respuesta a algunas de las inquietudes que surgen cuando nos preguntamos por qué no vemos evolucionar ni surgir novedades notables en la ridícula duración de nuestras vidas. Nuestro papel es ínfimo y corto, aparte de que nuestro diseño cerebral no es el más adecuado para entender el pasado.[2] Aun así, aparte de ser testigos de los resultados de la evolución, podemos ser testigos de pequeños cambios en nuestra propia especie, como son las características de cada etnia en cuanto a color de piel, forma del cráneo, distribución de grasas, etcétera, que apenas han tenido los segundos finales del partido para aparecer.

Pero más que hablar del ser humano, es interesante comprender cómo la mutación ha dispuesto de mucho tiempo para dar lugar a todo lo que subsiste (y a lo que ha desaparecido), siempre estando todo este proceso posteriormente regulado por SN y DA. Otro detalle que también es interesante valorar es el hecho de que mientras algunos de los descendientes de los primeros seres vivos acumulaban cambios y daban lugar a nuevos organismos, otros permanecían parecidos a sus antepasados. Porque la aparición de nuevas especies no implica la desaparición de las anteriores. Hubo un momento en que todos los individuos de la Tierra eran bacterias arcaicas, y a lo largo de generaciones los hijos de algunas de ellas dieron lugar a bacterias levemente modificadas. Pero otros siguieron teniendo descendencia sin modificación.

Dado que todas las especies provenimos de antiguos organismos unicelulares, es obvio pensar que las bacterias han cambiado menos en el mismo tiempo que los antepasados de los animales y las plantas. Sin embargo, todas las especies cambiamos, en menor o mayor grado. Nuestro pariente más cercano es el chimpancé, pero no descendemos de él. Tanto los chimpancés como los lectores descendemos de una especie común, que vivía hace cinco millones de años. Era peluda y saltaba habilidosamente de rama en rama. El chimpancé ha acumulado menos cambios y se parece más al ancestro común, nosotros en el mismo tiempo nos

hemos diferenciado más. Pero en estos cinco millones de años los chimpancés también han evolucionado; luego no descendemos de él, sino de un pariente de ambos. *Nadie* se queda igual tanto tiempo.

Volviendo a las bacterias, una especie llamada «de las chimeneas de azufre» (*black smokers*) permanece prácticamente sin modificar desde hace unos 1.500 millones de años. Algunas de estas especies, normalmente consideradas poco evolucionadas por no haber cambiado, deberían recibir el prestigioso premio a las más adaptadas. Porque tendremos que cambiar mucho las cosas para que una especie como la nuestra, que presume de ser lo más alto de la gama, dure más de dos minutos de partido.

15

TENDENCIA AL CAOS, VIDA EXTRATERRESTRE Y APOCALIPSIS



La vida no es más que un intercambio de energía, uno más entre la infinidad que ocurren continuamente en el universo. Sin embargo, aparte de ser interesante por ser «el nuestro», tiene otro rasgo muy original, y es que consiste en gastar energía, casi diríamos que en derrocharla. La vida es puramente consumista.

Ayer Ale dedicó un buen rato a la inevitable tarea doméstica dominical de ordenar el armario. Esta mañana al levantarse todo estaba en su sitio, desde la ropa interior hasta los zapatos. Lo ha encontrado perfectamente organizado, como solo lo está la primera vez que uno lo abre después de una jornada de orden. Su armario, y el tuyo o el mío, como cualquier sistema del universo, sufren una tendencia natural al caos. Aunque Ale nunca volviese a entrar en su casa, en unos meses las prendas empezarían a caerse de las perchas. Pero puesto que esta tarde Ale va a cambiarse de ropa antes de salir a cenar, sabe que mañana, sin ir más lejos, ya lo va a encontrar más desordenado que hoy. Esta tendencia al desorden es aparentemente inevitable, en el armario, en la guantera del coche y en tus cromosomas. Solo se puede intentar combatir de una manera: gastando energía. El armario necesita que alguien ponga orden para evitar desorganizarse progresivamente, y ese orden lo pones tú, con tus manos: doblando, colocando, disponiendo... y gastando por dentro mucho ATP.

De forma similar a un armario, el suceso de la vida consiste en combatir la tendencia natural de cualquier sistema a volverse caótico, la propensión natural al desorden tan patente no solo en la física y la química, sino también en nuestro cajón de los calcetines. Algo que en termodinámica se llama *entropía*, y que es una ley de la física que rige el universo, como la atracción gravitatoria o el magnetismo. Todo sistema tiende a desordenarse de forma natural, las células, las moléculas de las células o las estanterías de productos de los supermercados. Con el paso del día, si no se evita, el supermercado estará más desordenado, y en el fondo eso implica que está más degradado. Para que la pompa con microchip o ADN dictador no se desintegre necesita que un montón de procesos funcionen bien, y eso, como el orden y la organización, cuesta *esfuerzo*. Que un paquete que se entrega en la recepción de un

edificio llegue a su destino implica la coordinación del servicio de mensajería, el recepcionista, el bedel, etcétera. Cuesta energía, aunque solo sea en el cerebro y en las piernas de los implicados. Para que una pompa con microchip no salte por los aires con el paso del tiempo se necesita ATP, y por eso es lógico que de vez en cuando ocurran mutaciones, que no son más que pequeños fallos. La vida es una lucha por el orden y la organización que se ha encerrado en una célula, y que gasta energía en evitar desmoronarse. Mantener la vida no es tan distinto de contratar un servicio de limpieza para que mantenga la casa apañada, pero lo interesante es que el orden de la vida nadie lo encargó. Sencillamente ocurrió.

A una determinada reacción físico-química de los millones que ocurren en el universo se la nombra de una determinada manera («vida») porque merece la pena prestarle más atención que a las erupciones volcánicas de Saturno. Nos interesa porque nos afecta, pero también porque es un proceso que persiste de forma natural dado que gasta energía en mantenerse, y que sabe evitar la desaparición y subsistir. Antes de que la célula se degrade hasta la extenuación, cuando ya ni siquiera gastar energía es suficiente para mantenerse, antes de que envejezca oxidada hasta desaparecer, antes de que se rinda, antes de que deje de mantener el orden y se estropee como irreversiblemente impone el paso del tiempo, la célula da lugar a una nueva donde se mantiene esa lucha contra el desorden (a costa de energía, por supuesto).

La unidad de la vida es la célula, y la verdaderamente elegante aportación del proceso es la reproducción. Mirando a las células como pompas con microchip, poco importa si la célula que se divide es una más de las de la piel o, por el contrario, es una de esas células que dan lugar a un nuevo individuo; el hecho es que la habilidad de mantener el orden va escrita en el microchip que pasa de célula en célula antes de desmoronarse y desaparecer.

Esta rutina apareció hace 3.500 millones de años y nunca se ha detenido, porque la reproducción es incesante. Todo se estropea, sin embargo solo la vida *se copia* antes de degradarse totalmente. Pero además, de forma muy práctica, ha ocurrido que la vida se ha refugiado en diversos rincones (plantas, animales, hongos, bacterias...) y tiene una infatigable tendencia a perpetuarse, de forma que, aunque falle eventualmente, la mecha sigue encendida en otros puntos.

La vida en el fondo es algo tan sencillo como un sistema que gasta energía en evitar la tendencia natural a desorganizarse, y cuando ya es inevitable se renueva. Claro que si lo piensas mientras escribes un correo electrónico para resolver un problema con un cliente de tu empresa no resulta muy intuitivo asumir que eres una pompa con un microchip. Estamos acostumbrados a mirar a la vida desde lejos, como si no fuese con nosotros.[1]

Es la hora del descanso, y en pequeños grupos, los empleados de la empresa donde trabaja Ale se reúnen en una sala diseñada a tal efecto. Allí hay algún bollo y una de esas cafeteras que derrochan cápsulas metálicas. La mayoría de la gente se abstiene de comer para poder hablar de sus progresos en el gimnasio, o se trae un sándwich de pavo de casa. La conversación con los otros descendientes de las pompas con microchip que acompañan a Ale trata hoy sobre un programa de televisión que la mayoría de sus compañeros vio anoche. En él se analizaban unos sucesos ocurridos en una remota población de solitarios estadounidenses que afirmaban haber tenido contacto directo con extraterrestres. Una compañera de Ale defiende vehementemente la existencia de vida exterior basándose en relatos escuchados a su abuela en un solitario pueblo segoviano. Ale no cree en ello, bastantes preocupaciones le plantea su vida cotidiana y bastante marcianos son ya sus vecinos como para preocuparse de lo que ocurre en otros planetas. Sin

embargo, se pregunta si es posible que haya vida en otras partes. Y como pasa casi siempre que uno se pone serio, la respuesta es incierta y aburrida.

Es muy probable que haya vida, pero desde luego idéntica a la nuestra no. Si existen otras formas de vida en algún otro planeta serán distintas, porque la que observamos en la Tierra no es óptima, al contrario: es puramente casual e ineficiente. Sabemos que no responde a ningún diseño lógico, sino al azar o la adaptación. Por tanto, si existe otra vida, el experimento saldrá, cuando menos, algo distinto. Son demasiadas las coincidencias que han llevado a una organización de la vida como la de la Tierra.

Sin embargo, no es descabellado concluir que pueden haber surgido sistemas con tendencia a combatir el desorden gastando energía y reproduciéndose antes de colapsar. Puede haber equivalentes a la pompa con microchip en otras partes del universo, pero no tendrán ojos y orejas, eso seguro. Evidentemente, pese a no ser imposible, es muy difícil que se den las circunstancias necesarias para que se repitan procesos como los que se han dado en nuestro planeta, en el que ocurrieron las condiciones adecuadas en el pasado para que se formasen esas protocélulas con habilidad replicativa. Además, la Tierra se encuentra a una distancia ideal del Sol. Un poco más cerca, las moléculas orgánicas que nos forman se desnaturalizarían, un poco más lejos no se darían las reacciones..., así que si quieren *montar* una vida en otra parte tendrán que hacerlo con las condiciones que allí tengan, por lo que probablemente no les va a *salir* ni siquiera parecido.

Pero, sobre todo, la respuesta a la pregunta depende de una gran incógnita: de lo grande que realmente sea el universo. Si la probabilidad de que surja alguna clase de vida es tan baja como de una entre un trillón, y resulta que hay dos trillones de planetas, seguramente habrá vida en dos de ellos. Allá donde estén, esos otros seres vivos no serán parecidos a nosotros, ni usarán teléfonos, y su existencia ni siquiera tiene que estar basada en el carbono, ni

en el ATP. Pero si son pompas que se reproducen y se mantienen evitando el colapso... ¿Por qué no se van a llamar seres vivos? Por supuesto que sí. Tanto como nosotros.

Y ¿SE VA A ACABAR LA VIDA?

Con total seguridad se acabará en algún momento, porque la tendencia al desorden no se puede combatir eternamente, es una batalla perdida de antemano. En primer lugar, existe una permanente amenaza en forma de agentes externos —periodos de cambio climático, movimientos tectónicos, meteoritos y factores semejantes—, aunque es probable que ninguno de ellos tenga potencial para eliminar simultáneamente a todos los seres vivos. Aunque un meteorito (de todos estos agentes es el de mayor daño potencial) eliminase a la mayoría de los seres pluricelulares, sería difícil que acabase con las bacterias (hay especies capaces de vivir en géiseres), ni siquiera con las cucarachas. Otra cosa distinta y más grave sería que el meteorito sacase de órbita a la Tierra y nos dejase a otra distancia del Sol...

Por supuesto, también hay que recordar el potencial del hombre, capaz de provocar un efecto invernadero o de hacer llegar patógenos de Madrid a Auckland en un cargamento de neumáticos, o en el estómago de un viajero, en apenas unas horas, pudiendo con ello originar pandemias en cuestión de días. El ser humano parece capaz de destruirse a sí mismo y a buena parte de los animales y plantas. Pero si eso ocurriera, la vida todavía seguiría refugiada en bacterias y protozoos.

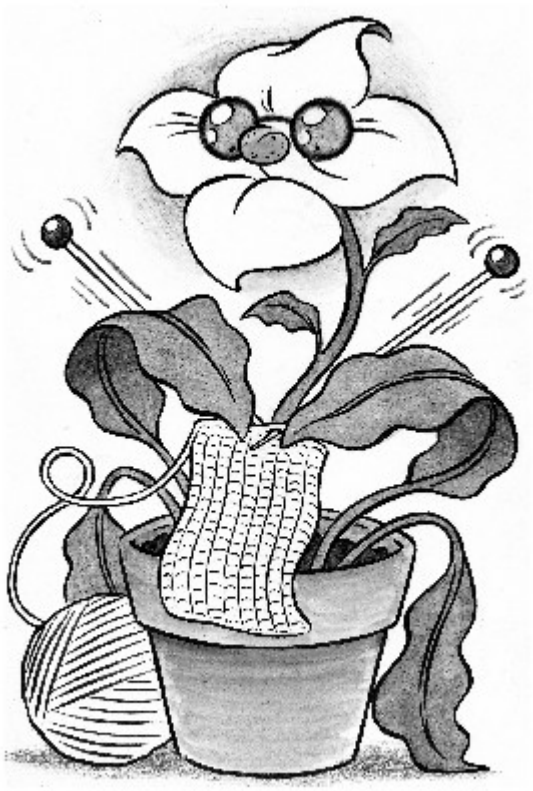
Sin duda el peor enemigo de la vida es el tiempo, una vez más. Es cuestión de tiempo que algún suceso termine con todos los seres vivos. Por ejemplo, que el Sol, que es la fuente fundamental de toda la energía que nos llega, se apague y comience la decadencia.[2] La energía que comemos en forma de enlaces de carbono y que permite a las células seguir viviendo llega a nuestros alimentos a

través de la captación que hacen las plantas de la energía solar (es la forma de vida de estos seres, grandes secundarios de este libro). La energía fundamental de la vida es la que le sobra al Sol, convertida en la divisa empleada en el planeta Tierra. Si algo es imprescindible para cualquier ser vivo es la energía (para contrarrestar la tendencia natural al desorden); por tanto, cuando falte la fuente principal empezarán los problemas incluso para las bacterias. Así que cuando se agoten todas las fuentes de energía (geotérmica incluida), la vida en la Tierra tendrá los días contados.

¿Y fuera de la Tierra? Eso es algo que sin duda todavía no estamos en disposición de saber.

16

TODOS SOMOS PARIENTES,
Y LAS PLANTAS, NUESTRAS TÍAS-ABUELAS



Todos los seres vivos somos parientes, porque somos descendientes de antepasados comunes. Con algunos parientes compartimos antepasados relativamente cercanos, como por ejemplo con los otros primates. Con otros nuestro vínculo es más lejano, como con las plantas o los hongos. Pero todos

descendemos de seres vivos que fueron buenos reproductores y se sometieron al proceso de la evolución, y que de alguna manera supieron aprovechar la energía del Sol para sobrevivir.

Tanto tu jefe como tus compañeros, igual que las jirafas y las plantas, son parientes, aunque evidentemente hay familiares más cercanos que otros. Para ilustrarlo, cabe recordar que si se muere el actual rey de España y otras catorce personas concretas, un tal Beltrán Gómez-Acebo de Borbón heredaría el trono por estar en la posición número 16 en la línea sucesoria. Dado que todos los animales terrestres somos descendientes del pez-anfibio que salió del agua y colonizó la Tierra, todos estamos emparentados. Por tanto, en la línea sucesoria al trono de España, en el puesto 3.465.000 estarías tú, en el 122.000.000 Nicolás (tu amigo francés), en el 9.870.000.000.000 un orangután de Borneo y en la posición 1.854.000.000.987 estaría un cangrejo de río. Este último muy por detrás de las ratas, pero delante de los erizos de mar y las estrellas. El majestuoso delfín y la ballena, al ser mamíferos como nosotros aunque marinos, ocupan puestos de privilegio en la línea sucesoria. Los ficus y otras plantas de tu portal también tienen su lugar en la línea sucesoria, no hay que olvidarlo. Aunque por sus características pasivas no tienen intención de reivindicarlo. Pero, en efecto, todos los seres vivos somos parientes, descendientes de alguna célula lejana con capacidad autorreplicativa. Así que las bacterias que nos ayudan a hacer la digestión también podrían reinar, si se diesen las circunstancias.

Analizando las semejanzas entre plantas y animales puede resultar llamativo pensar que ellas y nosotros funcionamos con la misma *gasolina* (ATP), a pesar de que ellas no tienen cupones de pizzería con servicio a domicilio en sus neveras, ni siquiera piernas para ir a un restaurante. De toda la inmensidad de productos que ofrece el universo funcionamos con lo mismo, lo cual indica un parentesco, aunque sea lejano. A pesar de ello pensamos en las plantas con mucha altivez, como si fueran los primos pequeños de nuestra pareja. Pero es un desprecio muy equivocado, porque las

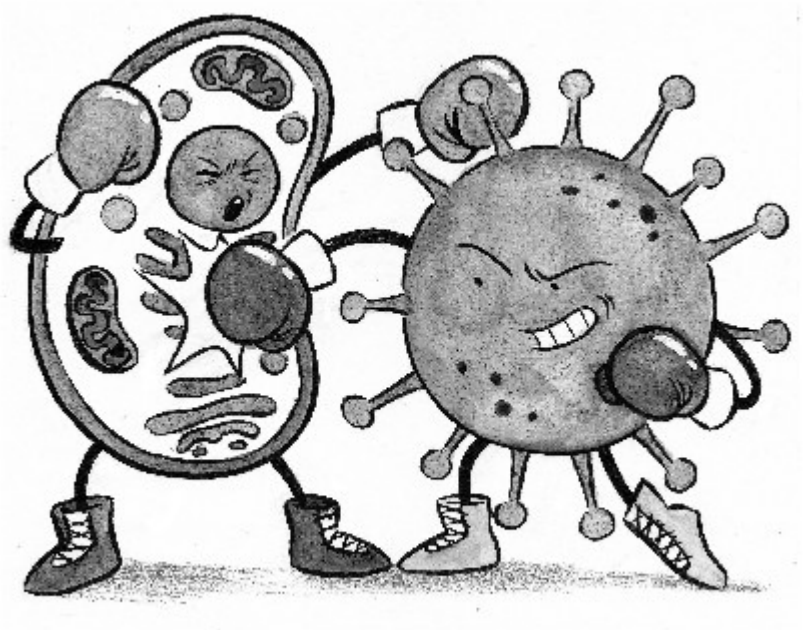
plantas son nuestras encantadoras tías abuelas, las que además hacen la tarea más importante: traen a la Tierra la energía del Sol, que, después de procesada, gastamos todos.

Como hemos comentado, la energía que *comemos* en forma de enlaces de carbono y que permite a las células seguir viviendo y tener la ropa interior doblada, procede en última instancia de la energía solar. Las plantas son el conducto primordial de entrada de energía en la Tierra y convierten el calor del Sol en la divisa empleada en nuestro planeta. Usan la energía del Sol para transformar lo que captan del suelo en compuestos con ricos enlaces de carbono, algo que los animales no sabemos hacer. Los animales solo sabemos comérnoslos y obtener ATP a partir de ellos. Es como si nosotros fuésemos un coche, el Sol fuese un pozo de petróleo y las plantas, refinerías. De esta manera, desde el Sol la energía se instala en la planta, de la planta pasa a la vaca que se la come y la usa para vivir y estructurarse, y de la vaca (o de la planta directamente) a nosotros. Un buen filete no es más que un poquito de la energía del Sol que sobra después de ser utilizada por *todos* los anteriores, un poco de aquella energía solar que en primera instancia captó una planta.

Por tanto, la energía fundamental de la vida es la que emite el Sol. Aunque esa energía los humanos solamente la sabemos utilizar para ponernos morenos, producir vitamina D y ver al de enfrente. Así que necesitamos a las plantas para que la transformen en algo que genere ATP, las plantas *nos la traducen*. De manera que queda claro que las necesitamos, y mucho. Después de todo, somos parientes.

17

LOS VIRUS, ESOS SUPERVIVIENTES
A COSTA AJENA



Hay una forma de existencia alternativa a los seres vivos muy elemental, pero que es capaz de condicionar nuestra vida como pocas: los virus, que se apoderan de nuestras células, nos utilizan para reproducirse y muy a menudo nos enferman. Constituyen la forma más básica de perpetuación del ADN y su voluntad reproductora no conoce más límites que nuestras defensas.

Un caso asombroso de la imparable tendencia a copiarse o reproducirse del ADN es la existencia de los virus, esos extraños seres conocidos por causar enfermedades. Aunque los hay de muchos tipos y características, en esencia los virus no son más que una molécula de ADN[1] y una envoltura temporal, no son ni siquiera una célula. Esa envoltura los aísla del exterior mientras viajan de célula en célula. Son menos que una bacteria o que cualquier célula porque no tienen orgánulos especializados ni moléculas para ninguna función. Ni siquiera poseen maquinaría para procesar y obtener energía. Por eso existe un debate abierto sobre si los virus deben ser considerados o no seres vivos, porque por sí mismos no son capaces de reproducirse.

Solo tienen su ADN, y necesitan que los hospedadores les prestemos la célula. Es decir, si imaginamos que los seres vivos somos un teléfono móvil, que puede ser de muchos modelos y marcas distintas, los virus no son más que una tarjeta SIM, un trozo de ADN buscando donde insertarse para poder funcionar. Eso sí, tienen lo más importante: el microchip.

Aunque existe una inmensa variedad de virus distintos, un virus prototipo podría ser algo tan sencillo como una molécula de ADN que solo tiene tres genes. Dos los utiliza para fabricar y ensamblar las proteínas de su sencilla envoltura, que lo aíslan del medio exterior mientras va de una célula a otra y que permiten que se adhiera y penetre en las células que infecta. Y otro gen le permite cortar el 2-ADN del *anfitrión* e insertarse en él, para camuflarse y formar parte del material genético del huésped.

Una vez insertado, el hospedador se encarga de cumplir los designios del ingenioso ADN *camuflado* y sacar nuevas copias del virus; un ADN con tres genes cuyo único fin es la pura reproducción, ni de alimentarse se preocupan. El virus se introduce en la célula huésped, inserta su trocito de ADN en el 2-ADN, usa la maquinaria

de la célula huésped para *leer su texto* insertado y generar copias, encierra las copias en las proteínas de la envoltura y se marcha. Tras este proceso, la célula huésped suele quedar destruida, produciendo ese malestar y dolor muscular que ahora mismo siente Ale mientras teclea correos electrónicos. En realidad no sabe si está enfermando o es simplemente cansancio, o incluso estrés por su cita de esta noche. Pero en cualquier caso, seguramente las células de sus defensas estén librando en este momento alguna batalla contra alguno de estos avispados ADN infectivos, quizá el de la pesada gripe de cada invierno. Por suerte lo normal es vencerlos. Aun así, el afán replicativo de estos ADN lleva a que se propaguen exitosamente por el mundo. Si no fuese por nuestras defensas, que destruyen y trocean su ADN hasta volverlo inútil, un solo y simple virus podría acabar con nosotros y se marcharía a otro cuerpo a propagarse imparablemente, como los zombis de las películas.

Los virus no son nuestros parientes lejanos como las bacterias, no se trata de seres vivos simples que existen desde hace millones de años generación tras generación. Son una forma de existencia alternativa mucho más elemental. Afectan a todas las especies de seres vivos del planeta, y si nuestras defensas no tuviesen forma de resistirlos ya nos habrían hecho desaparecer. Son entes que existen como consecuencia de la ambición reproductiva del ADN, y nacen nuevas cepas constantemente. A veces accidentalmente se pierden fragmentos de ADN que se aíslan y se independizan, y su ambición replicativa los hace propagarse, y así han surgido y surgirán virus a lo largo de la historia.

Olvidando su lado dañino, desde el punto de vista evolutivo los virus resultan interesantes como la forma más básica de autoperpetuación de material genético (junto con semejantes como los viroides y virusoides). Lo llamativo que nos enseñan los virus es que hasta el ADN más elemental, tan elemental que no pertenece ni a una célula, es decir, que no es ni de un ser vivo, puede albergar lo necesario para sobrevivir: un mecanismo para sacar copias (aunque sea recurriendo a *herramientas* de las células que invade). Es como

si las tarjetas SIM supiesen cómo entrar en las tiendas de móviles y autocopiarse para evitar desaparecer cuando pierdes tu teléfono. Así de poderoso es el *instinto* de supervivencia del ADN.

Por supuesto, el resto de los ADN que pueblan el planeta (los de las bacterias, los de nuestras células, etcétera) tienen la misma esencia de superviviente. La diferencia es que los ADN víricos no poseen otras funciones, solo lo justo para propagarse. Pero en el fondo, todo lo demás son procesos adicionales que hacen más complicado el fundamental, que es reproducirse: coordinar células, alimentarse, sobrevivir.

Un virus típico tiene tres genes, suficientes porque su replicación es sencilla. El genoma humano tiene aproximadamente 20.000 genes, porque para cumplir la misión de persistir tiene que pasar el ADN a la siguiente generación con mucho más trabajo: crecer, alimentarse para sobrevivir, respirar, hacer la digestión, encontrar pareja para reproducirse y criar a la *copia*, etcétera.

La existencia del virus y la de un mamífero (como tú) nos enseñan estrategias distintas mediante las que los ADN de ambos han conseguido sobrevivir, y aunque una es más rápida y otra más lenta, las dos son buenas porque subsisten. Aunque una es más simple y otra es más compleja, las dos son válidas, porque no se ha extinguido ni el ADN que tú llevas dentro, ni el del virus que se propaga por tu oficina. Solamente podemos considerar fórmulas *malas* a las que han desaparecido, porque han sido poco exitosas al no conseguir que el microchip se copie una vez más.

*

En la mesa de al lado de la de Ale, su compañero Ramón recibe la visita de un amigo, probablemente otro trabajador de alguna empresa cercana. Es la primera vez que Ale lo ve, y le sorprende que en lugar de hablar de fútbol comenten, en un tono de voz que no usarían si su jefa no hubiese salido, un combate de boxeo

reciente. Sus alardes y conocimientos sobre la materia, poco acordes con su estado de forma, resultan bochornosos y poco interesantes, así que mira hacia otro lado mientras espera la llamada de Hatei, su importante cliente.

Su mirada se fija en un punto infinito y su mente empieza a vagar. Comienza a ver células y moléculas de ADN. En una esquina de un imaginario *ring* de boxeo, ve una célula (llamada célula X) con un 2-ADN que tiene un solo gen que provoca que su hospedador se divida eficazmente, dando lugar a otra célula nueva cada 24 horas. En la otra esquina hay otra célula (llamada Y) cuyo 2-ADN no alberga ningún gen de este tipo, tiene solo un gen para fabricar lo necesario para sobrevivir 24 horas. Las células comienzan a chocar entre sí con el fin de dañar al oponente. La célula ganadora recibirá de premio una dosis de ATP. ¿Qué célula aguantará hasta el último asalto?

Si se tratase solo de dos células jugándose una final, no sería osado concluir que podría «ganar» cualquiera. Podría ser que la célula con el 2-ADN-Y golpease mejor y consiguiese el ATP. Entonces disfrutaría de 24 horas de energía. Después se extinguiría. Mientras tanto la célula X moriría de hambre. A las 24 horas se habría acabado la vida porque la célula Y no se reproduce y la célula X no sobrevivió.

Si gana la célula X y se nutre, a las 24 horas dará lugar a una célula nueva, que tendrá que empezar a buscarse la vida…, aunque de momento sin extinguirse. La vida sigue.

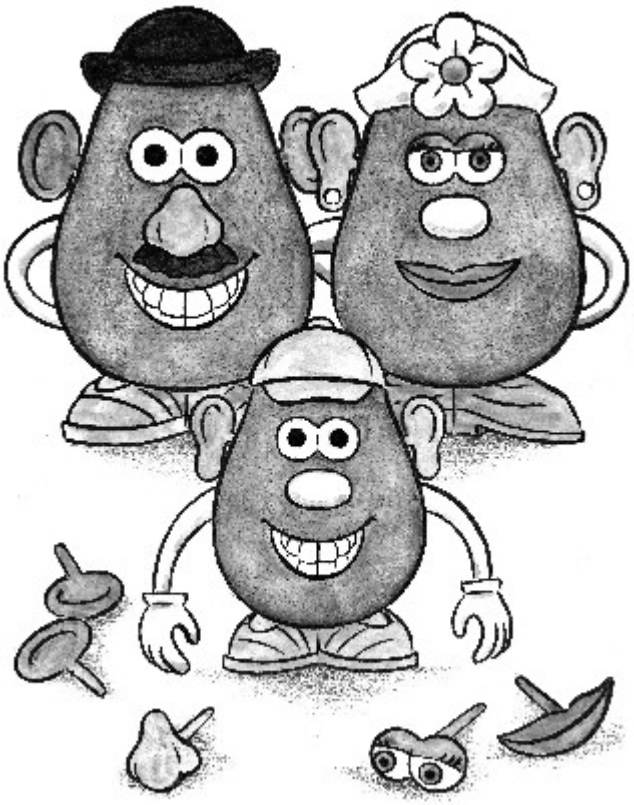
Afortunadamente para todos, los 2-ADN que existen son como el de la célula X, llenos de genes con tendencia a la división, esto es, a reproducirse. Además, son muchos simultáneamente, albergados en las células de billones de individuos. Por tanto, es fácilmente previsible que generación tras generación haya habido cada vez más células que se comportan como X. Hasta que finalmente no haya quedado ningún hospedador *pasota*, ni por tanto ningún 2-ADN sin genes para reproducirse en la faz de la Tierra, porque su terreno se lo habrán comido las células X. Hasta los efemerópteros (o efímeras)

que viven tan solo unas horas se reproducen. O no las conoceríamos. Sus ADN no tienen nada más importante que *hacer* en su breve existencia.

Eso somos todos los que existimos hoy en día, 3.500 millones de años después de que se *inventase* el ADN, portadores de algo parecido a lo que hemos llamado el 2-ADN de la célula X, un microchip para la supervivencia y la reproducción. Los individuos *pasotas* con sus 2-ADN *indolentes* ya no existen.

18

UN GEN, DOS FORMAS: LOS ALELOS



Un gen puede adoptar distintas formas, cada una con sus propias secuencias. Son los alelos, que al manifestarse determinan ciertas características de los seres vivos, como el color del pelo o el grupo sanguíneo. Conocer sus dinámicas explica en gran parte la diversidad de rasgos que observamos.

Una subida de tono en la voz de su compañero saca de la ensoñación a Ale. El amigo lo escucha atentamente esperando su turno de réplica en el profundo debate sobre boxeo que están ofreciendo. Ale observa las orejas de su compañero, son pequeñas y tienen el lóbulo separado del rostro, mientras que las de su amigo lo tienen unido. Observa las manos del interlocutor de su compañero, que tiene los brazos cruzados en una pose que finge interés y firmeza. Sus manos revelan unas falanges llenas de pelo, mientras que las de su compañero están completamente calvas. Podría estar observándolos todo el día, pero repentinamente un sonido de su ordenador le indica que ha recibido un correo electrónico.

Heredamos de nuestros padres dos juegos de cromosomas, uno procedente de nuestra madre, otro de nuestro padre. Todas las células de los seres humanos tienen 23 pares de cromosomas, como ya hemos visto. Y por tanto, de cada gen tenemos dos versiones: la materna y la paterna. Esas dos versiones de un gen que llevan la información para un mismo carácter se llaman alelos. Al manifestarse, la suma de los alelos determina ciertas características, como el grupo sanguíneo o el color de los ojos, por ejemplo.

Mientras la gran mayoría de los genes que constituyen los individuos de cualquier especie presentan muy distintas variantes (marcadas por los alelos), hay cosas que son comunes para todos. Es decir, por un lado para ciertos rasgos mostramos distintas posibilidades: se puede tener la capacidad para enrollar la lengua o ser incapaz, o tener presencia o ausencia de pelos en las falanges, o el lóbulo de la oreja junto o separado por determinación genética, por culpa de nuestro 2-ADN.

Igual ocurre con los distintos grupos sanguíneos, con la propensión a ser más alto o más bajo, o con la predisposición a determinadas enfermedades. Sin embargo, también hay genes que no se prestan a tener variantes, y son los que tienen

responsabilidades determinantes para nuestra supervivencia y reproducción. Existen miles de millones de moléculas de ADN albergadas en miles de millones de individuos de millones de especies, pero todos (animales, compradores de arte de Hatei, aficionados al boxeo, plantas, hongos y bacterias) somos descendientes de la variante de los supervivientes reproductores. Tenemos ciertas partes de nuestro genoma *blindadas* contra el cambio. Por ejemplo, los genes que fabrican la maquinaria de síntesis de ATP del presidente de los Estados Unidos son idénticos a los de cualquier renacuajo de una charca. Eso no quiere decir que no pueda haber distintas variaciones sutiles en los genes *importantes*, pero no hay ninguna versión inútil.[1]

Los individuos de grupo sanguíneo 0 carecen de una molécula en la membrana de sus glóbulos rojos porque tienen inutilizado el gen que la sintetiza, mientras que los individuos con grupo A, B y AB sí la fabrican. Los individuos con grupo 0 no dan lugar a ciertas proteínas pero están tan sanos como cualquiera de los otros, y sobreviven y se reproducen. Pero en los genes implicados en la supervivencia y la reproducción no hay alelos que den lugar a variantes inoperantes, porque sus portadores no habrían tenido descendencia y esos alelos no habrían llegado hasta nosotros. En los genes *serios* no hay ninguna *variante 0*.

Los compañeros de Ale son distintos en apariencia, pero solo en los detalles. Porque comparten lo más importante: el afán de sus 2-ADN por no desaparecer. Esto nos proporciona una sorprendente conclusión: los seres vivos somos un envase retornable, como ya invitaba a pensar Richard Dawkins en su sorprendente obra *El gen egoísta*. Pero es que además somos distintos envases: unos somos botellas, otros latas, otros tetrabriks, y en todos ellos los 2-ADN viajan de generación en generación con su imparable hábito de perpetuarse. Los virus son ADN parásitos que se apañan en cualquier envase,[2] aunque nosotros intentamos que no lo consigan

en el nuestro. Tu copia de 2-ADN sobrevivirá en tus células hasta que te degrades, pero antes ya se habrá encargado de intentar convencerte de que pongas una nueva versión en un nuevo envase sin grietas.

Eso quiere decir que todos los ADN que pueblan la Tierra a estas alturas del partido llevan escrito en su código «perdurar a cualquier precio», y para ello utilizan nuestros cuerpos.

Esta esencia reproductiva de los ADN no tiene que hacernos pensar que tiene una direccionalidad; de nuevo conviene recordar que el ácido desoxirribonucleico no tiene capacidad para engañar ni sobornar a nadie, como es lógico en un ácido. Simplemente es una reacción en cadena, la tendencia a reproducirse hace que se reproduzca más, y ese efecto bola de nieve no se va a detener fácilmente. La vida está llena de ácidos que hacen cosas interesantes a nivel químico, como captar protones sin parar, pero el único que se acopla a otras moléculas para hacer copias de sí mismo es el ADN. Esa es su originalidad (que sin duda es extremadamente curiosa). La diferencia es que a esa novedad le llamamos vida. Mientras que, por ejemplo, la habilidad del ácido sulfúrico para ser corrosivo no resulta tan entretenida ni sofisticada.

Los individuos somos *fabricados* con la dirección y gestión de nuestro 2-ADN, y esta particular macromolécula es la que va a determinar en parte también lo que hagamos. Obviamente el ADN no se va a encargar directamente de elegir el partido al que votarás en las elecciones municipales, ni si te compras una prenda de vestir de color rojo o naranja. Sin embargo, el ADN sí tiene una gran responsabilidad en otros aspectos relacionados directamente con el comportamiento, muy particularmente en aquellos que atañen a la supervivencia y la reproducción, asuntos muy serios y de un indiscutible interés. Pero quizá el detalle más interesante de todos es que nuestro particular dictador intenta mandarnos realizar multitud de tareas a lo largo de nuestra vida, sin que seamos conscientes de que cumplimos el designio de un ácido.

19

ORGASMO Y MENÚ DEL DÍA, UNA SINGULAR RELACIÓN



Los seres vivos somos el complejo fruto de una manía química: la del ADN de replicarse. Pero nuestro 2-ADN no *nos fabrica* conscientes de nuestro fin, emplea extraños *sobornos* para guiarnos: las ganas de comer y el placer sexual son buena prueba de ello.

Es la hora de comer en la oficina. Ale baja a una castiza cafetería que ofrece menú del día casero. Los dueños ya son conocidos y ofrecen un trato familiar, que agradece los dos o tres días por semana que no come una ensalada frente al ordenador. Tiene hambre, sabe que su cerebro le está pidiendo que consiga glucosa para que no falte ATP en su cuerpo. Probablemente tenga reservas de sobra, pero aun así el cerebro pide puntualmente, no se la juega. Su 2-ADN lo ha fabricado así, como el de todos, aquí no valen variantes. Comes y al terminar sientes satisfacción. Esa satisfacción que para ti es indefinida, de alguna manera significa que vas a seguir con vida.

Por extraño que parezca, un orgasmo y un menú del día tienen mucho en común. A través del placer sexual, nuestro 2-ADN *nos soborna* para que no nos olvidemos de pasar la copia, de hacerlo inmortal. Esa satisfacción sexual que para ti es simplemente una sensación indefinida pero placentera, significa para tu 2-ADN: «Voy a seguir con vida (aunque sea en otro cuerpo)». Porque aunque tú no lo uses siempre para eso, el sexo sirve para reproducirse, para pasar la copia. En nuestra forma lúdica y anticonceptiva de practicar el sexo, los humanos engañamos mucho a nuestro 2-ADN. Pero en realidad, más nos engaña el 2-ADN a nosotros consiguiendo que nos apetezca tanto y que nuestras vidas giren alrededor de ello.

Si resulta que comemos y nos reproducimos para que nuestro 2-ADN no se extinga, efectivamente los seres vivos no debemos de ser más que envases que bailamos a su compás. Como consecuencia, podemos empezar a mirar a nuestros parientes bajo otro punto de vista. La vida ha conducido a que los padres protejan a los hijos porque nuestros 2-ADN no quieren extinguirse. Y eso quiere decir que cuidar a los hijos es vigilar la copia más reciente y

con más futuro de nuestro 2-ADN. Se trata de una imagen muy poco humana y un poco extrema y reduccionista, pero merece la pena reflexionar sobre ella.

Esta circunstancia explica (y desmitifica) la razón por la que nos importan tanto nuestros hijos, nuestros hermanos, nuestros familiares, con los que compartimos una gran identidad en nuestro 2-ADN. Pero, claro, no todos los parientes somos copias exactas, procedemos de la mezcla de padre y madre que da lugar a nuestro particular 2-ADN. Por tanto, nuestro 2-ADN se parece más al de nuestros hermanos que al de nuestros primos. Es decir, unos familiares se parecen más a nosotros (a nuestro 2-ADN) y otros menos, lo que lleva a la exagerada situación que propuso el genetista J. B. S. Haldane: «Daría mi vida por dos hermanos u ocho primos». Desde luego es pasarse de pragmático, pero resulta muy ilustrativo.

No somos conscientes de las motivaciones innatas de muchos de nuestros comportamientos. Vivimos (y morimos) tomando decisiones que en realidad responden a los deseos ocultos de nuestro 2-ADN. La evolución ha encontrado muy resolutivo que nuestro cerebro no nos haga conscientes de que somos máquinas reproductoras, ni de otras motivaciones por las que actuamos. Muchas de nuestras decisiones no las tomamos por las causas que creemos, como si la naturaleza prefiriese no dejar nada muy importante en manos de nuestra voluntad. Eso sí, siempre tenemos la sensación de que estamos al mando, probablemente para que no nos sintamos desconcertados. Es de suponer que si ha perdurado esta estrategia seguramente sea porque ha resultado más adaptativa. Ale tenía hambre, ha comido y se ha olvidado de ello. En su repaso mental de la última hora no asoma la palabra supervivencia, aunque ha estado inconscientemente detrás de sus actos.

Aquel que posea una tortuga metida en un acuario en su casa debe saber que puede hacer algo por ella. Si el fondo de su acuario es blanco (o de color claro), debe oscurecerlo poniendo tierra o una lámina negra. De esta manera la tortuga posiblemente vivirá más tranquila. ¿Por qué? Cualquiera acostumbrado al lenguaje de los documentales podría responder de la siguiente forma: así la tortuga se camufla mejor del posible ataque de los depredadores aéreos, pues su concha oscura ya no contrasta con el fondo claro y es más difícil de detectar. El resultado seguramente será que la tortuga estará menos estresada (valga esta palabra para describir su estado de ánimo), porque, en efecto, la tortuga es tonta, y no sabe que dentro de casa no hay gaviotas ni otras aves depredadoras que la puedan atacar. De hecho, la tortuga ni siquiera sabe que el fondo negro la «relaja» porque le ofrece camuflaje. Lo que pasa es que su sistema nervioso reacciona de modo que le produce una sensación agradable cuando está sobre fondo negro, y recibe una sensación incómoda sobre un fondo claro. La naturaleza no le ha explicado por qué a la tortuga. Entre otras cosas porque la naturaleza no es nadie, ni sabe tampoco por qué hace las cosas. Pero la tortuga siente placer sobre el fondo negro, como lo siente al comer, porque así lo ha escrito su 2-ADN (que deja cada vez más copias por SN). La tortuga no se plantea nunca este tipo de dudas. Nosotros, los humanos, sí, aunque en general no acertamos. Pero tanto detrás de las reacciones de la tortuga como de las nuestras están los designios del ADN.

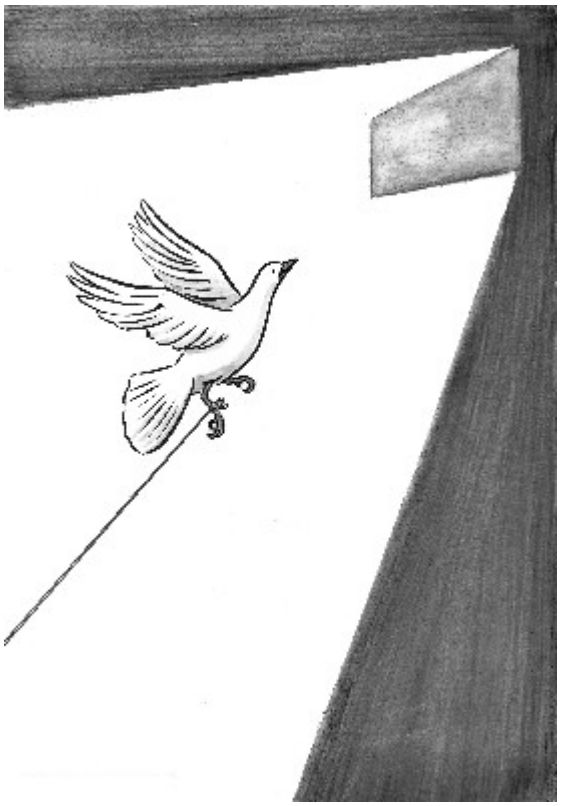
Tu hermana tiene un conejo en casa al que no hay que dejarle la puerta del dormitorio abierta cuando se queda solo. Como él, muchos conejos aprovechan el mínimo despiste para acceder a las sábanas usadas y orinarse. De nuevo, cualquier observador de documentales sabrá que el conejo detecta el olor allí presente y eyecta el suyo para marcar el territorio. ¿En serio el conejo decide marcar el territorio? Es probable que no tenga tales ínfulas de poder, que sencillamente reaccione a los olores obligándose a cumplir con un rol instintivo. Marcar el territorio seguramente resulte (o haya

resultado) beneficioso a lo largo de la historia de su especie, seguramente lo hicieron de forma instintiva los que más se reprodujeron, y los 2-ADN que lo propician siguen vivos. Por ello perdura en el *modus operandi* de los conejos, hasta en aquel que vive encerrado en un piso de Moratalaz. Porque así quedó escrito en sus genes.

Aparentemente, nuestro 2-ADN ha encontrado práctica la estrategia de *obligarnos* a hacer algo sin *explicarnos* por qué. Pero, a pesar de estos ejemplos, no sería oportuno concluir que la estrategia es mantenernos constantemente encorsetados y plegados a sus designios ocultos. No nos *esclaviza* veinticuatro horas al día. Visto desde una perspectiva más amplia, lo que ocurre es casi lo contrario. Por resumir: los genes *nos fabrican*, producen incluso nuestra cabeza, con la que tomamos decisiones. Pero a continuación quedamos liberados para corretear por el mundo sin que ellos (los genes) nos vuelvan a exigir. Sin embargo, se han reservado una parcela de control remoto con dos características muy importantes: *fabricarnos* para que en nuestro libre albedrío no nos olvidemos de llevar a cabo eventos fundamentales, entre los principales, comer y reproducirnos, y que lo hagamos sin tener que ser conscientes de ello.

20

¿EXISTE EL LIBRE ALBEDRÍO?



¿Decidimos por nosotros mismos todos y cada uno de nuestros actos? ¿Somos realmente libres? ¿O nuestro ADN es en realidad ese pequeño gran dictador que hemos apuntado? Esta disyuntiva, apasionante, se salda con un razonable término medio: somos libres, sí, pero hasta cierto punto.

Ale pide un café antes de volver a la oficina. Se toma cinco minutos de reposo antes de retomar el trabajo en los que contesta algunos mensajes con el móvil mientras en sus tripas empieza a rugir la digestión. De buena gana se echaría una siesta, como le pide el cuerpo. Apura su café, paga y sale en dirección al trabajo. Junto al acceso al edificio ve a un abogado del bufete de la séptima planta que discute de forma acalorada con otro individuo; su rostro está rojo y suda copiosamente. Ante esa visión, una reflexión invade la adormilada atención de Ale.

Cuando un individuo piensa en sí mismo, normalmente se ve como economista, dentista o psiquiatra de profesión, en lugar de como un complejo conjunto de procesos químicos que se van a acabar apagando. Nos sentimos el personaje que aparece con nombres, apellidos y foto en el DNI. Tendemos también a pensar que nuestras acciones son voluntarias, sociales e incluso sofisticadas. Lo cual es falso. Aunque ciertamente somos muy libres y disfrutamos de una capacidad razonable de elección, aprendizaje y libre pensamiento. Pero pensar que uno decide en su totalidad los actos que realiza conduce a una discusión filosófica compleja, cuando en realidad tiene poco más sentido que decir que uno puede ser libre y capaz de tener el tamaño de pie que quiera... Es interesante tratar de acotar hasta qué punto estamos sueltos de la correa de nuestra naturaleza, sin caer en el determinismo, que resulta igual de absurdo.

La médula espinal es una prolongación del cerebro en forma de cola que recorre nuestra espalda dentro de la columna vertebral. No es nada libre-pensante y no por ello deja de ser una parte fundamental de nosotros, de nuestro sistema nervioso y de nuestra actividad. La médula está programada para reaccionar siempre de la misma manera ante un mismo estímulo. Si uno pone la mano sobre un foco de fuego y empieza a quemarse, casi instantáneamente a

través de la piel la sensación llega a los nervios, que se lo comunican a la médula, y esta reacciona haciéndonos retirar la mano del fuego. Todo ello en menos de una décima de segundo, sin que lo decidamos nosotros y sin que lo podamos evitar. Otra cosa distinta es que uno, con un cerebro más o menos trastornado, decida voluntariamente acercar la mano al fuego y mantenerla quemándose, imponiendo una orden cerebral a la voluntad de la médula de retirarse de ese daño. Pero solo lo conseguiríamos con mucha dificultad.

Porque aunque podamos imponer nuestra voluntad a la médula y poner la mano en el fuego para ganar una estúpida apuesta, hay otra serie de comportamientos que uno no puede llegar a evitar. Por ejemplo, si tu cuerpo recibe un estímulo de calor excesivo, una región concreta del sistema nervioso pone en marcha el sudor. Por mucho que lo intentes, si el cuerpo decide sudar tú no podrás evitarlo, como le pasa al abogado de la séptima planta. Tampoco es posible elegir cuánto tarda nuestro cuerpo en bajar la cantidad de glucosa en sangre, como le está pasando a Ale, ni cuándo estornudar, ni cuándo ir al lavabo, como parece ocurrirle ahora mismo a un elegante hombre de negocios que entra velozmente en el edificio. Tampoco podrá Ale, ni nadie, detener voluntariamente la digestión que ha empezado en su cuerpo tras comer, entre otros miles de comportamientos.

Por tanto, existen situaciones en las que nuestra «voluntad» no elige para nada y otras en las que elige en mayor o menor grado. No parece que las situaciones citadas sean una gran pérdida de nuestro libre albedrío, pero conviene tener claro que nosotros no decidimos siempre lo que hacemos, aunque al apresurado hombre de negocios le reconfortará pensar que sí, cuando esté conduciendo de regreso a su casa de las afueras en su flamante todoterreno.

Y ahí no acaba el asunto: en el extremo superior de ese tubo que es la citada médula espinal existe un ensanchamiento con forma y tamaño de coliflor que es el cerebro, nuestra base de operaciones, el que controla todo lo voluntario y buena parte de lo involuntario

(con ayuda en esta última lid de la médula, que se encarga básicamente de las emergencias). Al cerebro también llegan estímulos, pero mientras la médula espinal ante un determinado estímulo reacciona siempre de la misma manera, el cerebro consulta *su archivo*, evalúa formas de actuar y escoge una. A pesar de que el cerebro no es más que un ensanchamiento en la parte superior de la médula, posee suficiente tamaño para albergar un mayor número de redes de neuronas[1] y dispone de la capacidad de reorganizarlas de forma compleja a lo largo de las etapas tempranas de nuestra vida.

Cada estímulo que recibe el cerebro deriva en una decisión compleja que puede ser distinta en cada individuo según cómo esté *configurado* su cerebro, esto es, dependiendo del conjunto de redes de neuronas que cada uno haya formado en su cerebro a lo largo de su vida. Ante la última patata frita que queda de la ración que compartes con tus amigos, unos reaccionarán comiéndosela y otros dejándosela al prójimo.

La configuración de esas redes neuronales personales y diferentes en el cerebro de cada individuo se determina por varios factores: la materia prima (lo que ha fabricado tu genética, es decir, lo heredado, lo que tienes de nacimiento) y las circunstancias (tus vivencias, lo aprendido). Eso quiere decir que si una misma persona naciera y creciera en dos ambientes distintos, fabricaría redes distintas a causa de sus vivencias. Es obvio que si naces en España, tus redes son más apropiadas para, por ejemplo, hablar español y entender la diferencia entre ser y estar; y si naces en China, para hablar del pasado con el mismo tiempo verbal que para el presente, algo que maneja con naturalidad cualquiera que haya nacido y fabricado sus redes neuronales en Pekín.

De manera inversa pero análoga, es mucho más que obvio que individuos con distintas genéticas en un mismo ambiente dan también lugar a distintas personas, como se observa en los compañeros de colegio o en los amigos con los que uno comparte la vida.

Un ejemplo muy esclarecedor del tema lo ofrece un animalito que en su apariencia externa nada tiene que ver con nosotros. *Aplysia* es un invertebrado marino (una especie de babosa) que tiene un sistema nervioso que comprende unas 20.000 neuronas (el sistema nervioso de los seres humanos posee unos 100.000.000.000 de neuronas). La primera vez que se le aplica un inocuo chorro de agua a presión en las branquias a uno de estos individuos, también llamados liebres de mar, este las contrae, en un intento de protegerlas. Las veces siguientes, tras haber procesado que el chorro no es dañino, ya no lo hace. Ha aprendido, y eso lo ha hecho modificando una ruta neuronal. Nuestro cerebro funciona de forma semejante a la descrita en el ejemplo de *Aplysia*: tiene elasticidad para acabar construyéndose de distintas maneras según las vivencias que experimente. Pero obviamente no se puede constituir de cualquier modo, tiene que respetar unas limitaciones, como la liebre de mar.

Aplysia puede aprender a no encoger sus branquias después de la experiencia, pero nunca podrá fabricar neuronas para cruzar las branquias en un intento de hacer un corte de mangas al científico que la riega a chorrazos porque no está entre sus posibilidades biológicas. De igual manera, guardando las distancias, nuestros cerebros humanos tampoco son capaces de generar cualquier tipo de red neuronal que permita cualquier pensamiento ni cualquier decisión. Por ejemplo, no existe cerebro capaz de realizar de cabeza divisiones de 250 cifras, pero sí de 5 o 6, y algunos curiosos individuos lo logran con operaciones de 25 o 30 cifras. Más allá de estas cantidades, se impone nuestra limitación biológica.

RACIONES DE CEREBRO Y COCHES ALEMANES

No se fabrican cerebros humanos que se salgan de un patrón básico. Todos tienen una zona con unas características determinadas conocida como corteza cerebral, todos tienen acá un hipotálamo, un

cerebelo, un bulbo raquídeo, allá un *nucleus accumbens*, una *sustancia nigra*... y un largo etcétera de patrones generales. De la misma forma que la médula espinal de todos los humanos es idéntica (con algunas sutiles diferencias insignificantes), el 90 por ciento de los cerebros de todos los humanos también lo es. Empleando una metáfora, es como si todos los seres humanos tuviésemos el mismo modelo de coche, por ejemplo un Volkswagen Polo del año 1981 con 60 caballos de potencia. En eso seríamos todos idénticos. Existe una parte en la **genética** de todos los individuos que es idéntica y fabrica aquellos elementos que corresponden a este 90 por ciento de cerebro análogo. Dentro de los rasgos en los que los individuos seríamos distintos, dentro del restante 10 por ciento, habría que hacer dos grupos: un 6 por ciento del cerebro lo determinaría nuestra **genética particular** (personal y distinta de la de cualquier otro individuo del planeta). Sería un 6 por ciento bastante parecido entre padres e hijos, y entre hermanos, porque sus características son en buena medida heredables (aunque nunca son idénticas, ya que nos parecemos pero no somos clones). Siguiendo con la metáfora automovilística, este 6 por ciento implicaría tener o no aire acondicionado, elevalunas eléctrico y otros complementos de serie en nuestro Volkswagen. Porque el cerebro de cada uno tendrá un potencial particular para fabricar redes neuronales, distinto de la capacidad de cualquier otra persona. Cada uno tiene sus potenciales característicos dependiendo de su genética particular. Finalmente, cuáles de estas capacidades desarrolle o deje de desarrollar cada individuo supondrán el último 4 por ciento del reparto. Lo que ocurra dependerá del **ambiente**, de su vida, de su educación, de su entorno, de los *chorros de agua* que reciba. En este caso estaríamos hablando de optar por cambiar el aceite con frecuencia o no en nuestro coche, de si decidimos medir la presión de los neumáticos o no, y de los abollones que reciba la chapa.

Hay que contar con que las que realizan todo el trabajo intelectual en nuestras vidas no dejan de ser neuronas, es decir, células, y éstas imponen unos límites químico-físicos, algo así como un 96 por ciento de imposición... Partimos de un Volkswagen Polo, con o sin accesorios, pero por mucho que le cambiemos el aceite nunca va a ser otro modelo de coche.

Quizá entre nuestras limitaciones, igual que si fuese una división de 250 cifras, se encuentra la imposibilidad de entender qué pasó antes del *Big Bang*. Podríamos ser físicoquímicamente incapaces de razonar qué hay más allá de ese momento cero, con nuestras modestas 100.000.000.000 neuronas hechas de carbonos (más hidrógeno, oxígeno y poco más…), que aparecieron millones de años después de esa explosión, y que se han ido reciclando todo este tiempo en distintas tareas y constituciones. De igual modo, con nuestros ojos podemos ver objetos pero no células ni átomos, a pesar de que están ahí. Y es que resulta imposible circular a 600 km/h con un coche (y mucho menos con un Polo).

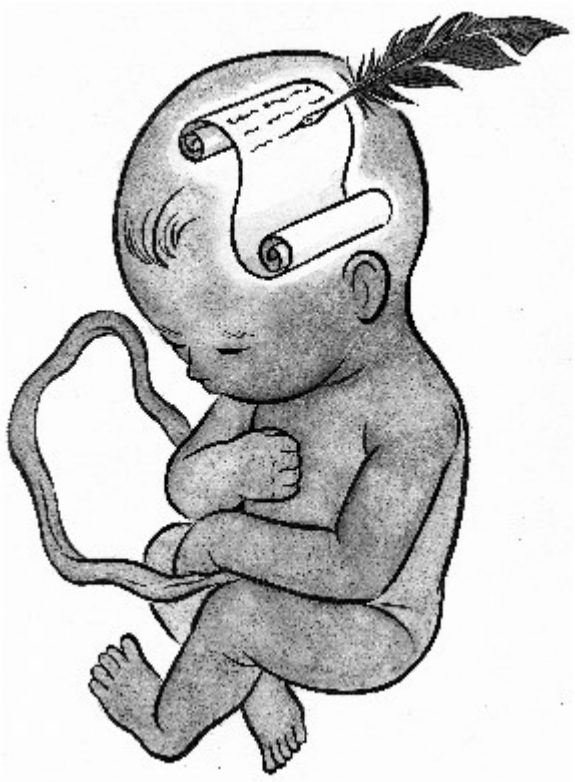
Es importante también recalcar que cada uno tiene un cerebro personal y distinto con el que pensar, aprender y decidir; y aunque admite modificaciones —la neuroplasticidad de nuestro cerebro es un hecho indiscutible hasta cierta edad—, cuando es adulto ya está bastante terminado. Lo que podemos ser, pensar y hacer depende en gran parte de dónde hemos nacido, en qué época y de qué educación hemos adquirido (ese 4 por ciento de abollones y roces de chapa). Pero la capacidad del cerebro que nos ha tocado importa tanto o más (el 90 por ciento que todos tenemos de serie más el 6 por ciento de accesorios recibidos antes de sacar el coche del concesionario). No tenemos exclusivamente las cualidades (relacionadas con el cerebro) que queremos o para las que nos han educado, como quizá nos gustaría, sino que gran parte de todo lo que hacemos responde a decisiones que nos vienen de serie. Esa es la realidad.

Aceptando nuestro cerebro como limitante, disfrutamos de libre albedrío y aprendemos, y somos muy responsables de buena parte de nuestros actos. Porque cambiándole el aceite al coche y mirándole el aire de las ruedas se logra bastante. No es poco ese 4 por ciento, sino muchísimo. Pero la parte autónoma se encarga de mucho más.

NOTA: No hay nada menos riguroso que hablar del cerebro en términos algebraicos y porcentuales, pero es una fórmula que se ha probado eficaz para transmitir ideas, por eso la he empleado. Aunque es necesario aclarar que los valores numéricos que se han utilizado no son más que absurdas invenciones, y que no tienen mayor sentido que la metáfora de comparar el cerebro con un coche alemán.

21

LA TEORÍA DE LA TABLA RASA



La tendencia a pensar que todos somos iguales cuando nacemos y que nos vamos moldeando de forma distinta en función de nuestro entorno, de nuestras experiencias individuales, está muy extendida. Son muchos los que piensan que cuando nacemos somos como un libro en blanco. Sin embargo, y aunque esa teoría tiene una parte de verdad, es necesario matizarla.

En el ascensor del edificio de oficinas donde trabaja Ale, un elegante inversor se lamenta del mal estado del mercado inmobiliario. Su silencioso interlocutor asiente y le escucha argumentar que los ingresos actuales no son comparables a los obtenidos cuando su padre compraba, vendía y alquilaba pisos; a pesar de eso, opina que la situación está mejorando sutilmente en los últimos meses. El ascensor se detiene y Ale se baja. Tiene unas importantes llamadas que hacer esta tarde. Además de la digestión, por supuesto. Pero eso ya no es su responsabilidad.

Nacemos con gran parte de nuestras capacidades determinadas y encorsetadas, pero, pese a ello, en las sociedades occidentales tendemos a pensar que nuestro bagaje se compone de lo que hemos aprendido y nos han enseñado. Consideramos que disfrutamos de un completo libre albedrío, que todo nuestro acervo es cultural, y que la sociedad y nuestra educación son quienes realmente nos modelan. Porque, cuando nos paramos a pensar, nos damos cuenta de que hemos elegido si vamos a estudiar o no, qué deporte vamos a practicar, con quién nos vamos a casar, etcétera. Como consecuencia, nos inclinamos a creer que todos nacemos iguales, y que a lo largo de nuestra vida nos vamos modelando de manera diferente en función de nuestras vivencias y nuestras elecciones.

Esta idea de que nuestra mente cuando nacemos es una *tabla rasa*, un saco vacío preparado para llenarse, cobró fuerza a finales del siglo XVIII, y apareció en el momento histórico en que algunas sociedades empezaban a encontrar injusta la forma en que la herencia privilegiaba a unos individuos frente a otros. Hasta entonces, algunas personas nacían para vivir como señores mientras otras nacían condenadas a la pobreza extrema, a ser siervos sin

posibilidad de escapatoria. Evidentemente se trataba de una herencia que no tenía carácter genético, pero que se transmitía de padres a hijos.

Estos privilegios generaron una corriente de rechazo y muchas sociedades buscaron el cambio: la igualdad de oportunidades. La mera idea de que todos los individuos no nacen iguales se rechaza actualmente por injusta, de igual manera que a ti te puede resultar irritante el vecino que ha heredado pisos de su padre y vive como un sultán mientras tú pagas religiosamente una cargante hipoteca.

Sin duda las sociedades democráticas contemporáneas se gestaron gracias al rechazo que generaban las prerrogativas de los pocos privilegiados que nacían para gobernar, poseer o mandar, como los nobles y los señores feudales, y gracias también a las revoluciones que revirtieron en buena medida esas herencias privilegiadas.

A pesar de ello, el rechazo a los privilegios heredados no debe confundirse con la biología. Aunque sea justo, y un gran triunfo de la humanidad, reconocer que todos debemos partir de una igualdad de derechos y oportunidades, no es cierto que nuestra mente al nacer sea una tabla rasa. En muchos ámbitos todavía no se acepta que todos nacemos Volkswagen Polo, y que unos individuos llevan ABS y otros aire acondicionado. Creemos que elegimos qué coche vamos a ser. La negación de esta confusión o el debate sobre ello devienen temas tabú por culpa de las barbaridades que se han hecho y se podrían hacer en base a un pensamiento determinista. Nos gustaría que todos naciésemos siendo un mero chasis, sería todo más sencillo.

Durante los siglos XIX y XX se practicaron discriminaciones, fertilizaciones e incluso torturas y asesinatos en base a diferencias biológicas innatas. Particularmente llamativas son las prácticas del siglo XIX en Estados Unidos y las de la época nazi en Alemania. Por tanto, tenemos razones históricas lejanas y recientes para anhelar que sea cierto que todos nacemos iguales y como un libro en blanco. Pero es falso. Y de nada sirve negarlo.

Es de justicia propugnar que todos los individuos deben nacer con los mismos derechos, libertades y oportunidades, y muy lamentable que se hayan utilizado las diferencias entre individuos (innatas o no) para la discriminación y la exterminación. Pero no podemos ignorar la realidad, sino conocerla y emplearla para argumentar que, aunque los individuos nazcan distintos, no los hay que nazcan mejores. Por muchas aberraciones que hayan cometido los ignorantes del pasado no debemos repetirlas, y no podemos engañarnos ni confundirnos en el presente.

Es falso que todos nazcamos sin ningún bagaje genético que nos determine y condicione. Todos nacemos condicionados: en algunos aspectos por igual y en otros de forma distinta. Y únicamente con un cierto margen de modificación. La genética de cada uno nos proporciona unas habilidades diferentes de las de otros. Y a todos nos crea obsesivos supervivientes y reproductores. Después *nos libera*.

El cerebro es un órgano modificable dentro de unos límites —la neuroplasticidad[1] es hoy una realidad contrastada por los neurocientíficos—, que presenta un marcado origen **genético** (o innato) modulado por un pequeño componente **ambiental** (o cultural, o de entorno, o aprendido).

Tu amiga Pilar tiene el conjunto de habilidades psicomotoras que podemos resumir con el nombre de «dibujar bien». Su hijo Eduardito ha heredado esta habilidad, y tus amigos tienden a pensar que su destreza no procede de su genética, sino de la educación que ha recibido y del interés que han puesto sus progenitores en acercarle los lápices de colores cuando era pequeño.[2] ¿Pero realmente es así? ¿Es esta habilidad de origen cultural, como con frecuencia se tiende a pensar? No, es primordialmente innata. Aunque es muy probable que si Eduardito hubiera nacido en la selva congoleña no hubiese dispuesto de medios para colorear y no habría podido desarrollar y acrecentar sus habilidades: el ambiente en que se crece es de enorme importancia. La carga aprendida o cultural es indiscutible. Pero de la misma manera (inversa aunque análoga),

alguien que ha nacido con un cerebro sin las capacidades adecuadas para ello nunca dibujará bien, por muchos colorines que le regalen y por mucho que le lleven el domingo al Museo del Prado. Porque en su genética particular no habrá instrucciones de cómo fabricar las neuronas adecuadas en la región necesaria. Esas neuronas requeridas para que su cerebro se transforme en uno con capacidad de plasmar hábilmente su entorno. Esta persona no tiene aire acondicionado en su Volkswagen, por tanto no tiene sentido intentar encenderlo.

Es importante tener presente que al hijo de tu amiga Pilar el acceso a material de dibujo y el haber recibido el estímulo de su entorno le habrá servido de acicate para desarrollar sus habilidades, pero los lápices de colores no hacen milagros: ayudan a hacer algunas nuevas conexiones neuronales, pero mucho más *ayudan* los genes, que las fabrican masivamente en el lugar adecuado. Por supuesto que inscribirse en el conservatorio facilita a cualquier estudiante el desarrollo de sus capacidades musicales, pero solo el que además tenga la genética adecuada para esa habilidad llegará a ser un buen músico. Se puede desarrollar la técnica, no el talento.

Si le comentas a ese otro amigo tuyo que es músico que su cerebro está *copiado* (¡ojo!, respetando las complejas normas genéticas que introducen cambios y mezclas) del de sus padres, ambos profesores de magisterio musical, intentará mostrar alguna resistencia y reclamar su esforzada autonomía. Probablemente insistirá en que la convergencia se produce porque a los hijos los educan los padres y aprenden de ellos, y porque a él le regaló una flauta su abuelo y en su casa siempre se hablaba de música. Pero seguramente se hablaba de música porque todos tenían talento para disfrutarla con mayor conciencia y plenitud.

Puede parecer una necedad encontrar más satisfactorio que las habilidades o los rasgos de personalidad procedan de la educación que de la genética, pero es una tendencia habitual (al menos en la sociedad actual). Además de las razones históricas, posiblemente

también se rechaza el origen innato de las habilidades porque se encuentra más meritoria la lucha personal y la autosuficiencia que la herencia.

Sin embargo, si nos descalzamos y comparamos nuestro pie con el de nuestro padre (o madre) descubriremos con asombro lo parecidos que son, y no han hablado nunca ni han tenido capacidad de imitarse dentro del zapato. Pero cuesta mirar al cerebro con el mismo desdén que a un pie. A pesar de ello, los pies y los cerebros, así como todo lo que tenemos, se fabrican a partir del mismo libro de instrucciones personal de cada uno, ese 2-ADN que está dentro de cada una de nuestras células y que es una *mezcla* del de nuestros padres con pequeñas modificaciones...

En general, detrás de casi todas las habilidades hay una importante carga genética, en muchos casos activada o modelada por un indispensable componente ambiental. Esto no quiere decir que irremediablemente solo pueda pintar bien un hijo de pintor. Las habilidades técnicas se pueden desarrollar notablemente, y el talento puede aparecer en una generación sin haber sido heredado, bien porque se encontrase silenciado o porque aparezca *de novo* por mutación. En cualquier caso, no se trata de asumir que no hay margen de mejora para alguien que nazca sin habilidades para una determinada tarea, porque disfrutamos de una plasticidad más que generosa para poder llevar una vida entretenida. Pero no se puede ignorar la importancia de lo innato. Porque la tiene, y mucha.

22

RASGOS GENÉTICOS, RASGOS HEREDADOS



¿Qué determina que una persona tenga sensibilidad musical y su hermano no? ¿La genética o el entorno? ¿El artista nace o se hace? Aunque sin duda la formación y el aprendizaje de determinadas disciplinas son esenciales, hay una sensibilidad que nos llega «de serie», que la genética nos regala. O nos impone, como queramos.

Teniendo en cuenta que el todopoderoso 2-ADN es simplemente un gestor de proteínas, no resulta muy intuitivo imaginar cómo podría albergar algo tan aparentemente complejo como un «gen de capacidad para pintar bien», como tienen tu amiga Pilar y su hijo. Obviamente no se puede pintar como Picasso solo fabricando una proteína en lugar de otra; por tanto, la relación entre el 2-ADN y los comportamientos y habilidades resulta, en apariencia, lejana.

De hecho, siendo como es un *domador* de moléculas, no parece ni siquiera sencillo que el 2-ADN sea capaz de fabricar un pie. Así que puede parecer excesivo adjudicarle la habilidad de determinar destrezas complejas, tales como la capacidad de realizar la representación bidimensional del entorno sobre un soporte sólido mediante el empleo de pinceles, colores… Sin embargo lo hace. Aunque sea más sencillo e intuitivo entender que el 2-ADN se ocupa de otros procesos más simples, como gestionar la presencia o ausencia de la angiotensina (una proteína estructural) en la sangre o la deposición de los pigmentos para el color de ojos.

Ciertamente, no existe nada parecido al «gen de capacidad para pintar bien», así como no existe el «gen de la homosexualidad», ni el «gen de la infidelidad». Si la cosa fuese tan sencilla, Mendel seguramente habría empezado por ahí en lugar de usar guisantes… Sin embargo, el 2-ADN no solo está detrás de la fabricación de los pies y las orejas, sino, como ya se ha comentado, condiciona profundamente muchos de nuestros comportamientos. Pero... ¿cómo de profundamente?

Empecemos por rasgos sencillos: es posible saber si una persona va a ser capaz de enrollar la lengua (en forma de «U») o en qué disposición cruzará los brazos observando cómo lo hacen sus padres, porque muchos comportamientos en apariencia banales también están determinados genéticamente y son heredables (y de

nuevo se ha comprobado que no es algo imitado). Cuando uno cruza los brazos puede hacerlo colocando el derecho sobre el izquierdo o viceversa; por supuesto, tenemos habilidad para hacerlo de cualquiera de las dos maneras, pero solo una nos resulta cómoda y natural. Y la determina nuestra genética.

Ale empieza una ronda de llamadas a potenciales vendedores. Tiene que hacer varias a coleccionistas norteamericanos. Cada vez quedan menos horas para su cita. Escribe a su pareja un protocolario «¿Qué tal tu día?» y empieza a marcar números internacionales mientras revisa los precios de remate de las últimas grandes subastas. A pocos metros, su compañero Ramón vuelve a recibir la visita del amigo de las falanges peludas, con el que hablaba de boxeo. Vuelven a encontrarse con la clara intención de procrastinar otro rato. Ale no escucha su conversación pero observa su lenguaje corporal mientras espera respuesta a una de sus llamadas telefónicas. Su compañero cruza el brazo derecho sobre el izquierdo, a la inversa que su amigo, ambos de nuevo intentando mostrar una pose de dominancia, firmeza e importancia. Se pregunta si sabrán enrollar la lengua.

La posición que empleamos cruzando los brazos la dictamina nuestro 2-ADN, como ya se ha dicho antes, y depende de la combinación de las dos copias heredadas de nuestros padres. Esto no significa que haya una sola proteína que condicione la forma de cruzar los brazos dirigida por un único gen, ni implica la existencia de un «gen de cruzar los brazos». Se trata de un carácter que puede estar determinado por la suma de los efectos de muchos genes, pero sorprendente e indiscutiblemente codificado por la genética, algo que se sabe desde hace décadas observando que se hereda de padres a hijos.

De forma parecida, nuestro 2-ADN está detrás de otros comportamientos más complejos, como la comentada habilidad para pintar o el buen oído para la música. Pero en estos casos tiene

todavía menos sentido hablar de la existencia de un «gen de pintar bien» o «gen del buen oído para la música», porque no solo serán muchísimos los genes que están detrás de capacidades tan complejas, sino que además el ambiente juega un papel definitivo en la consolidación de esas características. Sin el 4 por ciento (según los datos inventados anteriormente) de desarrollo cerebral que ejerce el ambiente a través de clases de solfeo y horas delante del lienzo, nunca se obtendrían auténticas habilidades musicales o pictóricas. Contrariamente, a la hora de cruzar los brazos nuestra educación tiene muy poco que aportar.

Los comportamientos complejos en los que intervienen muchos genes resultan todavía muy difíciles de estudiar. Se puede afirmar que se determina genéticamente la existencia y colocación de unas proteínas concretas que proporcionarán al portador una serie de habilidades potenciales, aunque en la mayoría de los casos aún se ignora cuáles son estas proteínas. Muy probablemente los rápidos avances en el campo de la genética permitirán en un futuro no muy lejano conocer toda la cascada de genes y proteínas implicados en los procesos, pero aún no hemos alcanzado ese grado de conocimiento. Lo que sí sabemos es que estas habilidades serán mayores de las que se obtendrían gestionando las proteínas de otra manera, o utilizando otras proteínas distintas, como ocurrirá en otros individuos. Siempre detrás de esta gestión estará el 2-ADN interpretando una partitura de la que unos individuos tendrán una variante y otros otra sutilmente distinta, lo que provoca diferencias potenciales en las habilidades de los portadores. La influencia de los genes en nuestra personalidad nos marca, pero eso no implica que los factores heredados determinen irremediablemente nuestra vida. Nacemos con unas pautas y unos límites, unas posibilidades y no otras. Más allá de estos límites, cada uno hará con su vida lo que quiera o pueda. Porque es muy importante ser consciente de que el 2-ADN no le dice al corazón cuándo latir, lo construye y lo pone en marcha; después cada individuo tiene que escribir su historia.

RASGOS HEREDADOS Y ALTERACIONES CONGÉNITAS

Tu pareja tiene un oído para la música excelente. Tan bueno que no entiende qué les ocurre al resto de mortales, esos que, como tú, son incapaces de cantar bien o de sacar una melodía con una guitarra o un piano. Sin embargo, nunca ha recibido clases ni es capaz de tocar ningún instrumento. Es un talento desaprovechado. Sus padres nunca se molestaron en incentivárselo. Seguramente porque ellos no poseen la misma habilidad, ni muestran el más mínimo interés en ningún aspecto de la música. Ni siquiera encienden el reproductor del coche en todo el trayecto hasta la casa de la playa. El buen oído de tu pareja tiene una fuerte base genética, lo cual se hace aún más evidente teniendo en cuenta que nunca ha recibido ningún tipo de formación. No es sorprendente que esta habilidad se albergue de alguna manera en su 2-ADN a pesar de que no aparezca en sus padres. Puede estar oculta en su genética, como ocurre con los ojos azules de tu hermana, o con muchas enfermedades que nos acechan silenciosas. O quizá la habilidad de tu pareja ha surgido recientemente, con una mutación.

Los rasgos genéticos son casi en su totalidad heredados, aunque hay excepciones. Normalmente la apariencia resultante de un determinado rasgo lo impone la ecuación *ADN de Papá + ADN de Mamá = 2-ADN propio*. Aunque nuestra nariz no sea la suma de las suyas, porque se trata de ecuaciones más complejas que meras sumas. Eso quiere decir que la mayoría de los rasgos genéticos, fabricados a partir del 2-ADN, son **heredados**. Por eso hemos utilizado en todo momento (hasta ahora) las dos palabras (genético y heredado) como sinónimas.

Además de heredados, los rasgos genéticos pueden tener su origen en una alteración congénita del ADN, es decir, que ocurre durante el embarazo o durante el desarrollo temprano. Resulta que puede ocurrir que en nuestro 2-ADN haya regiones que no sean idénticas ni al 2-ADN de nuestro padre ni al de nuestra madre. ¿Entonces de dónde han salido? Pues de alguno de los dos, eso

seguro.[1] La molécula original procede o de nuestro padre o de nuestra madre, pero en algún momento se vio alterada y ya no se parece a la de ninguno de ellos. Por ejemplo, si durante el embarazo nuestra madre se da un paseo por una central nuclear, y como consecuencia de la radiación una parte de nuestro 2-ADN se altera y nosotros nacemos con los dedos de la mano unidos, habremos sufrido un horrible cambio genético que no será un rasgo heredado. Porque esa región de nuestro 2-ADN que fabrica la proteína que realiza la tarea de separar los dedos es distinta de las de nuestros padres, aunque de alguno de ellos heredamos el fragmento que ahora aparece modificado. Para separar dedos hacen falta genes. Después del paseo bajo la radiación, nosotros hemos pasado a tener unos genes nuevos con una secuencia que no tenían nuestros padres. Esos genes forman parte de nuestra genética, de nuestro 2-ADN, pero no han sido heredados porque ninguno de nuestros padres los posee. No es ninguna sorpresa que se trata de una mutación: un cambio que permanece en el ADN, una *receta* distinta, aunque solo sea sutilmente distinta.

También podría haber ocurrido que nuestro padre se hubiese hecho una radiografía y la mutación la sufriera el espermatozoide que aquella misma noche dejó embarazada a nuestra madre. De ser así, nuestro padre seguiría con sus cinco dedos separados, pero habría fabricado y empaquetado en su espermatozoide un ADN que no es idéntico al suyo; en ese caso también lo tendemos a considerar una mutación o cambio congénito no heredado, porque no aparece en el 2-ADN de los padres.

Lo importante e interesante es saber que hay leves matices que diferencian los rasgos **heredados** (rasgos genéticos recibidos de nuestros progenitores) de los exclusivamente **genéticos** (rasgos determinados por nuestro 2-ADN, que incluyen los recibidos de nuestros progenitores y las novedades).

Respecto a la habilidad de tu pareja que sus padres no parecen tener, no es probable que se trate de una mutación, porque tendría que haber afectado a demasiados genes. La habilidad musical no es

un rasgo simple, sino muy complejo. Seguramente es un rasgo genético heredado que quizá estuviera latente u oculto en los genes de los padres. Ahora que lo recuerdas, tu pareja te contó una vez que su bisabuela fue una reputada cantante de zarzuela.

23

¿QUÉ ES GENÉTICO Y QUÉ ES CULTURAL?



Hemos concluido que la carga genética sin duda condiciona nuestras potencialidades y nuestra habilidad para determinadas disciplinas, de acuerdo, pero ¿qué rasgos tienen un origen claramente genético y cuáles son adquiridos? Veamos algunos ejemplos.

Ale tiene que hacer una llamada más dentro de media hora, después rellenará un informe, comprobará su correo y se marchará a casa para prepararse para la cita de esta noche. Mientras espera, ojea las noticias en sus páginas web favoritas. La fotografía de portada de un sitio sobre eventos musicales es de la cantante Radney Clifford con el pelo teñido de rosa. No le sienta nada bien, pero consigue suficiente atención pública como para ocupar unas cuantas primeras páginas.

Cualquier rasgo de un individuo en el que nos fijemos puede ser catalogado en cuanto a su origen en **genético** o **cultural**. O como una combinación de ambos, como ocurrirá mayoritariamente. El pelo teñido de rosa que luce Radney Clifford no es genético, diríamos que es «cultural» o «ambiental», así que entendamos qué tipo de circunstancia implica el término «cultural». Nada tiene que ver con leer mucho, ser culto o ir a las bibliotecas, sino con un rasgo de procedencia externa o social, que es ajeno al ADN y al origen biológico. Por el contrario, los ojos verdes de la cantante son genéticos. Los ha originado su ADN y nadie más. Y su estatura la determina en gran parte su genética, pero también su ambiente, la vida que haya llevado, su nutrición infantil, las enfermedades que haya podido sufrir, etcétera.

Sobre la base de lo comentado hasta ahora podemos dilucidar qué rasgos observables tienen un origen genético (heredado o no) y cuáles no, o solo parcialmente. O dicho de una forma menos extremista y más realista: podemos intentar observar en qué rasgos la genética tiene todo el mando (como en la determinación del grupo sanguíneo y el color de ojos) y en cuáles apenas tiene responsabilidad (como en la afición de las estrellas de rock por teñirse el pelo).

Fijémonos en Ramón, el compañero de Ale que sigue hablando con su amigo y que tiene intención de seguir haciéndolo durante la media hora que le queda para irse a casa. Ramón tiene habilidades pictóricas, piel oscura, piernas levemente arqueadas y afición por la música *heavy metal*. Aún no tiene descendencia. Lo que sí tiene, aunque lo disimula bien, son algunas muelas picadas, y su grupo sanguíneo es el 0+.

Por otro lado podemos fijarnos en su amigo. Se llama Pepe. Es de mediana estatura, tiene calvicie prematura, una educación exquisita, bastante buena puntería con las armas de fuego y piel de color amarillento. Además, Pepe tiene una hija.

Volviendo con Ramón, de él se puede afirmar que respecto a su grupo sanguíneo 0+, su genética es la absoluta responsable de que esto sea así, pues lo pone en su 2-ADN. De hecho, conociendo los grupos sanguíneos de sus padres se podría hacer una predicción de cuál podría ser el de Ramón (porque es un rasgo genético heredado). No hay nada que pueda hacer Ramón en su existencia para no ser del grupo 0+, por muchas lentejas que coma o por muchos combates de boxeo que vea atiborrándose de cerveza. Si en su 2-ADN los genes dicen que es 0+, siempre habrá sido y siempre será 0+. Ni aunque se cambiase la sangre llegaríamos a otra circunstancia, porque si no se la cambia por otra sangre 0+, no duraría vivo más allá de unos instantes. Él fabrica sangre 0+ porque lo pone en su libro de instrucciones y punto.

Su piel oscura también es ineludible y totalmente genética (y heredada). Desde luego que su pigmentación cambia en distintos momentos de su vida, como la de todos, pero siguiendo un plan condicionado genéticamente. Por supuesto, si Ramón se pone al sol, el color de su piel va a oscurecerse. Si viviera en Finlandia estaría más blanco que si lo hiciese en las islas Canarias, pero su piel respondería al ambiente siguiendo unas pautas inalterables: las de las proteínas de las células de su piel que ha *mandado* fabricar su 2-ADN. Existe una interacción con el ambiente, pero la respuesta a esa interacción va a ser previsible: la que ponga en su manual de

instrucciones para esa determinada circunstancia. Es decir, su genética va a *decidir* si necesita cincuenta sesiones de rayos UV o si, por el contario, tres son suficientes para ponerse marrón oscuro. ¿Y si se echa crema? Bueno, pues Ramón con crema solar será lo que diga su genética cuando le lleguen las señales solares, y por mucho que se lo proponga nunca será igual que Pepe con la misma cantidad de crema solar, porque hemos quedado en que la piel de Pepe es amarillenta. ¿Es eso algo también completamente determinado por la genética? Pues sí, aunque es más preciso afirmar que depende. Si la piel amarillenta de Pepe ha adquirido ese color por los mismos motivos por los que la de Ramón es morena, entonces sí, es un carácter genético. Pero en el caso de Pepe hay que tener también en cuenta que ciertas enfermedades ponen la piel de ese color. Si Pepe ha bebido agua de un charco y a raíz de ello ha adquirido hepatitis A, puede que su color de piel proceda de esta circunstancia, y entonces el color amarillo no sea para nada genético. Por el contrario, si Pepe siempre ha tenido el mismo color de piel, ¿significa esto que es genético? Sí, es genético, pero puede que no sea heredado. Probablemente Pepe posea algún defecto a la hora de procesar la bilirrubina, puede que posea alguna proteína alterada en su metabolismo. Esta alteración estará provocada por un fallo genético heredado o por algún defecto congénito, es decir, ocurrido durante su desarrollo intrauterino (como en el ejemplo del paseo junto a la central nuclear, aunque no necesariamente tan drástico).

¿De dónde vienen las piernas arqueadas de Ramón? Para explicar este fenómeno, una posibilidad, de nuevo, es que se trate de un carácter genético heredado, esto es, que proceda de la suma de las instrucciones de los padres (conviene recordar otra vez que de dos padres con ojos marrones puede salir un hijo de ojos azules). O una afección sufrida durante su niñez, dado que también se adquieren algunas características (en general defectos) en el momento de terminar de *fabricarnos* cuando ya somos personitas. Por ejemplo, es probable que durante una etapa temprana de su

niñez sufriese una carencia de calcio. Pero bien sea por motivos exclusivamente genéticos, porque su 2-ADN lo *fabricó* con las piernas arqueadas, o bien sea un problema de calcio en el crecimiento, el rasgo siempre tendrá un componente genético, aunque admita una cierta flexibilidad. Porque la genética, cuando menos, dictará la resistencia o la propensión a ese arqueamiento. Es decir, habrá personas que expuestas a falta de calcio tendrán las piernas arqueadas, y otras no porque sus genes fabricarán proteínas que se contrapondrán al rasgo más contundentemente. De la misma manera que otras personas expuestas a carencias pequeñas de calcio podrían tener un problema mucho más grave.

Los casos de las piernas arqueadas por falta de calcio y de la piel amarilla provocada por un problema congénito son equivalentes, son de carácter ambiental, pero solo afectan a individuos con determinadas genéticas (lo que se denomina predisposición). Otros individuos con un manual de instrucciones distinto, en la misma circunstancia no presentarían los mismos rasgos. Como ejemplo, podemos imaginar (faltando totalmente a la realidad) que el cuerpo para tener las piernas rectas necesita 100 dosis de calcio. En individuos cuyos genes fabrican 70 dosis, la necesidad de calcio tomado del ambiente, del exterior, del entorno, será mayor que para individuos cuyo 2-ADN tenga genes que fabrican 95 dosis. Este deleznable ejemplo carece totalmente de rigor científico, porque el 2-ADN no puede sintetizar calcio (porque el calcio no es una proteína, aunque sí lo son los transportadores de calcio), simplemente sirve de ejemplo.

Sin embargo, conviene tener presente que con otros rasgos eminentemente determinados por la genética la situación no es semejante. Si se poseen los genes para tener grupo sanguíneo 0+, cualquier individuo en cualquier circunstancia poseerá grupo 0+, y si el 2-ADN dice grupo A–, tendrá el grupo A–. Se considera, por tanto, que el rasgo grupo sanguíneo tiene mayor expresividad que el rasgo rectitud de piernas. O lo que es lo mismo: el rasgo grupo sanguíneo no es modificable por el ambiente, es firme en su *decisión*. La

expresividad es la forma de cuantificar el grado de influencia que tiene la genética en cada rasgo. La rectitud de piernas muestra mayor variedad de posibles respuestas, situaciones y grados provocados por la influencia del ambiente.

¿Y qué pasa con la mediana estatura de Pepe? La altura está determinada genéticamente, pero el resultado final depende mucho de cómo se complemente a lo largo del desarrollo intrauterino y del crecimiento. Observando el progreso de las generaciones se hace patente que una buena alimentación favorece el crecimiento; por tanto, uno mediría distinto en distintas vidas. Pero siempre dentro de unos márgenes, los márgenes genéticos. Ocurre algo parecido a lo descrito para el color de piel (moreno frente a claro), aunque sin la capacidad de crecer/menguar cada vez que uno toma el sol. Una vez establecida, la altura viene para quedarse. Al menos hasta el inicio del desgaste óseo producido por la edad, cuando se empieza a menguar poco a poco.

¿Y las muelas picadas de Ramón? Todo el mundo se habrá fijado en que en ocasiones se da la contradicción de que hay gente que se cuida mucho los dientes y los tiene fatal, mientras otros no se cuidan la dentadura y los tienen perfectos. La genética produce este tipo de situaciones: hay gente que fuma hasta los cien años sin problemas de pulmón y otros mueren de afecciones pulmonares sin haber fumado en su vida. Hay genéticas resistentes (y débiles) para un sinfín de rasgos (como comentábamos para las piernas arqueadas).

¿Y la calvicie? Como para la mayoría de los rasgos, no existe un solo gen que determine el resultado. Existen genes únicos para fabricar cosas *aburridas* como las carboxipeptidasas, pero no aparece por ningún lado el «gen del calvo». Se ha concluido que existen diversos genes implicados en la supervivencia o degeneración del folículo, que es el que sujeta al pelo. Se han identificado hasta 287 genes que pueden mostrar variantes (alelos) que hacen a sus portadores más proclives a perder cabello. Además, las proteínas resultantes de estos genes responderán de distinta

manera en función de la cantidad de testosterona a la que estén expuestas, y la presencia de esta hormona también está determinada genéticamente.

Por tanto, lo que da lugar a la calvicie que tanto preocupa a nuestros amigos es una suma de diversos productos genéticos, pero no por ello la alopecia es menos hereditaria, como muchos varones en la treintena estarán comprobando. Eso sí, es falsa la idea de que depende únicamente de la genética de la madre, o del abuelo materno, o cualquiera de esas leyendas urbanas que circulan esporádicamente. Una vez más, la ecuación genética no es tan sencilla como les gustaría a los difusores de rumores.

24

MÚSICA *HEAVY* Y BUENA PUNTERÍA



La importancia de la herencia genética es evidente, lo hemos visto, pero no lo es menos que esa carga genética en muchas ocasiones necesita de determinado entorno para manifestarse, de circunstancias externas que maximicen o minimicen lo que ya existe de manera latente, de forma potencial. Que se manifieste o no nuestra herencia genética depende de factores ambientales.

Ya sabemos que las habilidades pictóricas, como las de Ramón, tienen una importante base genética, y algo parecido se puede decir de la buena puntería de Pepe cuando usa armas de fuego. De nuevo, obviamente, no hay un «gen de la buena puntería», sino un conjunto de muchos factores fisiológicos, todos ellos con un fuerte componente genético, que ayudan a configurar un buen pulso, una buena vista, una baja sudoración y un sinfín de matices que llevan a su portador a ser certero con un arma entre las manos. Por tanto, hay un origen genético indefinido en los rasgos que llevan a que Pepe tenga buena puntería. Aunque quizá no todas estas características las mostraran sus progenitores, puede que estas apareciesen al juntar las de los padres. El padre tenía buen pulso y de algún modo persiste en el 2-ADN de Pepe. De la misma manera, la buena vista se parece a la de su madre y la baja sudoración no aparece sino al juntarse ambos (por ejemplo).

Sin embargo, no hay que olvidar la importancia de la parte cultural o ambiental. Porque el hecho de haber puesto a prueba su puntería desde su infancia, haber practicado frecuentemente con armas, la existencia de su tío Alberto, que le llevaba a tirar al plato a Cantoblanco, y otro sinfín de rasgos ambientales, han completado la ecuación que hace que Pepe tenga tan buena puntería: genética + ambiente. Es, por tanto, este tino con las armas un rasgo con una alta carga genética, pero con indispensables complementos ambientales. Porque, como poco, para comprobar que eres hábil disparando necesitas dos clases de elementos que no hay gen que los fabrique: una pistola y unas latas.

La afición a la música *heavy metal* de Ramón y la educación exquisita de Pepe son rasgos indiscutiblemente culturales. No son para nada rasgos genéticos. Dependen exclusivamente del entorno

en el que el individuo ha nacido y crecido, de la época, de la educación recibida… Nada que ver con células y moléculas de ADN, aparentemente.

Pero se puede matizar esta conclusión, porque es un hecho incontestable que no todos los oídos tolerarán igual de bien las canciones de Los Lujuria, y no solo por un problema generacional o cultural. Quizá un oído supersensible sufra dolor ante semejante lluvia de puñales y padezca ante sus agudos.

Tampoco todos los cerebros integrarán igual de bien que el de Pepe los códigos de una educación exquisita. Puede ocurrir que la presencia de una región cerebral más irrigada (por ejemplo la *corteza prefrontal*) lo facilite, mientras que cerebros que se *fabriquen* de nacimiento con esa región estructuralmente diferente y menos irrigada no sean capaces de ser tan educados. Se trata de una suposición un poco excesiva, pero es posible teniendo en cuenta cómo es nuestra fisiología. Aunque llevar los análisis de las características de los individuos a estos extremos pueda parecer demasiado exagerado, es interesante al menos reflexionar sobre ello.

Porque el hecho indiscutible es que las proteínas que fabrican los oídos con los que escuchamos a Los Lujuria y las de los cerebros con los que coordinamos los brazos que usamos para dejar pasar delante a los ancianos y los niños, se fabrican con nuestro 2-ADN, con nuestra genética. A pesar de lo cual es lógico concluir que el componente genético en estos rasgos eminentemente culturales es despreciable, pero no deja de ser interesante recalcar que, como en cualquier carácter que analicemos, nunca podrá ser totalmente inexistente. Porque si llevamos el pelo rosa es porque nuestro cerebro lo ha decidido, y si nuestro cerebro fuese otro, a lo mejor no tendría la capacidad de tomar esa decisión, aunque se hubiese criado en Tejas como Radney Clifford (de nuevo llevando los ejemplos a un límite casi absurdo). En resumen, hay que ser conscientes de que si nuestros genes no *nos fabrican* no podemos decidir hacer tonterías. Ahora bien, lo que pase una vez fabricados

no es del todo culpa suya. Es importante no tratar de encontrar la mano negra de la genética detrás de todo rasgo, porque frecuentemente tiene escasa influencia.

Aunque no lo hemos comentado, Ramón es un tipo muy ordenado. Sus objetos están siempre perfectamente colocados en cajones, mesas y armarios, estéticamente dispuestos y, además, su casa está en todo momento limpia y cuidada. Es tan afanoso que recuerda a algunos animales que trabajan sacrificadamente para su nido o colmena. Podría parecer que esa pulcritud estuviera determinada genéticamente. A buen seguro habrá individuos que sean más capaces de ser pulcros y ordenados que otros, en función de algunos de sus genes. Pero también es muy probable que el comportamiento ordenado que observamos en Ramón lo haya aprendido de su familia. Es muy posible que su casa paterna sea uno de esos templos del orden y los cuidados en los que se pasa el plumero a diario por cada objeto y se limpia el vapor de agua del espejo después de la ducha. Si es así, el comportamiento de Ramón podría ser puramente aprendido, con independencia de los genes que tenga.

En un rasgo como la pulcritud, la educación tiene una influencia mucho más notable que la genética. Porque las diferencias genéticas en la capacidad de ser pulcro y ordenado de las personas serían muy sutiles, aunque las hubiera. Sin embargo, en este aspecto las diferencias en la educación y en el ambiente que vivimos son inmensas, y se comen a las genéticas. Un pulcro nato que nace en una casa donde jamás se pasa la aspiradora no va a encontrar en sus genes el impulso para hacerlo. Y una persona desastrosa por naturaleza que crece en un ambiente tiránico de orden y concierto, seguramente lo repita toda su vida como si no conociese otra posible forma de existencia.

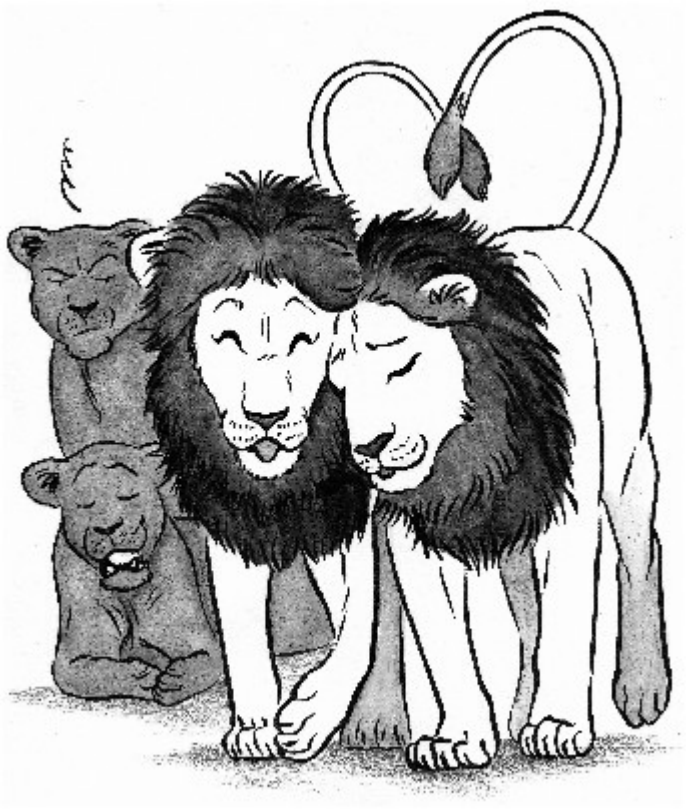
La genética puede estar detrás, pero no siempre *manda* por igual.

Ahora pensemos en lo realmente importante, en el futuro. ¿Se heredarán los comportamientos de Ramón y Pepe? Pues muy fácil, los de Ramón no, y de los de Pepe, quizá unas cuantas cosas. La altura que desarrolle su hija dependerá de la combinación de lo que aportó Pepe con la genética de la madre, así como de la alimentación de que disfrute la criatura. Podría heredar una fisiología con tendencia a mostrar altos niveles de testosterona como los que tiene su padre, y que le provocaron en parte la calvicie, aunque su fisiología, al ser de mujer, los gestionará de muy distinta forma. Por supuesto, de nuevo dependerá de la combinación con la genética de la madre. Lo que desde luego no heredará será la exquisita educación del padre: los progenitores tendrán que trabajar duro si quieren que esto sea así porque, como ya hemos comentado, eso no va en los genes.

¿Por qué de Ramón no se heredará nada? Sencillamente porque aún no se ha reproducido. Porque aunque a veces nos olvidemos, es el secreto de la vida: que los genes sigan en la generación siguiente. Y para eso hay que reproducirse. Porque si los genes no siguen, entonces nada es heredable.

25

¿HAY UN GEN DE LA INFIDELIDAD?
¿Y DE LA HOMOSEXUALIDAD?



Solamente uno no. Puede haber una base genética, no un gen concreto. La sexualidad es muy compleja, influida por multitud de factores, pero ello no es obstáculo para reconocer la influencia de la genética en determinadas tendencias sexuales.

La posible base genética de algunos comportamientos es un tema sugerente de debate. De hecho, aunque todos sabemos que no existe un único «gen de la homosexualidad» ni un «gen de la infidelidad», hace apenas dos semanas, en una cena con unos amigos, Ale discutió profundamente sobre estos y otros comportamientos, y su posible base genética. Son debates que provocan airadas reacciones y posiciones extremas, y que llevan a curiosas alianzas y rivalidades entre los participantes, sobre todo al amparo del vino y las copas.

¿Tiene alguna lógica pensar que la genética está detrás de la homosexualidad y/o de la infidelidad? No tiene por qué. Y desde luego se trata de situaciones muy difíciles de estudiar. Pero algo hemos aprendido, sobre todo del estudio con nuestros parientes animales.

Existen animales que practican la homosexualidad, al menos en determinadas situaciones, y en muchos casos la bisexualidad. En el reino animal existen parejas del mismo sexo en diversas especies: insectos, aves, anfibios, mamíferos... El hecho de que sea un rasgo biológico moderadamente frecuente invita a pensar que no es un suceso accidental ni exclusivo de las complejas sociedades humanas, sino una consecuencia plausible de la reproducción sexual. Además, es lógico concluir que en la mayoría de estas especies no se trata de un rasgo cultural, ni fruto de la historia vital de los implicados, porque muchas de estas especies son muy limitadas en su complejidad social. Pensemos, por ejemplo, en la aparente poca complejidad social de una pareja homosexual de pulpos o de sapos. Su homosexualidad no puede haber tenido que ver con su (inexistente) educación. Es exclusivamente genética.

Otra circunstancia que ha invitado a pensar en el origen genético de la homosexualidad en nuestra especie la proporcionan los estudios realizados con gemelos monocigóticos.[1] En ellos se ha

comprobado que tienen una tendencia muy alta a mostrar idéntica orientación sexual, incluso cuando se crían separados en distintos ambientes y familias. Esta observación sugiere que es su genética el factor más determinante de su orientación, sean heterosexuales u homosexuales.

También existen algunos estudios que sostienen que la homosexualidad masculina se gesta durante la etapa intrauterina y que está relacionada con determinados cambios hormonales en el cuerpo de la madre, ya que los niveles de testosterona influyen en el desarrollo de ciertas áreas cerebrales implicadas parcialmente en la atracción sexual que pueden influir en la orientación sexual de los individuos. Pero en todos los casos se trata de resultados tempranos que necesitan ser ampliados, y además la gran mayoría están exclusivamente limitados a la homosexualidad masculina.

Obviamente, queda descartada la existencia de un único gen específico asociado a la homosexualidad, los comportamientos complejos requieren habitualmente la interacción de varios genes, a veces de cientos. Pero se han observado algunas variantes (alelos) en el cromosoma 8 y en el cromosoma X que son distintas entre varones homosexuales y heterosexuales, siendo por tanto regiones candidatas a albergar genes que podrían, cuando menos, predisponer a mostrar uno u otro comportamiento sexual. Asimismo se han localizado modificaciones epigenéticas presentes en los dos hermanos gemelos cuando ambos eran homosexuales, y ausentes cuando cada uno mostraba una tendencia sexual. Estaríamos hablando entonces de una propensión genética, pero quizá no de una tendencia sexual definitiva, puesto que la expresión de esos genes podría estar sujeta a factores ambientales, con lo que el entorno de nuevo, las circunstancias personales de cada individuo, perfilarían en cierta medida su inclinación sexual. En cualquier caso se trata de estudios que sugieren una base genética de la homosexualidad pero que todavía no son definitivamente concluyentes.

Es lógico, pues, pensar que estamos ante un conjunto de situaciones heterogéneas, una combinación de posibilidades y también de factores, que determinan la sexualidad de la persona y que se resumen bajo el único término de homosexualidad. El análisis más sensato nos invita a concluir que al ser una característica tan relacionada con la sexualidad, parece muy probable que exista una importante influencia genética, aunque esta puede no ser el único detonante en toda la diversidad de casos.

Los individuos de la especie humana de por sí ya somos profundamente complejos y distintos, y aparte de nuestra genética tenemos un periodo muy largo de aprendizaje en el que el entorno ejerce una importante influencia en nuestra maduración. Por tanto, es probable que existan casos de homosexualidad determinada genéticamente, y otros tantos en que el ambiente juega un papel fundamental para complementar una predisposición que puede ser solo moderada o parcial.

Respecto a la infidelidad, o más bien a la promiscuidad, las conclusiones también deben ser tomadas con cautela, pero no por ello son menos sugerentes. Existe una especie de topillo de campo que tiene un comportamiento de pareja marcadamente monógamo (*Microtus ochrogaster*). En estos animalillos se ha descubierto que la presencia de una proteína en una determinada región de su cerebro provoca que sientan placer al pasar tiempo junto a su pareja. Esa proteína es un receptor que permite el acceso de la hormona oxitocina a la región cerebral llamada el *nucleus accumbens* (que tú también tienes). En ausencia de esa proteína que actúa como receptor, la oxitocina no podría entrar a esa región.

En este topillo, como en todos los mamíferos, después del acto sexual la oxitocina se libera en el torrente sanguíneo. Durante su recorrido por el cuerpo del topillo, mientras realiza otras funciones,

la oxitocina se une al citado receptor y entra dentro de la ya mencionada zona del cerebro, donde provoca esa sensación tan difícil de explicar, pero que todos conocemos, que se llama placer.

El *nucleus accumbens* es uno de los muchos centros del placer del cerebro que se activan ante determinadas situaciones, como por ejemplo al comer o al reír. No es el único centro del placer que se activa antes, durante y después del sexo. Este centro del placer no es el responsable del orgasmo, su activación únicamente tiene que ver con la interacción con la pareja. Es un placer que tiene unas características concretas, es el que se produce en presencia de otros individuos a los que se tiene afecto (amigos, familiares, pareja…).

La ecuación es sencilla: la oxitocina se libera tras el acto sexual y recorre el cuerpo realizando diversas tareas; cuando llega al cerebro entra y se desata el placer, porque el topillo monógamo tiene receptores en el *nucleus accumbens*. Al cabo del tiempo, si el topillo vuelve a oler a la pareja con la que realizó el acto sexual, se vuelve a liberar oxitocina (esto también nos pasa a todos). Como el topillo tiene receptores, la oxitocina vuelve a entrar en el *nucleus accumbens* y vuelve a sentir un placer asociado a esa presencia concreta, provocando que el individuo quiera pasar tiempo junto a esa misma pareja. Cuanto más tiempo juntos, más placer. Es como si cada vez que se ven les diesen un caramelito, un pequeño estímulo para verse más a menudo. Por tanto, es la presencia del receptor la que convierte a los miembros de esta especie en individuos que repiten, es decir, en monógamos.

Existe otra especie de topillo casi idéntica en todos sus rasgos, excepto porque es promiscua (*Microtus pennsylvanicus*). Los individuos de esta otra especie no tienen receptores de oxitocina en el *nucleus accumbens*, de forma que cuando se vuelven a encontrar con una pareja con la que se han apareado anteriormente, aunque liberen oxitocina, no sienten placer. Porque la oxitocina no encuentra receptor para entrar. Por lo tanto, las posibilidades de volver a

aparearse con la antigua pareja son las mismas que las de hacerlo con cualquier otro ejemplar. Este topillo se muestra indiferente ante parejas conocidas, y ello le lleva a mostrar un comportamiento promiscuo.

De hecho, no debería sorprender a nadie lo que se observa en el laboratorio cuando a un topillo monógamo se le anulan los receptores de oxitocina del *nucleus accumbens* mediante herramientas de genética. Efectivamente, se vuelve promiscuo. Deja de mostrar interés por estar junto a su pareja. Porque deja de recibir placer.

De forma análoga, cuando a un topillo de la especie promiscua se le implantan receptores, se vuelve monógamo, como si todo se redujese a la presencia de un interruptor biológico. Es interesante aclarar que el uso de estas herramientas genéticas no está autorizado en la especie humana.

Sin duda, el gen que codifica el receptor de oxitocina en el *nucleus accumbens* podría llamarse el «gen de la fidelidad» en los topillos, aunque en realidad es el gen *Oxtr* (del receptor de oxitocina). Pero no es sencillo encontrar ejemplos tan simples en la naturaleza.

¿Qué pasa en la especie humana con respecto a la monogamia y la promiscuidad? En primer lugar, no se puede analizar la presencia de estos receptores en el *nucleus accumbens* porque habría que acceder a nuestro cerebro, provocando con ello lesiones irreversibles. Lo único que se ha hecho son aproximaciones indirectas para estimar el número de receptores que poseemos los distintos individuos. Se ha observado que los individuos de nuestra especie podemos tener distintos alelos, distintas posibles variantes, para los genes que codifican los receptores de oxitocina y vasopresina,[2] y se ha estimado que unos alelos conducirán a que el gen fabrique más receptores que otros.

La hipótesis de partida es que aquellos individuos con menos receptores serán más promiscuos porque sentirán menos placer al reencontrar a una pareja conocida que los que tienen más receptores. Para contrastarla, se han cruzado los datos de los alelos que poseen los sujetos de estudio con sus respuestas a tests de fidelidad. Los resultados preliminares arrojan la presencia de un alelo llamado 334 de la región RS3 del gen del receptor de vasopresina, cuyos portadores han tenido relaciones de pareja menos duraderas (frente a los individuos con otros alelos). Según este estudio, habría individuos más monógamos que otros en función de su genética: a mayor número de receptores de oxitocina y vasopresina, mayor tendencia a relacionarse con una sola pareja. Y viceversa, por supuesto. Aunque esto último no quiere decir necesariamente que la persona vaya a ser infiel o promiscua, sencillamente que puede tener esa inclinación de manera innata, aunque también es cierto que esa propensión puede quedar minimizada, o incluso anulada, por los fuertes lazos que le unan a su pareja, por el miedo al posible sentimiento de culpa posterior o por otros muchos factores.

Evidentemente estos estudios no poseen el rigor ni los controles de los estudios con los topillos, a los que se pueden añadir o retirar receptores, además de filmar su comportamiento de pareja. Los estudios con humanos son solo aproximaciones, que necesitan mucha más profundidad. Eso sí, son muy sugerentes. Y seguramente en algún lugar de la tierra hay un bufete de abogados especializado en divorcios frotándose las manos; pero no lo van a tener fácil, al menos de momento.

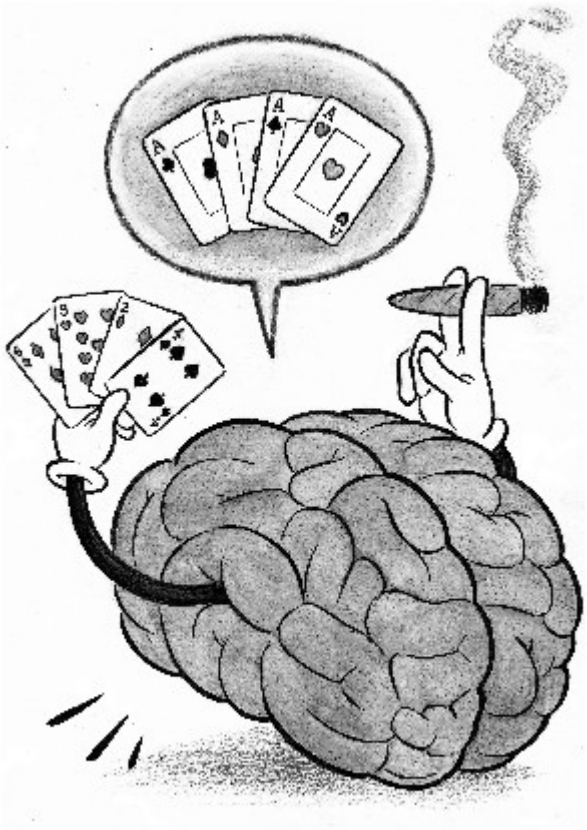
Ale ha terminado su jornada, una jornada que se le ha hecho eterna, sobre todo pensando en su cita de esta noche. Las negociaciones con sus clientes no han empezado mal, aunque sabe que todavía habrá muchas llamadas, contraofertas, retiradas, indignaciones fingidas, cambios de precio y un largo etcétera de estrategias. Pero

por hoy ya no le importa. Es hora de volver a casa. Tiene algunos recados que hacer aún, además de prepararse para afrontar su encuentro, un encuentro que va a ser muy emotivo.

Porque en apenas unas horas estará rompiendo inesperadamente con su pareja.

26

NUESTRO CEREBRO, ESE GRAN EXAGERADO



La glucosa es nuestra fuente de ATP favorita, y el sabor dulce, tan placentero para la mayoría de nosotros, es el indicio más claro de su presencia en los alimentos. Por ello nuestro cerebro se rinde ante aquellos que la aglutinan y lo comunican a través de su dulzor. Pero ese mismo placer hace que tendamos a un cierto abuso. El azúcar, las grasas o la sal son imprescindibles para nuestro organismo, pero su exceso está a la vez en el origen de muchos problemas de salud.

A Ale le duele la espalda. Demasiadas horas de oficina y una vida demasiado sedentaria, que únicamente disimula cuando sale a correr.

Tras salir del trabajo, ha comprado detergente para la lavadora y recogido un traje en la tintorería. Hay asientos libres para sentarse en el vagón de metro de vuelta a casa, pero, a pesar del cansancio, el cuerpo le pide que se quede de pie, que desahogue un poco las vértebras. Acaba de empezar la semana y ya nota que el cuerpo se resiente. Y es que claramente no tenemos el cuerpo adecuado para estar sentados tantas horas, ni para mirar pantallas todo el día. Se agarra fuertemente la muñeca derecha, que le palpita de las contracturas que crea en sus dedos el exceso de teclado y ratón. Cierra los ojos y se imagina bañándose en una playa desierta, pero los abre repentinamente por miedo a haberse saltado su parada. No. Aún quedan tres. Vuelve a cerrar los ojos y a inventarse el sonido del mar. Necesita relajarse antes de la recta final del día, que promete ser intensa.

A la salida del metro esquiva el revuelo de gente y toma una calle poco transitada que lleva a su casa. Pasa por delante de su pastelería de cabecera. También lo es de muchas más personas, que la han transformado en uno de los negocios más exitosos del barrio. Mira de reojo una de las atractivas y adornadas tartas caseras que muestran en el escaparate. Tiene la sensación de que sería capaz de comérsela entera. La verdad es que resulta muy tentadora. Puede que Ale no sea consciente, pero esa tarta es en realidad un hiperestímulo.

Como ya se ha comentado, el sabor dulce es el indicio más claro de la presencia de glucosa, nuestra cadena de carbonos y fuente de ATP favorita, así que nuestro paladar se rinde ante aquellos

productos que la aglutinan y que lo comunican a través de su dulzor. A modo de ingeniosa rutina para que no nos falte la energía, se ha seleccionado que la ingesta de glúcidos nos produzca placer.

El pan, la caña de azúcar, la fruta, la pasta, las lentejas… Existen numerosas formas de encontrar los glúcidos que contienen esa glucosa que transformamos en ATP. Y luego están las tartas, las gominolas, las napolitanas de crema y otros productos que la poseen en cantidades desorbitadas. A estos productos que almacenan masivamente glúcidos se les llama hiperestímulos, porque causan una reacción de atracción y avidez que nos retrotrae a nuestro yo más primitivo, aquel que algunos días tenía que conformarse con comer unas bayas. En los ambientes en que vivieron nuestros antepasados paleolíticos no había palmeras de chocolate ni otros hiperestímulos semejantes. Estos presentan mucha glucosa en poco espacio, algo que no existe en la naturaleza. Por eso nuestro cerebro casi se cortocircuita de felicidad con la sensación irracional de estar ante un milagro del ATP. Somos capaces de anticipar la cantidad de glúcidos que tiene este tipo de alimentos, y nos rendimos ante estos acúmulos ergonómicos de glucosa, que almacenan cantidades que nuestros requetetatarabuelos del taparrabos nunca pudieron ni llegar a imaginar en una sola pieza.

Por culpa de nuestro cerebro ávido, el dulce tiene tan mala prensa y causa problemas de salud hoy en día. No hace tanto tiempo que existe la posibilidad de acumular alimentos en grandes cantidades o fabricar pasteles, y hace pocas décadas que existen las gominolas y los bollos industriales con los que atiborrarse (y atacar la propia salud, además de confundir a nuestro entendimiento). Y nuestro cerebro no está adaptado a tanta opulencia.

Vivimos en un cuerpo que funciona de acuerdo con la estrategia de *mejor pasarse que quedarse corto* porque es un cuerpo modelado en tiempos de escasez, remotos y no tan remotos. Las sociedades humanas avanzan muy rápido, y nuestra fisiología no le sigue el ritmo al progreso ni se adapta a la misma velocidad a la que se producen los cambios. Nuestros cuerpos siguen siendo copias,

muy levemente modificadas, de un primate que correteaba por la selva con dificultades para hacer una comida digna al día. Nuestro gusto tiene avidez de hambriento, no de ciudadano de sociedad espléndida.

La industria alimentaria, que de biología no tiene por qué saber nada pero sí sabe de negocios, no es refractaria a la devoción humana por la glucosa y la incorpora sin conciencia ni compasión a palmeras, caramelos, gominolas, bebidas azucaradas y otros elementos.[1] Surge entonces una situación nociva para la salud: la posibilidad de atiborrarse inconscientemente de cantidades excesivas de glúcidos. Por culpa de nuestra precaria dieta ancestral, nos tientan los excesos. Porque en los tiempos pretaparrabos, la glucosa a la que se tenía acceso era la de los cereales, de los que sería necesario comerse un sembrado entero para que saltasen las alarmas en un análisis de sangre.

Sin embargo, hoy solo tienes que entrar en la pastelería de tu barrio para estar frente a toda la glucosa que ingería un individuo en una vida entera. Así que podemos imaginar que quizá alguna vez en una caverna alguien muy hambriento tuvo un sueño en que se imaginó algo parecido a una tarta hecha con pequeños frutos, que seguramente arruinaría cubriendo con trozos de carne y piel grasienta de mamut para hacerla más apetitosa.

En las sociedades occidentales actuales se abusa de casi todos los alimentos, y en particular de los glúcidos. No solo abusamos por la existencia de una gran abundancia y variedad de productos con capacidad de atracción y de almacenaje, y por tanto hipercalóricos, también por el exceso de consumo de alimentos en general. La pasta no es un hiperestímulo, ni el pan, pero es muy habitual abusar también de ellos, y, como consecuencia, existen problemas de sobrepeso y malnutrición cada vez con mayor frecuencia.

Una vez más, el cerebro que *nos manda* es un exagerado. No somos conscientes de que nuestra apetencia no está bien sintonizada, de que nuestro cuerpo necesita comer mucho menos de lo que pide nuestro cerebro. Pero él está seleccionado para no correr

el riesgo de quedarse corto, y se desata en presencia de hiperestímulos. Por eso sufrimos tanto con las dietas, lo pasamos realmente mal. El resto de nuestro cuerpo viviría a gusto con las cantidades de comida que recomienda cualquier dieta, nuestro cerebro no.

Teniendo en cuenta este razonamiento, es lógico el funcionamiento del edulcorante. Son sustancias que engañan al cerebro para hacerle creer que estamos tomando dulce, sin que el cuerpo reciba realmente un aporte de glúcidos. Los edulcorantes proporcionan la sensación placentera e indefinida del dulzor, y de esta forma engañamos a nuestro cerebro. Este habitualmente nos ofrece recompensas en forma de placer para que sobrevivamos (nos alimentemos mediante glúcidos) y nos reproduzcamos (demos lugar a nuevos 2-ADN tras las relaciones sexuales), pero nosotros también sabemos engañar a nuestro cerebro y a nuestro 2-ADN.

Sobre los edulcorantes, es interesante señalar que abren un interesante debate. Pensemos en algunas de las bebidas azucaradas que podemos consumir a lo largo del día. Una lata de refresco puede contener el equivalente a 35 gramos de azúcar, aproximadamente unas ocho cucharillas; un vaso de zumo envasado entre 20 y 26 gramos, y una bebida energética cerca de 75 gramos, casi veinte cucharillas de azúcar (la Organización Mundial de la Salud recomienda un máximo de 50 gramos de azúcar al día). No nos damos cuenta y estamos ingiriendo una cantidad de azúcar desmesurada. Y desde luego tomar la desorbitada cantidad de azúcar que poseen esas bebidas no es nada sano, pero la solución no es evitarlo abusando de sustancias artificiales como los edulcorantes, que tampoco son recomendables. El azúcar no es insano, es imprescindible. Solo proporciona problemas en cantidades excesivas, porque cuando ya no sabe en qué gastarlo, nuestro cuerpo empieza a almacenarlo y colocarlo donde buenamente puede, entorpeciendo otros procesos vitales.

Sin embargo, nuestro cuerpo no necesita para nada edulcorante. Además, la fisiología de nuestros antepasados no ha tenido contacto con estas sustancias, por tanto no ha podido crear las herramientas para su procesado, ni desarrollar una tolerancia que se haya podido integrar o seleccionar. Y en general las sustancias artificiales no son bien toleradas por nuestro organismo; por ejemplo, los productos de la combustión de los hidrocarburos, que producen alergias, los materiales aislantes que producen tumores, etcétera.

Además, los edulcorantes, al engañar al cerebro, provocan que este tome las decisiones que tomaría en presencia de glúcidos. Por ejemplo, ordena comenzar a metabolizar y almacenar el azúcar de la sangre. Entonces, las enzimas y hormonas implicadas se encuentran con que les han encargado un trabajo que no pueden hacer. Este error fisiológico puede traer consecuencias, porque nuestro organismo requiere una coordinación y un funcionamiento muy precisos, y no le sientan bien las trampas. De hecho, diversos estudios recientes han sugerido una posible relación entre la ingesta de edulcorantes y el desarrollo de diabetes.

La conclusión es que para estar sanos hay que comer menos de lo que nos pide el cerebro, sobre todo en presencia de hiperestímulos. Y no abusar. Y puestos a elegir, es mejor tomar glúcidos que edulcorantes, porque al menos los primeros los sabemos metabolizar y podemos degradar los excesos con ejercicio.

*

Con las grasas se presenta una situación similar: somos unos degenerados y nos pasamos con la cantidad.

Pero nuestra ingesta desmesurada también tiene una explicación semejante. Las grasas tienen un valiosísimo aporte energético encerrado en su estructura.[2] En cantidades no muy elevadas, no solo no resultan nocivas sino necesarias. Por ejemplo,

el colesterol es insano en exceso, pero es imprescindible en cantidades controladas para fabricar nuestras hormonas, o para revestir nuestras arterias y dotarlas de la elasticidad necesaria para que circule por ellas la sangre. Lo peligroso es pasarse de revestir y atascarlas, porque en la cantidad adecuada el colesterol aporta fluidez, y en exceso tapona.

En el pasado de la escasez, los mecanismos de atiborramiento ocasional, típicos de épocas adversas, resultaban adecuados para nuestro organismo. Los cazadores-recolectores nunca sabían cuándo volverían a tener oportunidad de comer en condiciones. Probablemente como consecuencia de ello, somos individuos que cuando comemos grasas tardamos mucho en activar las rutas neuronales de saciedad y satisfacción, y por eso nos apetecen con frecuencia y en cantidades elevadas. Sin duda en la época del taparrabos resultaría más operativo este mecanismo que el contrario. No debía de ser muy aconsejable saciarse antes de tiempo, para después morir de inanición por tardar tres meses en volver a ver un buen trozo de mamut.

Es decir, tenemos un *modus operandi* cerebral que recompensa el hecho de que nos encanten las grasas. Hoy en día, en que estas resultan más fácilmente accesibles que en el Pleistoceno, esta querencia aún no se ha visto modificada y juega malas pasadas. Porque aparentemente algo en lo que estamos de acuerdo los individuos de todas las tendencias políticas es que excederse con las grasas no es saludable.

Sin embargo los individuos con pasión por las grasas no están siendo progresivamente seleccionados en contra, a pesar de lo insano que es su hábito y del aumento de las defunciones por causas coronarias. Si no están siendo seleccionados en contra y la avidez es potencialmente heredable, seguirán naciendo individuos que continuarán atiborrándose, a pesar de que en nuestro ambiente esa actitud no es saludable. Quizá nos resulte sorprendente o

decepcionante que la SN no elimine los fallos como sí hace en otros casos. Pero es que la evolución no es un proceso preciso, ni con un plan ni una dirección, como nos demuestran las setas venenosas.

Es interesante introducir otro concepto evolutivo al que podemos llamar (por innovar) *selección demasiado tarde*. Los individuos con una avidez (heredable) exagerada por ingerir grasas, por lo general sufren el efecto nocivo de este tipo de ingesta descontrolada a partir de los cuarenta años. A esa edad, la mayoría de las personas que se van a reproducir ya lo han hecho. Por tanto, si la avidez descontrolada por las grasas resulta heredable, los hijos podrán haber nacido con ese rasgo antes de que los padres comiencen a sufrir los efectos y puedan resultar seleccionados en contra. Porque los ávidos dejan descendencia antes de morir o de sufrir las consecuencias. Y cabe esperar que sus hijos nazcan igualmente ávidos generación tras generación, con lo cual la pasión por las grasas que probablemente se seleccionó a favor en tiempos de escasez no se va a ver seleccionada en contra en tiempos de abundancia. La evolución guarda muchas intrincadas sorpresas de este tipo, que pueden ser tomadas por contradicciones si erróneamente se piensa que la SN es un proceso meticuloso y preciso.

Por cierto, el mismo cuento de los glúcidos y de las grasas se puede aplicar a la pasión que mostramos por la sal, elemento imprescindible para nuestra supervivencia pero potencialmente nocivo en exceso. En ambos casos, la selección en contra del individuo que abusa de la sal no va a ocurrir porque también va a llegar *demasiado tarde*.

Valgan estas situaciones para insistir en una importante observación de carácter evolutivo: los mecanismos innatos de origen genético siempre hay que entenderlos en relación con el ambiente con el que conviven o convivieron. La estrategia que en un pasado

era favorable puede resultar contraproducente en un entorno distinto, pero de eso no tienen la culpa los glúcidos, que nos mantienen vivos.

Sin salirnos del tema podemos preguntarnos: ¿por qué nos duele la espalda cuando trabajamos muchas horas delante del ordenador? Porque no hemos desarrollado adaptaciones para estar todo el día sentados tecleando; tenemos un cuerpo de cazadores-recolectores, no de oficinistas (y no hay ninguna garantía de que esto vaya a cambiar). Ni siquiera nuestras piernas y espaldas están adaptadas a la postura que debemos adoptar en el coche, que nos parece un elemento imprescindible y omnipresente de nuestro entorno, ni creo que consigamos que nuestras manos se adapten mejor al uso del ratón del ordenador que a quitarnos legañas, o que a coger frambuesas, algo que llevamos muchísimo más tiempo haciendo y con consecuencias más importantes.

Las grasas y los glúcidos nos siguen engañando a los que vivimos rodeados de pastelerías como si fuésemos individuos en tiempo de escasez. Tenemos un cuerpo pensado para corretear por el campo en lugar de trabajar en la gran ciudad. Por mucho que los seres humanos contemporáneos vayamos a conciertos de música rock, nuestros oídos siguen estando diseñados para una vida campestre, y se nos taponan. Nuestros órganos auditivos no están adaptados a ruidos tan intensos y sufren. Y se pueden citar decenas de ejemplos como este.

Esta circunstancia, que implica que poseemos una fisiología de otros tiempos, se denomina en ocasiones el «Principio de la sabana». Esta idea trata de poner de manifiesto que apenas hemos sufrido modificaciones notables (biológicas) desde los tiempos en que los humanos éramos cazadores-recolectores que vivíamos en pequeñas tribus en un ambiente de sabana, antes de olvidarnos de que somos animales. Desde el origen de la agricultura, nuestra genética y nuestra fisiología no se han transformado tanto como

nuestras sociedades. Los individuos solo hemos cambiado sutilmente. En la evolución, no todas las variaciones consisten en inventar un pulmón o en cambiar los brazos por alas. Seguramente hayamos sufrido modificaciones de las que no salen en los libros de anatomía comparada: una proteína aquí, otra allá... De la misma forma, ha habido otras transformaciones notables en apariencia, aunque de poco calado, como el color del pelo o el grosor de los labios, que han ido variando desde la aparición de la especie humana (en distintas direcciones). Pero se trata de cambios muy sutiles y graduales, que no ocurren al mismo ritmo que los vertiginosos cambios sociales.

Los aproximadamente 10.000 años transcurridos desde el inicio de la agricultura son un periodo de tiempo muy breve desde el punto de vista biológico, no son ni cerca de medio segundo del partido de fútbol que es la historia de la vida.

27

PÓNGASE INCÓMODO/A



Hay partes de nuestra realidad como seres vivos que nos limitan y otras que son poco agradables, e incluso pueden llegar a incomodarnos: los celos, el sudor, la necesidad de defecar... Sin duda no somos seres ideales, es más: nuestro origen animal nos delata más a menudo de lo que quizá nos gustaría. Y es que hay parte de nuestro comportamiento que viene marcado por nuestra carga genética, por ese ADN dictador al que con frecuencia tratamos de ignorar. Por ejemplo, las innegables diferencias biológicas entre los hombres y las mujeres.

Conocer la realidad de nuestra existencia no siempre es agradable. Nos sentimos los reyes de la creación pero resulta que tenemos un cuerpo pensado para corretear en taparrabos, y no para estar gestionando carteras de inversores en una empresa financiera ni sentados en una silla. Por eso luego nos duele la espalda, como veíamos antes. Tampoco ninguno de nuestros cerebros es el adecuado para entender realmente el mundo ni nuestra existencia, solo es adecuado para saber cuándo tenemos hambre, elegir quién nos gusta y poco más. Posiblemente nunca podremos entender el origen del universo, y encima tenemos un 2-ADN que fabrica un cerebro que nos engaña y utiliza. Además, este 2-ADN fabrica un cuerpo con habilidades limitadas: si tus piernas no son las adecuadas, por mucho que entrenes, nunca ganarás la medalla de oro olímpica en los 100 metros lisos; si tu cerebro no es el adecuado, nunca serás Einstein, por mucho que estudies, ni podrás hacer divisiones de 6 cifras mentalmente. Somos bastante desastrosos, hay que reconocerlo.

También resulta desagradable que haya situaciones nada cómodas que son inevitables, como por ejemplo envejecer, aunque eso les pasa a todos los seres vivos y no hay remedio posible. En nuestra vida se dan otros molestos eventos puntuales, como la existencia de los celos. Pueden resultar incómodos e incluso ridículos, pero existen en la mayoría de los mamíferos; los perros y los niños pequeños son un claro ejemplo. Cuando sentimos celos no podemos evitarlo; llegamos a controlarnos y disimularlos, eso sí, igual que podemos ayunar, pero tanto los celos como el apetito seguirán existiendo a nuestro pesar.

En general, al ser humano social no le gusta experimentar aquello que le aleja del ser ideal: no nos gusta estar sudados, nos molesta tener que defecar, tener hipo, desprender olores,

ruborizarnos… En resumen, no nos gusta que los demás sepan que somos animales. Nos hemos educado en esa estúpida ideología.

Una revelación francamente incómoda es la de que nuestro comportamiento no es siempre fruto de nuestras decisiones voluntarias. No es fácil aceptar que andamos ciertamente faltos de libre albedrío y que estamos programados por un caprichoso microchip. El ADN dictador siempre sobrevuela nuestra vida. Y no es una idea fácil de asumir para el afectado, como tampoco es fácil de estudiar para el científico.

Sin embargo los comportamientos innatos de nuestra especie se ponen de manifiesto fácilmente para el viajero observador, ya que se mantienen en todas las culturas. Aquello que una tribu aislada, de las que accidentalmente se descubren en el Amazonas o en Etiopía, tiene en común con todas las demás culturas será innato y de aparición evolutiva anterior a la dispersión y separación en etnias de nuestra especie.

Por ejemplo, se ha observado que todos los humanos, sean de una aldea remota de Gabón o de la ciudad de Baltimore, sentimos celos, emociones, necesidad de afecto, de comunicarnos, soñamos, etcétera. Por el contrario, el hecho de que en la sociedad occidental los hombres lleven traje con corbata y solo las mujeres lleven falda es meramente cultural y nada tiene que ver ni con nuestra fisiología ni con nuestra genética, como se puede comprobar visitando esa aldea perdida de Gabón donde no ocurre de esta manera.

Es decir, aquello que todos hacemos, hayamos nacido donde hayamos nacido, nos indica que está escrito en el 2-ADN de cualquier ser humano directa o indirectamente. Por supuesto, puede haber otros comportamientos también dictaminados genéticamente que solo aparezcan en determinados pueblos. Imaginemos que después de que nuestros antepasados saliesen de África hace unos cinco millones de años, todos los que fueron hacia Asia hubiesen recibido una mutación que los hiciese dormir únicamente una hora al día sin sufrir ninguna consecuencia adversa. Entonces veríamos ese distinto comportamiento en todos sus descendientes. Tendríamos un

comportamiento innato en los asiáticos que no aparecería en los africanos y europeos (ni en nadie que no descendiese de ellos). No ocurrió así, y por tanto queda claro que todos necesitamos dormir abundantemente.

La mayoría de los comportamientos innatos son de aparición muy temprana, antes del éxodo de nuestros antepasados africanos, porque en su mayoría son comportamientos muy elementales relacionados con la supervivencia y la reproducción en la época *de la sabana*, y por eso son comunes a todos los pueblos e incluso muchos a otros primates.

A pesar de todo, en el estudio de las bases genéticas del comportamiento humano es fácil toparse con teorías difíciles de probar en el mejor de los casos, e imposibles de refrendar en la mayoría de ellos. Muchas están fundamentadas en sucesos que inferimos que ocurrieron en el pasado, por tanto no serán demostrables mientras no se invente la máquina del tiempo. Además, la lógica imposibilidad ética de realizar experimentos invasivos con humanos limita el número de herramientas y técnicas que se pueden emplear, lo cual nos lleva en ocasiones a la falta de consistencia y replicabilidad de los resultados. El ejemplo de los topillos monógamos y promiscuos nos muestra lo precisos que pueden ser los estudios en otras especies y lo difícil que es replicarlos en la nuestra. El ser humano estudiando al ser humano siempre plantea un problema. A pesar de todo, existen sofisticados estudios científicos que tratan de distinguir aquello que es genético en nuestro comportamiento de aquello que es voluntario o cultural. Pero siempre se trata de un tema comprometido y complejo, que además suele suscitar mucha controversia y suspicacias. Pero del debate se nutre el conocimiento.

Un elemento que puede resultar irritante es que los varones y las mujeres seamos tan profundamente distintos desde un punto de vista biológico. Y no solo en la apariencia física, sino en la parte de

nuestro comportamiento que viene programada genéticamente. Cuesta decirlo en público y escucharlo, porque hemos vivido muchos siglos de injusticias y diferencias en las oportunidades de unos y otras. Esto ha llevado a una situación de confusión en la que reconocer las diferencias biológicas parece una forma de seguir negando la igualdad de derechos. Pero inevitablemente, la evolución discurre con independencia de la Historia y de las meteduras de pata sociopolíticas, y nos ha construido fisiológica y genéticamente distintos. Es nuestra responsabilidad en la sociedad dotarnos de las mismas oportunidades y derechos. Pero desde la perspectiva biológica estamos ante otra de las situaciones incómodas inevitables: hombres y mujeres somos distintos y nos comportamos de forma diferente, está en nuestro programa genético, hagamos lo que hagamos.

No hace demasiado tiempo ciertas corrientes pedagógicas obsoletas achacaban toda diferencia entre sexos a la educación que recibían unos y otras. Aquel que tenga hijos de ambos sexos quizá se haya dado cuenta de que no es exactamente así. Muchos de nuestros rasgos genéricos aparecen claramente desde el nacimiento, por lo que deben estar *preprogramados*.

Siendo un poco simplistas, las niñas no muestran una clara tendencia a decir que quieren ser mamás, mientras los niños hacen el bestia, porque les hayamos educado así: aparentemente nos sale de dentro.

*

Antes de entrar en su casa, Ale camina por delante del parque donde a estas horas juegan los niños después del colegio. Dentro de poco bajará a pasear a su perro. Observa a los niños hacer montones de tierra, correr detrás de la pelota y columpiarse, bajo la

atenta mirada de sus cuidadores. Por supuesto, distingue perfectamente a las chicas de los chicos, aunque no se fija en si se están comportando de forma distinta.

Cualquier ser humano sabe si otro miembro de su especie es varón o mujer sin necesidad de comprobarlo de ninguna manera. Los individuos que pertenecen a cada uno de los sexos son claramente diferenciables: no hay más que observar durante unas milésimas de segundo para determinar el sexo de un congénere. De mil intentos de identificar el sexo de otro individuo de nuestra misma especie a diez metros, nos equivocaríamos una (o ninguna) vez. No por casualidad, esta habilidad es (casi) exclusivamente funcional con miembros de tu propia especie.

Como ocurre en todas las especies de primates, los individuos de ambos sexos siempre fuimos distintos biológicamente (es decir, fisiológicamente). De hecho, entre machos y hembras hay diferencias fisiológicas en todos los animales superiores. Existen diferencias claramente observables entre hombres y mujeres: pechos, vaginas y penes, proporciones en los rasgos faciales, etcétera. De la misma forma, hay diferencias psicológicas que no son más que otro tipo de diferencias físicas o fisiológicas: regiones del sistema nervioso central que no son ni más grandes ni más pequeñas, sino que son *círculos* en unos y *cuadrados* en otros. Son por tanto diferencias físicas que al ser cerebrales se llaman psicológicas, causadas en gran parte por la diferente exposición a hormonas sexuales que determina nuestra genética y fundamentadas en cómo es nuestra distinta fisiología reproductora. Las consecuencias de estas diferencias no son de gran repercusión en nuestra sociedad de hoy en día, pero sí de enorme interés evolutivo.

Porque al ser diferentes fisiológicamente nos hemos visto enfrentados a distintos retos en la historia de la vida, sobre todo en lo relacionado con la obtención de la pareja adecuada para la reproducción sexual. Esta circunstancia ha ido modelando entre los sexos diferentes comportamientos. Muchos de estos

comportamientos forman parte de nosotros igual que nuestro mismo físico. Han pasado a ser genéticos y heredables, como todo lo importante: las ganas de comer, el acordarse de respirar, el impulso de sobrevivir...

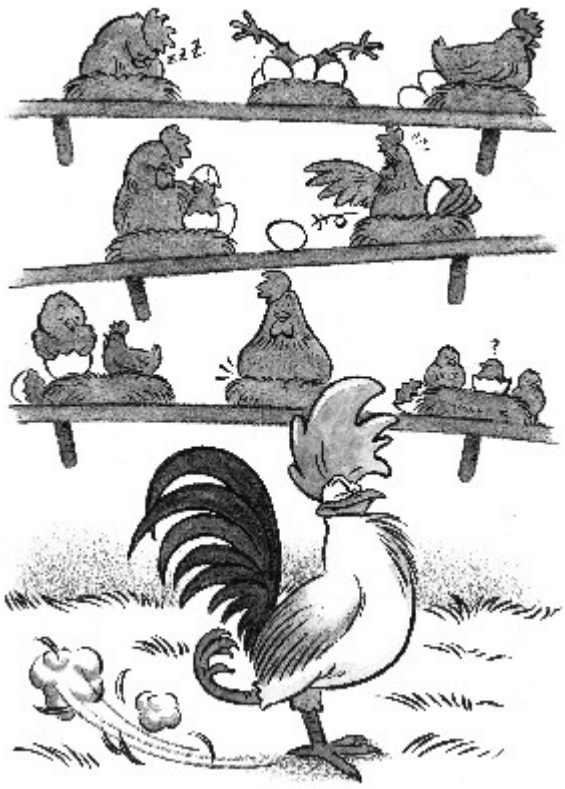
Obviamente tampoco son de aparición reciente los comportamientos dispares entre varones y mujeres, se definieron hace ya mucho tiempo. En realidad poseen notables semejanzas con las de muchísimas otras especies, como ocurre con los rasgos fisiológicos o con los órganos que poseemos. Hay interesantes y meritorios trabajos científicos que muestran las semejanzas con otros animales, en particular con otros primates, porque, por supuesto una vez más, no hay ninguna razón para pensar que los machos y las hembras de otras especies no afronten circunstancias análogas ni requieran mecanismos semejantes, aunque ellos no sepan leer ni escribir.

En resumen, las mujeres y hombres de hoy en día somos fisiológicamente y en gran parte de nuestro comportamiento *hembras* y *machos de la sabana*. Evidentemente sí hemos evolucionado desde entonces, pero solo en algunos aspectos menores, y entre ellos no se encuentran muchos de los rasgos básicos del comportamiento dirigido a la supervivencia y la reproducción.[1]

Pero todo esto tiene un origen remoto, muy anterior a la aparición de nuestra especie, y es cuando el ADN se tuvo que enfrentar a la reproducción sexual para poder copiarse y subsistir...

28

LA REPRODUCCIÓN SEXUAL
Y EL ORIGEN
DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTOR



La reproducción es el mecanismo fundamental que perpetúa nuestra supervivencia, y ello justifica que existan comportamientos determinados genéticamente que conduzcan a perseguirla. Nuestro comportamiento ante la reproducción es en gran parte innato, aunque sea después diverso. Existen

grandes desigualdades en los mecanismos e inversiones reproductivas entre el sexo masculino y el femenino, lo cual justifica que sus comportamientos sean, al menos parcialmente, distintos.

La mayoría de los seres vivos pluricelulares tenemos sexos diferenciados: anfibios, peces, aves... Incluso la mayoría de las plantas tienen sexos definidos, aunque ellas son claramente el personaje secundario de este libro. Los seres vivos nos definimos como supervivientes y reproductores, es lo que nos hace seres vivos frente a los seres inertes, como las piedras o las gafas. Y es paradójico, pero la reproducción sexual consiste en complicar la tarea más importante, la que garantiza la continuidad de la vida. Porque imponer la exigencia de que dos *formas* distintas se encuentren, una grande y la otra pequeña, un óvulo y un espermatozoide, ya son ganas de ponerlo difícil.

Por razones fisiológicas, genéticas y mecánicas, solo seguirá la vida si las células que se juntan para crear un nuevo individuo proceden de dos individuos (o partes del cuerpo) que poseen rasgos diferenciados: machos y hembras. Estos individuos se consideran de distinto sexo, y su principal característica es que las células de que disponen para *juntar* (y dar lugar al nuevo ser) son desiguales: una grande y otra pequeña. Generalmente muchas más características diferencian a los individuos de distinto sexo, pero la asimetría entre sus células reproductoras está inamoviblemente presente y es la causa de todas las demás diferencias.

En el ascensor de su casa, Ale coincide de nuevo con el padre y su hijo, al que acaba de recoger del colegio. Esta vez, en lugar de fijarse en sus orejas, intenta mirar en su interior. Ambos se están reproduciendo en este momento. Todos estamos permanentemente reproduciéndonos, aunque en el ascensor de casa de Ale únicamente se estén reproduciendo las células de los diferentes tejidos. Cada minuto que pasa, cada piso que suben, esas células van envejeciendo. Tienen fecha de caducidad, y las copias son cada

vez de peor calidad, y al cabo del tiempo ya no saben reparar las *arrugas*. De los ocupantes del ascensor, el padre es el que más arrugas tiene, después Ale, y el niño es el que menos. Como si de alguna manera fuesen un indicador de las prisas que tienen sus 2-ADN por reproducirse, para que la vida salte al siguiente, para que empiece de nuevo en otro cuerpo *sin oxidar*. Ale todavía no tiene descendencia, y tiene pinta de que con el revés de esta noche todavía puede tardar. Porque esta noche le va a comunicar a su pareja la decisión que ha tomado. Quizá ya nunca se reproduzca; la idea le produce tristeza.

Cuando *fabricamos* a un nuevo ser empezamos desde cero, en cierto modo es como resucitar, nuestra vida se mantiene en otro cuerpo. El vecino de Ale tiene ya su *copia*, su 2-ADN ya está tranquilo. Ale entiende muy bien por qué a los abuelos les produce esa enorme satisfacción tener nietos, puesto que no en vano implica que la cosa ha conseguido continuar no solo una, sino dos generaciones más. Con el 2-ADN a los mandos, estamos perfectamente *domesticados* y *cableados* para que no se nos olvide pasar la vida a la siguiente generación.

La reproducción, dejar descendencia, es lo más cerca que un individuo puede estar de la inmortalidad, y por tanto hay mucho en juego. Pero para alcanzar ese éxito es necesario encontrar a otro, y además hay que «gustarle», un factor clave en las normas del juego. No hay recursos (ni tiempo, ni materia, ni circunstancias, ni ganas) para que todo el mundo se reproduzca tanto como somos potencialmente capaces.

Aunque hay seres que para reproducirse se copian y punto, como las bacterias, otros tenemos reproducción sexual y necesitamos hacerlo entre dos. ¿Por qué se *inventó*, con lo complicado que es? Es muy humano preguntar constantemente por qué, pero en biología a veces es mejor no hacerlo. El caso es que una vez que apareció la reproducción sexual, los individuos empezaron a usarla satisfactoriamente. Desde entonces las especies comenzaron a evolucionar más rápido porque los individuos ya no

eran meras copias con potenciales errores tipográficos como únicas posibles mutaciones, sino que la *mezcla* de dos individuos introduciría inexorablemente cambios en cada evento reproductivo. Al juntar las células reproductoras de dos individuos se *inventa* un 2-ADN completamente original (parecido al de los progenitores, es decir: poco original pero único).

Desde el punto de vista práctico, generar meras copias como hacen las bacterias no implica ninguna dificultad. Por el contrario, para encontrar pareja y conseguir mezclar células hay que superar ciertos retos. Entre otras cosas conviene estar atento, tener ojos, piernas, habilidades, cierta capacidad de seducción..., elementos que resultan útiles para no acabar soltero y sin herederos. La combinación de células que implica el sexo aumenta el potencial evolutivo porque incrementa las posibilidades de rasgos novedosos, ya que surgen nuevos 2-ADN. Pero tiene la dificultad y el inconveniente de que juntar células de distintos individuos supone un reto, ya que la reproducción sexual también aumenta las probabilidades de no reproducirse, de no encontrar con quien *mezclarse*, de fallar. Si eres una célula de la piel el proceso es sencillo: te copias y ya te has reproducido, igual que una bacteria asexual que simplemente se escinde. Pero cuando reproducirse implica juntarse con otra célula de otro individuo, es más fácil que haya dificultades. Porque si hay una idea sencilla de transmitir a cualquiera es que encontrar pareja y reproducirse no es un camino de rosas.

Ale entra en casa y Canelo se acerca a saludar con la esperable alegría. Tiene ganas de pasear y hacer sus necesidades. Ale se toma unos minutos para quitarse la ropa de trabajo, ponerse algo más cómodo y beber un poco de agua. Enseguida está encaminándose al parque con su perro, o más bien su compañero de piso. Le apena pensar en la soledad que va a sentir cuando rompa con su pareja. Su decisión es firme, la ha meditado durante muchas semanas, pero

no puede evitar la tristeza y la sensación de estar tomando un camino posiblemente equivocado. Las dudas le asaltan mientras Canelo brinca y le pide caricias.

En todas las especies con dos sexos diferenciados las células que se tienen que juntar son desiguales, y por tanto se produce la misma estrategia: uno de los individuos aportará una célula pequeña y austera en la que solo hay ADN (no es más que una rudimentaria lanzadera de material genético) y el otro individuo contribuirá con una célula grande y completa en la que además de su dosis de ADN estarán todos los orgánulos celulares (mitocondrias y demás elementos); dentro de estas *paredes* es donde se empezará a desarrollar el nuevo ser.

No hay animales en los que los dos sexos aporten células iguales: no existe la posibilidad de aportar dos células pequeñas, porque el 2-ADN recién formado no tendría dónde vivir; y tampoco se ha dado en la naturaleza la posibilidad de formar un individuo a partir de dos células grandes, porque los ADN parentales tendrían que *elegir* una para juntarse y formar el 2-ADN. En la vida únicamente se sale adelante a partir de la citada asimetría. Ocurre también que en todos los casos se llama «macho» a aquel individuo que tiene células reproductoras pequeñas, *baratas* y en abundancia (espermatozoides), y «hembra» a aquella que tiene pocas, pero grandes y *caras* (óvulos o huevos). Como hay dos posibles situaciones, hay dos nombres distintos.

Para un biólogo, en esta desigualdad celular se encuentra el indicio más claro de que tiene que haber estrategias y comportamientos distintos entre machos y hembras. Porque si sus células tienen distinto valor, sus comportamientos a la hora de gestionarlas tendrán que ser diferentes, aunque es posible que para alguien que no sea biólogo o economista pueda no ser tan obvio.

Por otro lado queda patente que el 2-ADN *nos fabrica* como supervivientes, y es obvio que la reproducción es el evento fundamental que puede perpetuar esa supervivencia. Esta circunstancia justifica que existan comportamientos determinados genéticamente que conduzcan a perseguir la reproducción, siendo como es la clave para que nuestros 2-ADN vean *sus impulsos* cumplidos.

El resultado de estas premisas es que es lógico que haya surgido un comportamiento reproductor innato. Porque poner interés y tener habilidades para triunfar en semejantes lides tiene todas las papeletas para haberse interiorizado e incluso seleccionado a favor. ¿No parece lógico? ¿No nos engaña nuestro 2-ADN para que nos alimentemos? De forma similar nos engaña para que nos reproduzcamos.

Además existen enormes desigualdades en los mecanismos e inversiones reproductivas entre el sexo masculino y el femenino, lo cual justificará que esos comportamientos sean, al menos parcialmente, distintos. Por ejemplo, en nuestra especie la mujer/hembra fabrica aproximadamente 400 óvulos en toda su vida; de hecho, los fabrica antes de nacer y los gestiona en condiciones rigurosamente controladas, madurando uno al mes, que será utilizado o perdido. El varón/macho practica una estrategia derrochadora fabricando unos 150 millones de células de bajo coste cada día, produciéndose una asimetría notable entre los dos sexos. Esta asimetría no es exclusiva de nuestra especie.

Un agente inmobiliario que trata de vender un chalet de lujo no habla, se viste y adula al cliente de la misma manera que otro que tiene que colocar 500 viviendas de protección oficial. Igual que un vendedor de un Ferrari se comporta de modo distinto que un dependiente de un concesionario de Seat, a pesar de que lo que ambos desean es «vender». De forma equivalente, bien pueden los distintos sexos tomarse la reproducción de distinta manera, aunque sea de forma instintiva e inconsciente.

Dejando de lado las analogías de vendedores y compradores, se pueden analizar las bases del comportamiento reproductor observando otros animales. Concretamente, resulta ilustrativo detenerse en aquellas características que son generales en la mayoría de los mamíferos (entre otros, nosotros). Además de que las células reproductoras femeninas (óvulos) son *caras*, grandes y dotadas de todo el equipamiento necesario (orgánulos) para funcionar, si quedan fecundadas por uno de esos (aparentemente poco valiosos) espermatozoides, la portadora del cigoto resultante tendrá que pasar un exigente periodo de **gestación** o **embarazo**. Y si quiere que su inversión no se termine truncando, después de la gestación padecerá otro largo periodo de **crianza**, recayendo la responsabilidad (al menos de toda la primera parte) en el cuerpo de la madre. Muy al contrario, el portador del espermatozoide bien podría desaparecer para siempre una vez terminada la fecundación, como hace de forma habitual en muchas especies animales. Es cierto que no es el caso del varón de la especie humana, ni el de muchos otros mamíferos en los que el macho comparte responsabilidades con la hembra en la crianza, pero es indiscutible que, a pesar de ello, el varón/macho nunca se queda embarazado. Su rol es de menor importancia porque no arriesga su salud y su vida portando otra vida, ni fabrica una placenta, ni se somete a los drásticos cambios fisiológicos del embarazo; como mucho participa en las tareas domésticas, administra biberones y *baja la basura*. Por tanto, es incontestable que, bajo este punto de vista, las mujeres/hembras en la reproducción se juegan mucho más que los varones/machos: por el alto precio de la célula y por su compromiso ineludible en los periodos de gestación y crianza.

Existe además la contrapartida de que las mujeres/ hembras no tienen tantas oportunidades de reintentar la reproducción como los varones/machos, puesto que poseen menor número de células reproductoras y largos periodos de infertilidad (no solo los que corresponden al ciclo menstrual, sino también durante cada embarazo).[1] En resumen, la circunstancia general de las

mujeres/hembras es casi diametralmente opuesta en el caso de los varones/machos: sobrados de células, de tiempo y de falta de responsabilidades directas.

Por tanto, estas diferencias, principalmente fisiológicas, conllevan que machos y hembras de casi todas las especies tengan comportamientos reproductivos distintos, en muchos casos incluso antagónicos. Sin embargo, ambos tienen claramente un objetivo común: que sus 2-ADN en forma de hijos salgan adelante, aunque a veces con distintas estrategias.

Para entender el comportamiento humano en general podemos imaginar un cuaderno. Cada uno de nosotros tiene el suyo propio. En apariencia externa son todos parecidos, porque todos son cuadernos tamaño folio. Pero al abrirlos descubrimos diferencias. Para empezar, el cuaderno de todos los varones tiene hojas rayadas, y en el de todas las mujeres son cuadriculadas.

Sin embargo, en las diez primeras páginas de todos nuestros cuadernos aparece el mismo texto: hay que practicar sexo, hay que intentar que sobreviva la descendencia, etcétera. En las cinco siguientes no, es distinto lo que hay escrito en el de las mujeres y en el de los hombres.

Estas 15 páginas son unas cuantas pautas de comportamiento, las más básicas y elementales, la base de la supervivencia y la reproducción. Las que son comunes también a muchas otras especies. Pero otros animales apenas poseen cinco o seis páginas más. Los humanos tenemos cientos, donde cada uno tiene escrito y escribe una historia diferente. Las 15 primeras páginas, las elementales, son las que estamos analizando, las más básicas, y son muy interesantes, pero no reflejan todo el texto porque este es distinto en cada individuo.

Las páginas personales de cada uno muchas veces tienen instrucciones para contradecir las 15 primeras. Por tanto, podemos desatenderlas. Pero no podemos arrancarlas.

29

LAS CIFRAS DE LA REPRODUCCIÓN



La diferente biología reproductora de hombres y mujeres —muchas células en ellos; escasas y valiosas en ellas— implica estrategias reproductivas distintas en los dos sexos: comportamientos menos selectivos y más competitivos en los varones que en las mujeres, por lo general más comedidas en ese aspecto. Aunque a menudo ninguno de los dos sepa la realidad genética que subyace en ese comportamiento.

Recordando de nuevo que tanto los varones como las mujeres, igual que los loros, los pepinos de mar y los abetos, tenemos la necesidad imperiosa e inconsciente de reproducirnos, de que nuestro ADN siga el curso de la vida, se puede plantear la situación numéricamente de la siguiente manera: un varón de nuestra especie es potencialmente capaz de tener miles de hijos a lo largo de su vida; se habla de un caso histórico de 1.042 hijos, y el del sultán Mulay Ismail, que tuvo 888. En cambio, se estima que una mujer puede tener como máximo unos 25. La situación es análoga en otras especies, particularmente en los primates.

Esta asimetría es debida a las distintas dosis celulares de espermatozoides y óvulos, y al dispar grado de implicación en la gestación. Como ocurre en la evolución, los comportamientos se modelaron en una suerte de convenio que no consiste en que tengan 1.000 hijos los varones ni 25 las mujeres, sino en alcanzar un mínimo de objetivos mediante la crianza de un número razonable de criaturas. En este panorama, una mujer que a lo largo de su vida tenga un hijo estará bastante más cerca de su techo de éxito (solo a 24 puestos del sobresaliente) que un varón en la misma circunstancia, que prácticamente seguiría con el «no presentado» (a 999 puestos de la máxima nota). Incluso si pensamos en una cifra razonable de descendientes para una pareja, por ejemplo entre uno y siete hijos, seguiremos teniendo a los varones exageradamente lejos de su máximo potencial y a las mujeres siempre más cerca.

A esta situación de discrepancia se la denomina «*varianza de fitness*», y refleja una asimetría en lo que se considera «éxito biológico» para uno y otro sexo. Se trata de una consecuencia directa de los distintos tipos celulares que poseen machos y hembras, e implica que los varones siempre van a fracasar (excepto el sultán Mulay Ismail).

Joey *Mandíbulas* Chestnut tiene el record de perritos calientes comidos seguidos en un estrafalario concurso neoyorquino, con 68 ejemplares (en realidad son solo salchichas, el panecillo no concursa). Imaginemos que esa cifra fuera el máximo humanamente posible, lo cual es bastante probable. En ese caso, ingerir 68 perritos calientes equivaldría a tener 1.000 hijos para el varón o 25 para la mujer. En una analogía con la citada competición, podríamos afirmar que una mujer que tiene un hijo sería equiparable a una persona que en el concurso se comiera 2,72 perritos calientes (1/25 de 68). En contraste, un varón que tiene un hijo se habría comido 0,068 perritos (1/1.000 de 68), es decir, escasamente un centímetro de salchicha.

El éxito o grado de realización de la mujer sería proporcionalmente mucho mayor que el del varón. Porque comerse casi tres salchichas deja más que satisfecho al ser humano medio, mientras que un simple mordisquito enfada más que alimenta. Por tanto, y teniendo en cuenta la *varianza de fitness* que producen las distintas fisiologías, es lógico que a lo largo de millones de años se hayan seleccionado estrategias reproductivas distintas en el varón y la mujer. Estrategias que conllevan comportamientos para intentar comer un par de perritos calientes por persona. Porque ese centímetro escaso de salchicha que ingiere el varón hace prever que su cerebro poseerá los mecanismos innatos e inconscientes que le inviten a buscar desesperadamente más.

La analogía está dirigida a mostrar por qué es lógico que la evolución haya creado mecanismos de comportamiento menos selectivos, más procaces y más competitivos en los varones que en las mujeres. Es normal que se hayan modelado formas de actuar que hagan que los varones traten de abarcar mucho, porque tiene muy difícil conseguir dar salida a todas sus células.

Evidentemente, para compensar las carencias de la *varianza de fitness* el individuo no busca tener hijos, lo que busca es practicar sexo. Porque su cerebro mentiroso no le cuenta las motivaciones que hay detrás de su inquietud, simplemente es un cerebro que

busca la recompensa en forma de placer. Además, el cerebro del «varón de la sabana» (digamos «macho de la sabana» e imaginémoslo más peludo y primitivo) tampoco sabe distinguir cuándo después de practicar el sexo va a tener un hijo y cuándo no. Mientras que la mujer/hembra conoce el destino de su óvulo, el varón/macho puede perfectamente desconocer cuál ha sido el destino de sus espermatozoides, lo cual le añade incertidumbre a su existencia. Por tanto, el instinto de intentar diversificar se habría visto integrado y seleccionado para compensar su incertidumbre. Porque no es en su cuerpo donde se produce la gestación, y por tanto nunca puede tener la certeza de haber procreado (salvo que no se separase ni un minuto de la mujer/hembra, lo cual, al tratarse de dos seres vivos, cada uno con su par de piernas, resultaría imposible).

Hoy en día tenemos mucho más control sobre la situación, aunque nuestros cerebros sigan funcionando con los impulsos primitivos. Así que para el varón, la forma instintiva de combatir las bajas cifras de *varianza de fitness* y la incertidumbre es intentar la reproducción muchas veces con la esperanza de que funcione en una mayoría. Esa es la biología del *varón de la sabana*, y probablemente ese sea el *cableado* que sutilmente persiste en el varón/macho de hoy en día, aunque él lo desconozca y lleve, lógicamente, otro tipo de vida.

Obviamente, la misma situación ocurre con los machos de (casi) todas las especies animales, porque la definición de macho la impone el tener muchas células y *baratas*, y este hecho condiciona el comportamiento instintivo. Se trata de una situación diametralmente inversa a la de las mujeres, o las hembras de otras especies, cuya actitud es, en aparente lógica, menos precipitada, más pausada y reflexiva. Su cerebro también las engaña, también les dice que tienen hambre de sexo para que no se olviden de reproducirse. Pero de acuerdo con la importancia de su decisión y con la facilidad de obtener un éxito relativo, no se trata de un sexo precipitado e indiscriminado. Sus cifras de *varianza de fitness* no las

obligan a precipitarse. Además, el *circuito* de la mujer/hembra es distinto: ella nunca confunde el sexo sin consecuencias con haberse quedado embarazada. Ni ahora ni antes en la sabana: poco tiempo después del acto sexual, sabrá indudablemente si va a tener a un descendiente o no.

De estas dispares situaciones surge una asimetría por la que es estratégicamente razonable que la mujer, que sigue la pista a su óvulo, presente instintivamente distintas ambiciones que el varón (que *desprecia* a sus células reproductoras).

La anisogamia (los distintos tamaños de las células reproductoras y su naturaleza diversa, *caras* y *baratas*), condicionante de la *varianza de fitness* ha proporcionado las diversas presiones evolutivas que han modelado muchos de los comportamientos instintivos de los miembros de nuestra especie. Las distintas consecuencias en uno y otro sexo están profundamente estudiadas, y además son fácilmente observables: la aparente avidez de los varones y la falta de criterio, frente al comportamiento selectivo de las mujeres y su mayor poder y ejercicio de la decisión.

Cabe destacar que estas conclusiones coinciden no solo entre distintas culturas del mundo, sino que también existen comportamientos análogos entre machos y hembras de distintas especies, particularmente de mamíferos.

Es muy importante matizar que esta asimetría no implica que los varones tengan mayor deseo de descendencia que las mujeres. Todos los 2-ADN *quieren* reproducirse igual de intensamente. No se deben tampoco confundir las distintas estrategias reproductoras con el disfrute del placer asociado al sexo, ni con el interés en el mismo, este último muy acentuado en ambas partes. La diferencia atañe exclusivamente a la capacidad de ser más o menos selectivo.

Lo más interesante de estos condicionantes que determinan la conducta es que, una vez más, son efectivos sin que los implicados seamos conscientes. De nuevo, nuestro 2-ADN no nos cuenta cuáles son nuestros intereses en la vida. Jamás hemos sentido que estamos condicionados por la *varianza de fitness*, ni siquiera por la

reproducción (aunque los humanos seamos conscientes de las consecuencias del sexo), ni por la necesidad de hacer inmortal a nuestro 2-ADN. Sencillamente, el sexo es una actividad placentera que nos atrae. El sexo es la motivación visible y la reproducción la razón oculta.

Sin embargo, comparado con otras especies animales el caso de la humanidad es particularmente interesante, porque el cerebro nos engaña como a todas, pero más hemos engañado nosotros al 2-ADN fabricando los anticonceptivos. Podemos disfrutar de la razón visible sin tener que atender al plan oculto.

En el resto de animales, el placer los lleva a practicar el sexo. Ninguna especie es consciente de la relación existente entre su práctica y la obtención de crías. El 2-ADN *los soborna* con placer para sacar su *copia*. La creación de métodos anticonceptivos altera el plan del 2-ADN y dota a la humanidad de la posibilidad de desvincular las prácticas sexuales de la reproducción. El 2-ADN a través del cerebro nos engañaba para que sacásemos *copias* a cambio de placer, y hemos diseñado métodos para disfrutar del placer sin pagar el peaje.

Particularmente revolucionaria resultó la creación de anticonceptivos para la mujer, que le brindaron la posibilidad de practicar sexo sin correr el riesgo de tener que realizar la comentada inversión obligada en gestación y crianza. Por tanto, este invento es candidato a ser el hecho concreto más destacable en favor de la igualdad de género del siglo xx. Por supuesto sin olvidar los avances médicos, como la mejora en las tasas de supervivencia en los partos.

30

LA CRIANZA DE LOS HIJOS Y LA MONOGAMIA



Las crías humanas viven un proceso de retraso de la maduración conocido como neotenia. Al nacer, nuestro sistema nervioso presenta una cuarta parte del tamaño que tendrá de adulto y tiene todavía mucho margen para crecer. Estamos más tiempo aprendiendo que cualquier otra especie, a costa de estar más tiempo indefensos. Para minimizar esa indefensión, la presencia de dos progenitores es una garantía. ¿Podría radicar ahí, al menos en parte, el origen de la monogamia?

Ale sale del portal en compañía de su perro, al que siempre lleva suelto y que en cuanto pisan la calle empieza a correr y no tarda ni medio minuto en localizar unos restos de comida en una papelera. Relame un paquete de salchichas industriales vacío cuando Ale lo alcanza para impedírselo. Con su carácter conformista, el perro cambia de actividad y empieza a olfatear el suelo y a trotar hacia el parque. Allí los niños siguen jugando y quemando esa vitalidad que los caracteriza. En un grupo apartado, uno de ellos se lleva a la boca un puñado de arena que mastica feliz, mientras su padre se abalanza sobre él para evitar que lo devore. Consigue que su hijo escupa la mayoría de lo ingerido, sin perder su entrañable cara de felicidad. A Ale le alegra ver su reacción. Empieza a trotar junto a su perro con la intención de distraerse y activar sus músculos. Piensa en lo poco lógico que es, al menos en apariencia, que los niños coman tierra, y en si no sería esperable que después de tantos miles de años de existencia de nuestra especie hubiese desaparecido ese comportamiento. Después de un kilómetro de trotecillo junto a su perro ya se ha dado cuenta de que probablemente nunca va a desaparecer. Aun así, se pregunta qué les parecerá atractivo de la arena, si no es dulce y ni siquiera huele bien.

Es posible que ese anómalo comportamiento gastronómico tan común en los niños tenga una explicación, aunque no sea evidente. Puede que los niños de nuestra especie se traguen apetitosos puñados de barrillo porque están empezando a tener activo el circuito que desarrolla la habilidad de llevarse cosas a la boca (sin tener aún adquiridas las habilidades de distinguir lo bueno de lo malo). Los niños pasan su infancia investigando el medio sin ningún criterio aparente más que el de rellenar su conocimiento. Bien

conocido es su hábito de intentar meter los dedos en los enchufes y su falta de prudencia en general. Ser una esponja aprendiendo implica correr ciertos riesgos.

Toda esta clase de sucesos son explicables porque los niños de nuestra especie sufren un interesante (y útil) proceso de retraso de la maduración llamado **neotenia**. Es comúnmente conocido que los periodos en los que más se aprende es de bebé y durante la primera infancia; la prueba está en la incapacidad de aprender un lenguaje en etapas posteriores con la misma habilidad, facilidad y perfección que se hace entonces. Nuestra especie ha visto ralentizado su desarrollo alargando ese periodo temprano, de ahí que seamos la especie con mayor capacidad intelectual, pese a que ello implique una crianza más larga y compleja que en ninguna otra.

Al nacer, nuestro sistema nervioso tiene una cuarta parte del tamaño que tendrá de adulto; de hecho, nacemos con el cráneo agrietado (mejor dicho, con las suturas craneales abiertas) porque tiene todavía mucho margen para crecer. Estamos más tiempo aprendiendo que cualquier otra especie, a costa de estar más tiempo indefensos. Durante todo ese periodo nuestra capacidad experimental es tremenda (y proporcional será nuestro desarrollo psicomotor). Los pollitos salen del huevo andando mientras nosotros tardamos muchos meses en lograrlo, y además necesitamos tener a nuestros padres al lado al menos hasta los 10-12 años (como poco) para sobrevivir. Pero a cambio podemos hacer ecuaciones diferenciales y diseñar los planos de un puente colgante, o incluso de un rascacielos. Nuestros primos chimpancés también tienen un largo periodo de aprendizaje en el que son completamente dependientes de su madre, aunque tanto su capacidad como su duración son significativamente menores que las nuestras. A los cinco años son casi independientes, a pesar de que continúan muchos años más viviendo en compañía de la madre.

Evidentemente, este intenso aprendizaje que proporciona nuestro desarrollo intelectual tiene una contrapartida, porque implica un riesgo constante para la supervivencia de la criatura. Por eso

requiere un cuidado parental que evite que metas los dedos en el enchufe, ruedes por las escaleras, atravieses cristales, seas devorado por las bestias, y que practiques el dominio del espacio que te rodea y des rienda suelta a tu curiosidad llevándote barro, heces y piedras a la boca. Solo se ha podido seleccionar a favor este exagerado retraso de la madurez, tan beneficioso por otro lado, porque va debidamente complementado con la presencia constante de unos padres sacrificados. De otro modo habría supuesto la extinción de la especie. Y desde luego en la genética de los padres está integrado el instinto innato de proteger a su descendencia, como corresponde a cualquier comportamiento que ponga en juego la supervivencia y el futuro del 2-ADN.

También hay una explicación alternativa o complementaria al feo hábito de los bebes de acercar sistemáticamente cuanto encuentran a su boca. Se conjetura que además (o en lugar) de un ensayo del dominio del medio, este comportamiento puede ser un mecanismo innato que favorece un adecuado desarrollo del sistema inmunológico: el niño que come arena presenta el entorno a sus células para que puedan activar las defensas adecuadas. Enseña a su interior lo que hay en el exterior para que se vaya preparando, porque su sistema inmunológico tiene que entrenarse. Desde luego es beneficioso que haya practicado antes de afrontar sus primeros combates, como cualquier ejército.

Hay una idea relacionada que no debe llevarnos a confusión: el hábito de los perros de, eventualmente, comer heces propias o ajenas es otra cosa distinta... Eso es reciclaje. Hay un alto porcentaje de material recuperable (enlaces de carbono por romper) en las heces, y hay especies cuyo metabolismo es capaz de aprovecharlo, como los perros y otras muchas. Por cierto, esta circunstancia sirve para predecir que muy probablemente las moléculas volátiles que desprenden las heces se traducirán en sus cerebros como olores favorables. En presencia de heces, el cerebro canino se habrá seleccionado para activar sensaciones parecidas a las que nosotros tenemos al entrar en una pastelería donde hay

croissants recién hechos. Sin embargo, a nosotros esas mismas moléculas volátiles de las heces no nos gustan, y por ende nos huelen mal. Porque las infecciones que potencialmente pueden provocar las numerosas bacterias presentes en las heces en nuestro organismo no compensan la energía que obtendríamos reciclando lo que allí puede haber de nutritivo. De ahí que el hábito de encontrar apestosos los excrementos probablemente se seleccionó a favor en alguno de nuestros antepasados, de igual modo que en el perro seguramente se seleccionó encontrarlo atractivo porque ellos poseen las herramientas moleculares necesarias en su organismo para que ese reaprovechamiento no tenga consecuencias adversas.

Sea por neotenia, por desarrollo del sistema inmunológico, por las dos razones o por ninguna de ellas, los niños de vez en cuando comen tierra. Y la presencia de los padres durante los primeros doce años de vida (o al menos de uno de ellos) es imprescindible para la supervivencia del nuevo envase en que habita la combinación de los ADN paternos.

Tenemos por un lado una anisogamia y una *varianza de fitness* que enfrenta los intereses de varones y mujeres, y por otro lado tenemos una neotenia que obliga a los padres a volcarse con los hijos… ¿Somos entonces una especie monógama?

La respuesta es difícil. Es evidente que cada cultura tiene su sistema, pero como especie todos deberíamos ser lo mismo, porque es un comportamiento determinado antes de la dispersión de la humanidad. Es un debate abierto que no tiene una respuesta concluyente. La mayoría de expertos considera a la especie humana biológicamente polígama. En un estudio clásico, el antropólogo George Murdock (en 1967), analizando 849 culturas observó que 708 (83,4 %) eran poligínicas (un varón, varias mujeres), 137 monógamas (16,1 %) y 4 (0,5 %) poliándricas (una mujer, varios varones).[1] Considerando que nuestra biología ejerce una influencia en la determinación de nuestra forma de establecer vínculos,

podríamos pensar que somos poligínicos en nuestra esencia y por eso la mayoría de las sociedades lo son. Pero no tiene por qué ser cierto. Otros factores pueden haber condicionado la formación de las sociedades poligínicas.

El ser humano es bastante flexible en su organización social gracias a su extraordinaria inteligencia (por resumir de alguna manera su idiosincrasia), y su biología respeta esta flexibilidad en aras del éxito reproductivo. Además, de nuevo, nuestra inteligencia nos permite formar unos vínculos afectivos profundísimos con nuestro socio/a, tanto que pueden anular los efectos biológicos.

En cualquier caso, varones y mujeres somos individuos interesados en sacar adelante a la prole a partir de estrategias reproductivas distintas (impuestas por nuestra anisogamia, *varianza de fitness*, etcétera). Pero siempre con el objetivo único y común de que la reproducción sea un éxito. Porque si la prole no sale adelante, las copias de nuestro 2-ADN tampoco, y eso es lo que instintivamente nos importa. Condicionada siempre por este fin inmutable, la especie humana ha mostrado una gran flexibilidad.

Aparentemente, en determinadas circunstancias (ciertos tiempos o simplemente ciertas culturas) donde ha sido/ es/será muy determinante la presencia del varón para que mediante sus particulares características aumente la probabilidad de éxito de la cría (por ejemplo protegiendo del infanticidio), se ha adoptado la monogamia. Además, los éxitos del desarrollo neoténico de nuestra especie aumentan con dos progenitores, lo cual también promueve la formación de una pareja estable e invita a los padres a permanecer en pareja. Sin embargo, en otras ocasiones y en otros lares, la presencia del varón ha sido menos necesaria y se han impuesto formas de poliginia.

No es descabellado pensar que realmente somos indefinidos. Es probable que seamos antiguos polígamos en transición, y que existan diversas variantes genéticas que condicionan diversas formas

de ser: unos más fieles, otros más promiscuos, unos más influidos por su genética, otros más moldeables por su ambiente… Es difícil ser concluyente, aunque no parece desatinado plantear que podemos estar en plena evolución. Incluso posiblemente se esté seleccionando a favor la monogamia, al menos en numerosas culturas. Si existen padres con una mayor tendencia innata a la monogamia y están reproduciéndose más exitosamente, podría estar ocurriendo. En cualquier caso, si estamos viviendo una transición, es el momento menos adecuado y más confuso para el análisis, porque no podremos observar un resultado consistente.

31

¿ES IMPORTANTE ELEGIR BIEN?



Hombres y mujeres, machos y hembras, eligen a sus parejas reproductoras en función de unos requisitos marcados por su realidad biológica. Ellas buscan a un portador de buen ADN, que dé lugar a un buen superviviente, y, a ser posible, que se implique en la nada fácil crianza. Y ellos buscan también a una buena portadora, que a la vez sea capaz de sacar adelante sola el 2-ADN, si se diera el caso.

La elección de una determinada pareja es una decisión relevante, porque de la mezcla de los dos ADN parentales va a originarse el 2-ADN resultante. Está en juego el salto de la vida de un cuerpo a otro, la entrega del relevo de la existencia. Así que, dada la vital importancia del evento, tanto machos como hembras parecen haber desarrollado mecanismos para valorar de forma instintiva con qué individuo deciden *empaquetar* su ADN en su intento de viaje hacia la eternidad. O al menos hacia la supervivencia más inmediata, que es la procreación.

¿Qué pretenden esos pajarillos que hacen un ridículo baile de cortejo? Simplemente comunicar que ellos son los adecuados, que bailan mejor que el de al lado porque tienen un 2-ADN mejor en sus entrañas.

El perro de Ale ahora se ha encontrado con otro ejemplar de la misma especie, de tamaño y raza parecidos. Afortunadamente parece que se trata de una hembra porque no ha provocado ninguna reacción violenta. Se analizan mutuamente, se huelen los anos, enfrentan sus miradas y sus hocicos, y al cabo de pocos instantes se separan. Ale no sabe si por desinterés o porque el dueño ha obligado a la hembra a retirarse. Mientras se aleja del parque, se pregunta qué pensaría su perro de esa perra, ¿se habrán gustado?

Aunque sus *números* sean distintos, en todas las especies animales los individuos de ambos sexos coinciden en que buscan (inconscientemente) una pareja de *calidad*. ¿Qué es encontrar ***calidad*** en términos reproductivos?

Encontrar *calidad* en la pareja es encontrar a un individuo portador de un ADN adecuado con el que juntar el propio. Tanto para un macho como para una hembra de cualquier especie, un ADN adecuado sería aquel que, junto con el propio, genere un 2-ADN que haga de su portador/a un/a buen/a **superviviente** y un/a buen/a **reproductor/a** para que la vida siga. Más de lo de siempre. No

puede ser de otra forma, ya que nuestros ADN (me refiero a todos los que quedan sobre la faz de la Tierra) nos conducen a actuar de esta manera.

Pero a pesar de este punto general y coincidente entre sexos, aunque ambos buscan esa *calidad*, esta tiene distintos matices para uno y otro sexo (y para cada individuo),[1] fundamentados en sus ya conocidos intereses.

En consonancia con sus características, las *hembras de la sabana*, como las de muchos otros mamíferos que también cuidan a su descendencia, buscarían parejas con estas dos características generales o requisitos:

1) Un portador de un ADN que vaya a dar lugar a un/a buen/a superviviente, es decir, alguien que resista bien las enfermedades y las dificultades que pone la vida en el camino, y a un/a buen/a reproductor/a, alguien que vaya a ser capaz de esforzarse y conseguir que este ADN siga el curso de la existencia.
2) Además, a ser posible, esa pareja deberá tener características que le hagan **implicarse** en la protección, supervivencia y mantenimiento del portador/a del 2-ADN generado, al menos en su época más indefensa. Es decir, que ayude durante la gestación (aunque sea sacando de paseo al *Diplodocus* o trayendo comida a la cueva) y en la crianza.

La pareja que se implica será indiscutiblemente de mejor *calidad* que aquella que desaparece tras la concepción, puesto que indirectamente redunda en la supervivencia de la descendencia. Si elige una pareja que posee características que no favorecen la supervivencia de la prole o que no coopera adecuadamente en el cuidado de la cría, la descendencia podría no salir adelante, abortando la existencia del 2-ADN que tanto se desea proteger y haciendo perder además a la madre una oportunidad y un valioso tiempo y esfuerzo.

En esta última parte las mujeres/hembras presentan una sutil diferencia con los varones/machos, que, como se ha comentado, no realizan una inversión tan valiosa a pesar de compartir los mismos intereses. Esto conlleva que en las mujeres/hembras sea lógica la existencia de mecanismos muy agudos de filtrado de candidatos.

Por supuesto los varones/machos no son simples *peleles* conformistas. También han integrado mecanismos para detectar qué parejas son las más adecuadas para *encargarles* el cuidado de su ADN, como es comprensible. Pero podría tratarse de filtros menos exigentes, en buena consonancia con sus circunstancias fisiológicas. Porque en el caso de los varones/machos, el reto de la procreación se basa en ser capaces de detectar quién llevará mejor a buen término la supervivencia del ADN que van a aportar. Aunque en nuestra especie, y en muchas otras, el varón/macho se mantenga junto a la mujer/hembra, la biología le ha negado la posibilidad de ser él quien lo cuide directamente, así que tiene que elegir muy bien a la potencial *conductora*.

En consiguiente lógica, el mecanismo que se ha impuesto en machos de muchas especies, además de intentar siempre elegir una pareja que aparentemente sea buena cuidadora del ADN, es el de intentar diversificar. O lo que es lo mismo: aspirar a intentar distribuir copias de su ADN entre diversas portadoras, de forma que el riesgo de extravío se vea disminuido (o al menos compensado), y su *varianza de fitness* no sea tan desastrosa.

Por tanto, los *machos de la sabana* buscarían parejas con estas dos características generales o requisitos:

1) Igual que las mujeres/hembras, una portadora de un ADN que vaya a dar lugar a un/a buen/a superviviente y a un/a buen/a reproductor/a.
2) Una portadora adecuadamente capacitada para sacar adelante al 2-ADN, teniendo en cuenta que al propio varón/macho no le corresponde implicarse fisiológicamente en la gestación. Además, existe la posibilidad de que él tampoco vaya a

comprometerse en la crianza (nada ni nadie puede garantizar que vaya a seguir junto a la criatura al cabo de los meses, ni en los siguientes años). Por tanto, tratará de conseguir una mujer/hembra ideal para dejarle *la tarea* en caso de que sigan vidas divergentes, como pasa en muchas otras especies animales.

Cabe indicar que para el varón/macho, al estar eximido de las tareas de gestación, un error en la selección de la cuidadora que conllevase un fracaso reproductivo no supondría un contratiempo tan grave como en el caso de la mujer/hembra, ya que su condición le deja muchas más oportunidades (en tiempo y número de células) para intentar nuevas *copias* en otros cuerpos. Esta circunstancia, sumada a su apremiante *varianza de fitness*, produce que los varones/machos muestren una cierta tendencia a mostrarse conformistas. En una metáfora poco bella, muy cierto, si la *hembra de la sabana* es un portero de discoteca, el *macho* sería el juerguista que, cuando no le dejan acceder a una, buscará otra y otra y otra más.

Efectivamente, hay intereses distintos entre los dos sexos, pero también hay un punto común: ese requisito 1 en el que coinciden en la búsqueda de una pareja con una genética de superviviente y buen reproductor. Ya que, de acuerdo con el fuerte principio de la herencia —el hijo/a se va a parecer al padre y a la madre—, si la pareja elegida tiene buena genética, el hijo/a probablemente también. Pero… a pesar de coincidir en el requisito 1, los dispares factores del requisito 2 conducen a ambos sexos a buscar características distintas, que incluso introducen un claro conflicto. De acuerdo con el requisito 2, las *hembras de la sabana* intentarían mantener al *macho* a su lado, o al menos intentar que coopere en sacar adelante la cría, mientras que las células del *macho de la sabana*, sumadas a su incapacidad para ser él quien se embaraza, lo llevarían a buscar parejas adecuadas que puedan encargarse de todo en caso de ausencia. Aunque en nuestra especie en la mayoría

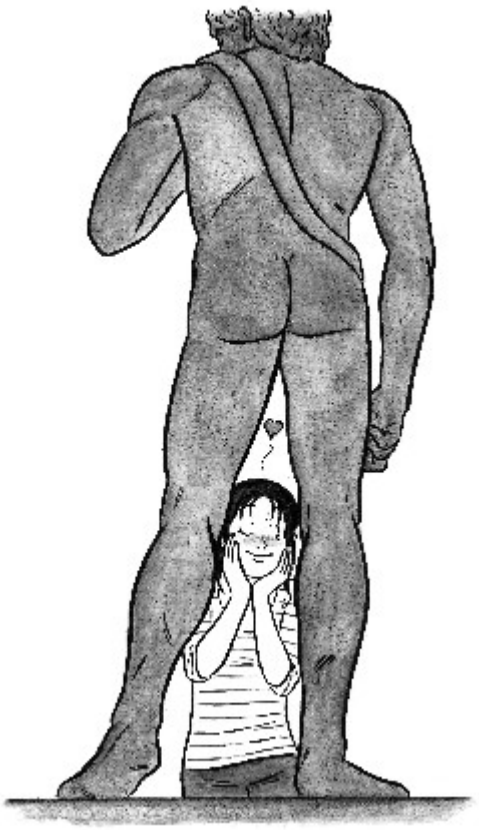
de los casos se mantienen juntos, es una circunstancia plausible que el varón/macho no permanezca junto a la mujer/hembra, ya que la convivencia puede verse impedida por muchos motivos, a veces puramente azarosos (no necesariamente por falta de compromiso).

En resumen, en este panorama no es absurdo pensar que por naturaleza las mujeres/hembras puedan tener tendencia a ser más meticulosas a la hora de seleccionar el portador de la célula que las dejará embarazadas que los varones/machos a la hora de desprenderse de sus células *baratas*.

En consecuencia, y con tanto en juego, no debería sorprender que la habilidad para detectar a las parejas que cada sexo considera adecuadas se haya integrado ya entre los mecanismos fisiológicos (psíquicos, si se quiere) de los individuos, de la misma manera que hemos desarrollado mecanismos para detectar la presencia de sustancias que nos abastecen de energía.

32

EL PRIMER REQUISITO DE LA PAREJA PERFECTA



Para que la reproducción sea posible hace falta encontrar pareja, puesto que, como hemos visto, en nuestra especie la reproducción es cosa de dos. Y podemos buscar a esa pareja reproductora ideal de manera intuitiva, fijándonos inconscientemente, por ejemplo, en detalles como la simetría bilateral, un

indicador bastante fiable de que la persona en cuestión posee un ADN superviviente. Aunque nosotros solo percibamos la armonía de ese rostro o de ese cuerpo.

Volviendo desde el parque, Ale se detiene delante de un nuevo local en el que ofrecen clases de baile. La oferta es de por lo menos una docena de tipos de bailes. Los enormes escaparates le permiten observar cómo los alumnos se esfuerzan en coordinar los sinuosos movimientos de la samba. La pareja de profesores es claramente distinguible por su habilidad, y lo mismo ocurre con un par de alumnos aventajados que ofrecen una imagen estupenda del negocio. Ale pasa de largo y piensa que quizá debería apuntarse, porque va a necesitar buscar nuevas aficiones y conocer gente después de su inminente ruptura, aunque no sabe de dónde podrá sacar el tiempo.

No solo tú decides con quién te juntas, los animales también eligen su pareja. El apareamiento no es automático como si fuese la atracción de dos polos magnéticos, requiere una presentación de candidaturas y una elección de ganador. Los documentales frecuentemente muestran circunstancias en las que se ve a los afanados concursantes intentar resultar elegidos desplegando bailes, recursos y habilidades.

En nuestra especie, mujeres y varones coincidimos en el que hemos llamado requisito 1: buscamos una pareja con un ADN adecuado. En este punto además coincidimos con los demás animales: buscamos individuos que nos parezca que son portadores de un *buen* ADN, que junto con el nuestro vaya a dar lugar a un/a buen/a superviviente y a un/a buen/a reproductor/a. Es evidente porque el ADN *busca* que su propagación nunca se detenga.

Probablemente parezca llamativo y complicado que podamos obtener información sobre el 2-ADN de otra persona, que está encerrado en el interior de sus núcleos celulares. Pero no es imposible, y se han descrito algunos mecanismos que permiten esta particular forma de comunicación.

Obviamente, la detección de la *calidad* es algo instintivo, involuntario e innato, ya que no somos capaces de saber quién va a tener *buena o mala* genética de forma consciente (de hecho, hasta hace pocas décadas no se sabía lo que era el ADN y la gente siempre se ha reproducido). Lo único que percibimos conscientemente es que hay personas que nos gustan. Esas personas son las que nuestro cerebro piensa que tienen un ADN adecuado. Así de simple.

A estas alturas, con el abundante conocimiento que tenemos de los mecanismos evolutivos, debería parecer lógico que los individuos posean de forma innata una rutina interiorizada que detecte buenas parejas. Si la esencia de la vida se basa en la reproducción, no puede resultar extraño que hayan surgido mecanismos para practicarla de forma *rentable* (cada uno con las conductas y requisitos que le otorguen esa rentabilidad). De nuevo, es algo demasiado serio como para dejarlo en manos de los libros, los padres o los profesores; e incluso de nuestra propia consciencia. Aunque resulta difícil entender cómo, es evidente que si en algún momento de la evolución apareció una manera de detectar buenos genes, sería indiscutiblemente seleccionada a favor. Eso es evolutivamente lógico, y así ha ocurrido, y eso precisamente es lo que hace (al menos en parte) que unos miembros de nuestra especie nos gusten y otros no. Los que nos gustan, como ya se ha mencionado, son los que nuestro cerebro cree que tienen ese ADN *fetén*.

Por supuesto, como todo en la vida, los mecanismos no solo no son de precisión ni perfectos, sino que además están anticuados, se crearon hace miles de años, así que en muchos casos pueden no estar detectando lo que pretenden. Pero es evidente que han funcionado, porque se han heredado y no se han extinguido. Así que, como en otras circunstancias de nuestra biología, si no son perfectos, al menos sí que son *suficientes*.

La maniobra para detectar en una potencial pareja la posesión de un buen ADN es parecida a otras que hemos analizado en este libro, y, de igual manera, no solo ocurre sin que nos demos cuenta, sino que no podemos controlarla. Aunque nos cueste reconocerlo a nosotros, que creemos que lo tenemos todo dominado e incluso sabemos hacer la declaración de la renta solitos. Recordemos: el dulce nos producía placer para indicarnos que ese alimento poseía enlaces de carbono, algo que resulta fundamental para obtener energía y sobrevivir. Un rasgo determinante en la elección de pareja, como por ejemplo la belleza, también proporciona una sensación agradable al cerebro. En el fondo es una forma de comunicarnos que ese individuo posee un ADN que *nos vale*, adecuado para fabricar un buen superviviente y reproductor. Seguramente nos gustaría que nuestra conducta fuese más sofisticada, pero aunque nos cueste reconocerlo, la belleza (en sentido muy amplio) es sumamente determinante a la hora de elegir pareja.

Tanto la contemplación de un dulce en un escaparate como de una persona atractiva resulta tentadora, pero en el fondo es todo un truco de nuestro 2-ADN que conduce a que no se extinga. Desde el punto de vista bioquímico, es fácil comprender por qué la glucosa de los dulces proporciona energía a través de la síntesis de ATP. Pero no es nada fácil de entender por qué una cara que muestra rasgos que resultan atractivos es la portadora de un ADN adecuado. La cosa se complica aún más teniendo en cuenta que no todos los individuos se sienten atraídos por la misma persona. Sin embargo se ha avanzado bastante, y hoy sabemos que gran parte de su explicación reside en rasgos como la simetría y en los llamados «caracteres secundarios», y parece plausible que en pocos años se conozca mucho más.

La simetría bilateral

La simetría bilateral, esto es, la distribución equilibrada en el cuerpo de las partes que aparecen duplicadas, es un indicador de superación de enfermedades, de la fuerza de tu genética. Cuando un organismo afronta un problema de salud, por ejemplo una infección, o sufre algún tipo de contratiempo físico durante la vida, el cuerpo pone en marcha los procedimientos disponibles para intentar recuperarse. Pero si no se repone de forma adecuada, la simetría del individuo puede verse afectada. Si un individuo sufre una rotura en el húmero del brazo izquierdo, de forma inmediata el cuerpo afronta el proceso de recuperación. En concreto, las células del hueso y de los vasos sanguíneos colindantes comienzan la síntesis de las proteínas necesarias, por tanto es el 2-ADN el que en última instancia controla el sellado del hueso. Si la reconstitución es de calidad, el hueso sellado quedará como estaba, idéntico al del otro brazo. Si la reparación no es muy efectiva se generará una asimetría en el cuerpo del afectado, el húmero del brazo derecho y del izquierdo serán distintos, aunque sea sutilmente. En este caso, el 2-ADN habrá mostrado su *debilidad* frente a la rotura, esto es, su incapacidad de reposición frente a un envite del entorno. Resultado del combate: Entorno 1-ADN 0.

La exposición a patógenos, infecciones y a otros agentes agresores es muy frecuente durante la gestación, y puede afectar a la simetría con la que se nace, ya que es en esta etapa cuando el cuerpo se está fabricando de forma especular. Como resultado de este periodo del desarrollo nadie nace perfectamente simétrico, pero ante una misma circunstancia hay individuos que evitan mejor una futura asimetría que otros, mostrando una *fortaleza* genética mayor frente a los avatares del entorno.

Por supuesto, después del nacimiento, durante toda la vida, también ocurren eventos, como la rotura del húmero, pero afectan a la simetría menos intensamente. Teniendo en cuenta todas estas circunstancias, la observación de una cara muy simétrica (y un cuerpo) puede estar mandando a través de nuestros ojos un mensaje cifrado a nuestro cerebro sobre la buena *calidad* del ADN

del individuo contemplado. Se trata de una simetría imperceptible de forma voluntaria, detectada inconscientemente. Este proceso resulta inimaginable, pero se ha comprobado que lo procesamos sin darnos cuenta.

La bella y la bestia

La simetría es un fuerte indicador para ambos sexos, pero ¿qué otros rasgos característicos de buena genética tiene el cuerpo ideal que debe poseer un *macho* para las *hembras de la sabana*, además de la citada simetría? Por ejemplo, los que demuestran fuerza. Un individuo fuerte en la época del taparrabos era un buen superviviente, aunque hoy en día no parezca necesario ser capaz de tener unos potentes brazos para la caza o para la protección de la pareja y la prole, o unos desarrollados hombros y pectorales que ayuden a trepar árboles o a traer pesadas piezas de carne o útiles a la cueva.

Y de esos rasgos que muestran fuerza, seguramente unos resultan más atractivos que otros. Cualquier persona observadora que asista a un gimnasio podría confirmar fácilmente que unos rasgos son más difíciles de modelar que otros. Es decir, hay músculos que cualquiera puede hacer crecer y otros que, por muchas horas que invirtamos en el gimnasio, siempre se mantendrán parecidos. Si un rasgo es fácilmente modificable con ejercicio quiere decir que la genética no tiene todas las papeletas en su forma definitiva. En esos casos, el esfuerzo, el sacrificio y los consejos del monitor del gimnasio pueden ayudar tanto o más que el 2-ADN. Pero esos rasgos no habrán sido seleccionados para ser percibidos *tan* atractivos, porque no supondrán una asociación directa con la genética.

Siempre resultarán más atractivos aquellos que realmente muestran que el portador es fuerte por naturaleza, y en los que, por tanto, la genética es la principal accionista: aquellos rasgos que el

esfuerzo no pueda cambiar significativamente porque vienen determinados de serie, y por tanto pasarán en las células reproductoras a la descendencia. Obviamente hay muchos rasgos de este tipo: espalda ancha, hombros anchos, y abdominales no tapados por la grasa, por ejemplo. El ojo de la *hembra de la sabana* aprendió a detectar buenos supervivientes a través de la fuerza de sus músculos.

De forma análoga ocurre en mujeres observadas por varones. Los rasgos físicos que resultarán más atractivos a los *machos de la sabana* serán de nuevo aquellos que indican belleza (y por ende salud) y que más cuesta trabajar en el gimnasio: delgadez, proporcionalidad, relación cercana al 0,7 entre la cintura y la cadera, altura... Sin embargo, a través del físico, el mensaje encriptado que el cerebro del *macho de la sabana* percibe con mayor facilidad no es el que satisface el primero sino el segundo requisito: «En mi cuerpo tu ADN está seguro»…

También se han descrito los caracteres secundarios como un valor para la elección de pareja. En el caso de los caracteres secundarios masculinos se trata de rasgos que también mandan un claro mensaje al subconsciente femenino: por ejemplo, unos marcados pómulos y un fuerte mentón son un claro indicador de un individuo con altas dosis de testosterona recorriendo su cuerpo. ¿Qué mejor indicador de un buen superviviente y reproductor frente a, por ejemplo, una afeminada cara redondeada? Así que esos rasgos son habituales en los varones más atractivos.

En mujeres también hay caracteres secundarios (parecidos en muchos casos) que mandan mensajes bien distintos (pero equiparables) a los varones, esto es, que expresan «Soy la salud personificada»: forma de la cara, piel sin manchas, pelo sano, labios gruesos, ojos y labios muy contrastados, etcétera.

Es evidente que el requisito 1 se puede satisfacer de muchas maneras. La más directa es a través de los rasgos físicos. Es el lenguaje que mejor maneja el ADN, porque es el que tiene que usar en las demás especies animales. Pero en nuestra especie también

existen la comunicación verbal, el conocimiento y el trato con las personas, de forma que no es exclusivamente a través de su atractivo físico como se detecta a la pareja ideal, aunque sí se trata de la manera más directa e instintiva. Es por tanto también la más universal y la que menos controlamos conscientemente, por eso la hace la más sorprendente e interesante; aunque, como siempre, estamos ante comportamientos originados en nuestra genética y posteriormente modelados por todos los demás factores que encontramos en nuestra historia vital.

Por supuesto lo descrito no es más que un resumen para ilustrar el panorama general. Aparte de la simetría y los caracteres secundarios, debe existir otra serie de elementos que aún desconocemos, o que al menos no se encuentran pertinentemente estudiados (proporciones, grosores, formas, etcétera), y que aún están siendo discutidos. Por ejemplo, parecen resultar más atractivos los rasgos de tamaño medio que los extremadamente grandes o pequeños. La explicación podría ser que esta circunstancia indicaría que el 2-ADN se ha formado de la mezcla de dos ADN de orígenes poblacionales distintos, y por tanto, probablemente, de dos alelos distintos.

La mezcla de alelos distintos tiene mejores implicaciones para la supervivencia de las que posee formarse a partir de dos ADN semejantes, porque implica menor probabilidad de que se encuentren dos alelos que lleven una enfermedad y que se expresen. Es decir, si se juntan dos padres sanos pero que son del mismo pueblo remoto donde abunda el alelo de la fibrosis quística, puede ocurrir que nazca un hijo enfermo. Porque los dos padres podían tener la variante o alelo que causa la enfermedad en una de las copias que forman su 2-ADN. Estaban sanos porque tenían la otra copia intacta. Pero si ambos pasan la copia *mala*, el hijo nacerá

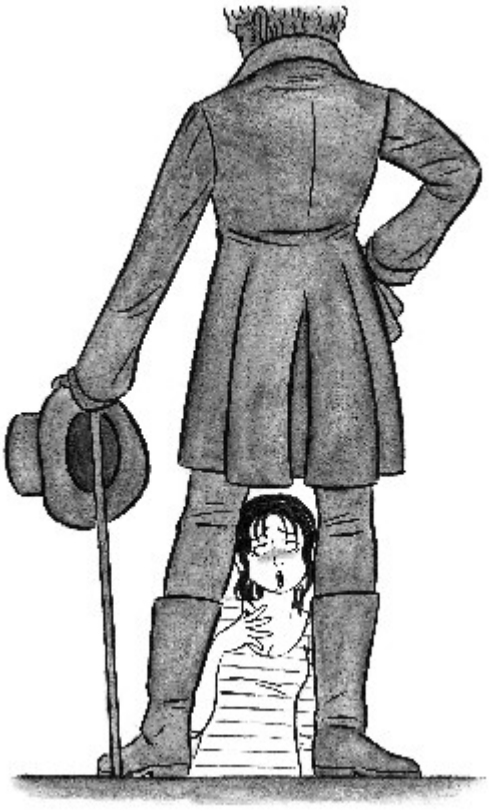
enfermo. Si uno de los padres es del pueblo remoto, pero el otro es de otro pueblo remoto distinto, el hijo nacerá sano con mucha mayor probabilidad.

Por tanto, se supone que se ha propiciado que se encuentren atractivos los portadores de la novedad genética, evitando así posibles enfermedades producidas por la endogamia. Y quizá sea la razón que explica lo observable cuando los españoles viajamos a Suecia y viceversa. Ejemplos como este y otros similares que están en estudio aún carecen de peso científico como para ahondar en ellos, pero en el futuro puede que resulten muy esclarecedores.

En cualquier caso, la idea general es análoga a la expuesta sobre el sabor dulce: no hay nadie ni nada realmente e intrínsecamente atractivo, igual que no hay nada dulce. Son solo etiquetas de nuestro cerebro. Si nuestro ADN fuese compatible con el de la calabaza, ellas podrían resultarnos atractivas. Pero no es así. Sin embargo, sí que existen personas con cierta genética que aparenta generar mejores supervivientes. El paso de las generaciones ha conducido a que, en general, estas personas parezcan atractivas por esta razón.

33

EL SEGUNDO REQUISITO DE LA PAREJA PERFECTA



Pese a que nuestros atavismos genéticos influyen en la elección de pareja, no es menos cierto que nuestros instintos están tamizados por siglos de aprendizaje cultural, de influencia social y de historia. Y es todo ello lo que marca la elección de nuestras parejas.

A pocos metros del portal de la casa de Ale hay una callejuela sin salida. Al fondo hay una tienda de frutos secos, que tiene delante un banco para sentarse que frecuentan a estas horas del día los adolescentes del barrio. Allí comen pipas, comentan sus vivencias del instituto y se enseñan las fotos, aplicaciones y mensajes que trajinan por sus dispositivos electrónicos. Ale recuerda cuando tenía esa edad. Las aficiones eran otras, pero la actitud era la misma. Los corros, los piques, las parejas, las rupturas, las amistades de confianza, las rivalidades, el machote del grupo y su clan, la guapa y el suyo, la sucesión permanente de periodos de amistad y rivalidad, los espabilados, los atontados… Mucho conflicto, muchas emociones. Y todo sin alejarse del banco. Ale no lo añora como otra gente que ha idealizado esa montaña rusa de emociones, en realidad piensa que no ha cambiado tanto, así que no hay tanto que añorar.

Ale entra por tercera vez en el día de hoy en su portal. Está siendo un día largo y aún le espera lo peor, el momento que ha estado postergando pero que esta noche se va a consumar. Sin embargo, no puede dejar de alegrarse al observar el trote jovial de su perro volviendo a casa. Su alegría parece ajena a todo, e incluso le resulta contagiosa.

Cuando los animales buscan una pareja, su 2-ADN, de forma embaucadora, los lleva a buscar individuos que cumplan el requisito 1: que puedan engendrar buenos/as supervivientes y reproductores/as. Este punto es común entre los dos sexos. Además, ese objetivo lo compartimos en todo el reino animal.

En nuestra especie, varones y mujeres tenemos intereses dispares en el requisito 2. No significa que nuestros intereses no sean compatibles, pero no queremos exactamente lo mismo. A ellas su 2-ADN les exige una pareja comprometida con una larga tarea

por delante. A ellos, una pareja donde esté depositado de forma segura su destino. Machos y hembras de otras especies también buscan objetivos distintos.

Para satisfacer el requisito 2, los *machos de la sabana* buscan inconscientemente parejas que posean las características adecuadas para cuidar del 2-ADN que se ha formado con su pequeña contribución. Alguien que vaya a ser capaz de conseguir que ese ADN que ha aportado siga el curso de la existencia. De nuevo el mensaje puede llegar de muchas maneras, pero el más directo, estudiado y universal es a través de los rasgos físicos.

Con este propósito, los *machos de la sabana* han sido *ecualizados* para encontrar atractivo un cuerpo de *hembra de la sabana* sano, con pinta de fértil, responsable y joven (ya que el periodo reproductor femenino no es muy largo, acaba hacia los 40 años). Con rasgos que le hagan creer al *macho* que, aunque él no se implicase lo más mínimo en lo sucesivo, en ese cuerpo un 2-ADN estaría a salvo para el largo camino de la gestación, crianza, etcétera.

No creo tampoco necesario dar muchos más detalles concretos, pero en todas las culturas estudiadas se encuentran favorecidos ciertos rasgos femeninos: piel tersa, cintura estrecha con respecto a la cadera (una cintura gruesa no indica juventud, y además puede ocultar un embarazo previo), pelo largo (con la edad, el cabello se muestra menos sano, algo que el pelo corto oculta mejor), pelo intensamente pigmentado (no canoso), senos firmes… En fin, todos ellos rasgos que dejan de existir con la enfermedad, o con el paso de los años y con la consiguiente disminución de esa efectividad reproductiva, que es el rasgo realmente valorado detrás de toda la apariencia física. Aunque es ciertamente más difícil de analizar, los *machos* también buscan parejas que ofrezcan estabilidad emocional y confianza, ya que será una garantía para la supervivencia de la descendencia. Pero los aspectos psicológicos están, por dificultades obvias, peor estudiados y resultan más abstractos.

Por supuesto, muchos indicadores que satisfacen el requisito 2 coinciden con el requisito 1, por ejemplo la simetría. Un cuerpo simétrico es de una buena superviviente, y una buena superviviente es mejor cuidadora del 2-ADN que una persona débil.

Cuando analizamos los rasgos que busca en su pareja la *hembra de la sabana* para satisfacer su requisito 2 se presenta una situación curiosa: no tiene mucha lógica buscar rasgos exclusivamente físicos que indiquen compromiso o ayuda en la cría, porque estos rasgos poseen un alto componente social y cambian con los tiempos y las culturas.

En su búsqueda de una pareja comprometida que ponga algo de su parte, se ha observado también en todas las culturas estudiadas que las *hembras de la sabana* también encuentran atractivas a personas con estatus y responsables. Es decir, hombres que no necesariamente muestran rasgos propios de un buen ADN, pero sí de otras características que pueden favorecer el éxito de la cría, destacando el estatus, el acceso a recursos y la implicación en los cuidados parentales.

Con respecto al estatus (y el acceso a recursos), existe una desvinculación enorme con respecto a la genética. No existe ningún rasgo que pueda estar determinado genéticamente que garantice que quien lo posea vaya a tener un alto estatus. Los genes pueden fabricar unos buenos músculos para ganar peleas, o una sonrisa perfecta, pero eso no va a reportar un buen sueldo o un cargo directivo (o algo semejante) indefectiblemente. Si hubiese algún rasgo indicador incuestionable de estatus determinado genéticamente, las *hembras de la sabana* probablemente lo habrían aprendido a detectar de modo instintivo. Pero no existe. El único rasgo parcialmente determinado genéticamente que, de forma indirecta, está relacionado con el éxito social es la inteligencia. Como

es esperable, es un rasgo que resulta atractivo, aunque tampoco garantiza la obtención del estatus, porque las personas inteligentes no siempre ocupan posiciones relevantes en la sociedad.

Hay que tener en cuenta que bajo el término estatus se pueden englobar muy distintas características, dependiendo de la cultura e incluso de la edad. Un elevado estatus puede estar bien representado por el éxito social del más matón de los macarras del instituto, y también por un anciano millonario, o por el jefe de la tribu. Por tanto, la apreciación del estatus es un sorprendente caso de valoración de una característica con una notablemente baja o nula carga hereditaria, y con apariencia de rasgo puramente social o cultural. Es por ello un suceso difícil de comprender y explicar desde un punto de vista estrictamente biológico. Pero es indiscutible que tiene la capacidad de transmitir atractivo a un cerebro que sí está determinado genéticamente.

Por las circunstancias descritas, la *hembra de la sabana*, al ser la que arriesga más, es la que elige. Esta circunstancia encaja con esa extraña obsesión de los varones por mostrar estatus, que se da en cada cultura de forma distinta. En la nuestra podría ser luciendo coches, relojes y ropa cara, contando chistes, alardeando de triunfos propios, compitiendo constantemente por destacar frente a potenciales rivales, o mostrando obsesivas prácticas artísticas con el fin de validarse socialmente, en claro paralelismo con las plumas del pavo real o el canto del macho del pájaro canario. Algunas especies animales seducen a las hembras llenando el nido de objetos aparentemente valiosos (de presas, como el macho de la mosca escorpión…) o brillantes (como el pájaro jardinero), circunstancia que con algo de imaginación recuerda a las pasiones acaparadoras y coleccionistas tan comunes en varones de nuestra especie. Ya sean de coches de lujo o simplemente filatélicas o aeromodelistas.

Ahondando en el asunto, el afán por mostrar estatus o resultar ganador de competiciones acaba haciendo que las peleas en las puertas de discotecas sean territorio (casi) exclusivo de los varones, igual que las canchas de deporte se llenan (principalmente) de

varones dando salida a su competitividad, e incluso las cárceles por llevar su instinto demasiado lejos. Aunque no tiene sentido intentar explicar todo lo que nos rodea recurriendo al instinto reproductor, sí que es más esperable del varón que de la mujer lanzarse a apostar sobre su valor para tocar el fuego, alardear de haber hecho *puenting* o jugar a la ruleta rusa. En fin, que el varón/macho/machote es experto en hacer un sinfín de estupideces, distintas en cada cultura pero siempre fundamentadas en esa competencia por satisfacer el requisito 2 de la *hembra de la sabana*: mostrar estatus, destacar y ser elegido.

¿Existe el atractivo universal?

Existe un extenso estudio coordinado por el doctor David M. Buss (en 1989) en el que se realizó un análisis transversal que incluía a miles de personas de 37 culturas del planeta, para intentar descubrir qué es lo que encuentran varones y mujeres atractivo en una pareja. Al realizarse en culturas diametralmente opuestas (desde Nueva Zelanda hasta diversas tribus amazónicas), la mayor aportación del estudio es revelar lo qué hay de común en todas ellas, por encima de lo que hay de cultural en cada una particularmente. Es decir, se aspiraba a detectar el atractivo realmente biológico, el que tiene un origen genético.

Para ello se realizaron exhaustivos estudios sociológicos que permitían discernir lo que de verdad persiguen hombres y mujeres en la búsqueda de la/s media/s naranja/s. En resumen, y entre otras cosas, en este y otros estudios complementarios se observó cómo en todas las culturas los hombres buscan mujeres más jóvenes que ellos (excepto los adolescentes) y las mujeres varones más maduros que ellas. Por supuesto esto está en consonancia con el requisito 2 de ambos sexos: a los varones, una mujer joven les proporciona una mayor confianza en que el ADN depositado está en *lugar seguro*, fértil y sano, por mucho tiempo; y a las mujeres, un varón maduro

les proporciona una mayor probabilidad de compromiso y de haber acumulado recursos y habilidades/estatus que faciliten el triunfo del *proyecto* de cría. De hecho, se ha estimado que a las mujeres le gustan los varones que son levemente mayores que ellas en términos relativos y que los varones, tengan la edad que tengan, prefieren mujeres de edades comprendidas en la veintena. Por supuesto esto no es un dogma, ni desde luego se pretende que sea una provocación, pero las células que dictan las órdenes en primera instancia no entienden de corrección. Evidentemente, las aspiraciones no se corresponden con las prácticas habituales en la mayoría de las sociedades y/o culturas. Pero en el fondo no es nada que deba sorprender, si incluso en una sofisticada sociedad occidental tan alejadísima *de la sabana* como la nuestra, para una misma generación, los varones atractivos serían del perfil de George Clooney o Brad Pitt (nacidos en 1961 y 1963, respectivamente), mientras simultáneamente el ideal de mujer podría ser Scarlett Johansson (nacida en 1984).

De nuevo, para evitar polemizar y hacer honor a la verdad, cabe recordar que no por aparentemente absurdos son inexistentes nuestros lastres del pasado (en muchos casos, simples atavismos). Es indiscutible que hoy en día cada uno es libre de alejarse de ellos voluntariamente. De la misma manera que tener miopía ya no es un lastre que impida obtener una buena alimentación, como podría haberlo sido en los tiempos de los cazadores recolectores, hoy nuestro comportamiento y libertad domestican nuestra fisiología. Lo cual no evita que los instintos estén ahí, como base sobre la que luego construir en la dirección que individualmente elijamos. Pero nuestros instintos están sobradamente recubiertos de capas de historia, aprendizaje cultural y sofisticación social, que los aplacan, reorientan o condicionan. Porque no podemos olvidar que el *Homo sapiens* es un animal cultural. Animal y cultural.

34

SOMOS UNA ESPECIE MOLDEABLE



Aunque buscamos de manera instintiva determinados rasgos en nuestras posibles parejas, y la genética se encarga de marcar cuáles, la sociedad crea elementos para engañar a nuestro cerebro. La cirugía plástica, el culturismo, el sujetador con relleno, el maquillaje, los perfumes… Igual que los magos, esos trucos engañan a nuestro cerebro y nos hacen creer en una realidad transformada por el hombre que nos parece igualmente atractiva.

Los humanos somos indiscutiblemente una especie *recalibrable*, maleable, adaptable. Por ejemplo, sabemos que la risa es una reacción natural, que no se trata de un mecanismo aprendido, pero cada individuo se ríe de cosas distintas. La risa es innata; por el contrario, el humor que la genera tiene mucho de cultural.

El origen evolutivo de la risa y el humor están empezando a ser estudiados y conocidos. Los científicos Mathew M. Hurley, Reginald B. Adams Jr. y Daniel C. Dennett han llegado a la conclusión de que el disfrute asociado a la risa (o el humor) evolucionó como una forma de recibir una recompensa al detectar que algo no es adecuado o es inusual. La carcajada asociada al evento aparece como una manera de comunicar a quien nos rodea que nos hemos dado cuenta de la anomalía. Enviamos un mensaje de complicidad, además de mostrar agudeza y agilidad mental. Por ejemplo, los niños se desternillan viendo a un hombre vestido con unos zapatos inusualmente grandes, comunicando así a su entorno la detección del error, y sintiéndose de este modo miembros del club de los enterados.

Actualmente, solo en contadas ocasiones utilizaríamos la risa para comunicar esa camaradería, comunicación, asociación. Hoy en día apenas reímos para dejar claro al interlocutor que estamos de acuerdo, que ambos nos hemos dado cuenta de que algo no es «lo correcto». Pero según estos científicos, la risa evolucionó con dicha utilidad, y el placer asociado que recibimos es la recompensa por el buen trabajo de detección realizado. Obviamente, los cómicos utilizan la risa solo para provocarnos el placer asociado, que es por lo que nos gusta reírnos, de igual modo que a los restaurantes vamos a disfrutar de la comida, no a alimentarnos para sobrevivir. Con el uso que hacemos del humor, como con el sexo y la gastronomía, de nuevo estamos engañando al cerebro.

Pero entonces, si la risa es nuestra forma de detectar lo incorrecto, ¿qué es lo correcto? Eso depende, porque somos una especie recalibrable. Lo «incorrecto», o el hecho que desatará la risa, será distinto en un pueblo de Papúa Nueva Guinea que en una tribu panameña. De hecho, incluso entre culturas cercanas, a veces el humor no sabe cruzar la frontera, como podemos comprobar quienes vemos cine de otros países y a veces nos topamos con comedias que nos dejan fríos. Pero no por ello la risa deja de ser un mecanismo espontáneo, innato y, a pesar de ser tan importante y frecuente en nuestras vidas, desconocido. Cada cultura puede tener su humor distinto, pero la risa siempre será incontrolable.

En resumen, el gatillo que dispara la risa es cultural, pero la respuesta es biológica, instintiva. La risa y el humor demuestran lo recalibrable de nuestra especie incluso en los rasgos más innatos.

Existe un curioso experimento a cargo de Michael J. Dunn y Robert Searle que muestra la importancia que puede tener el estatus en el atractivo que muestran de los *machos de la sabana*, y también nos da idea de lo recalibrable que es también este rasgo. Un conjunto de varones montados en coches de alta gama aumentaban su atractivo (para las mujeres encuestadas) con respecto al que poseían esos mismos individuos subidos sobre modelos de coche más económicos.[1] Es evidente que el coche en sí mismo no habría comunicado nada sobre el estatus de su conductor a la *hembra de la sabana*, ni siquiera a una mujer actual de una tribu amazónica. Poseer un coche de gama alta puede significar estatus en Seattle, París o Madrid, y puede aumentar el atractivo de su dueño en muchos países occidentales, pero no en todo el planeta. De alguna manera, un Ferrari y un número elevado de plumas en la diadema son capaces de mandar el mismo mensaje a una misma región cerebral de distintos individuos de la misma especie pero de diferentes culturas. Por eso somos la especie recalibrable. De nuevo el gatillo es cultural, pero la respuesta, puramente instintiva.

Aún más absurda es la siguiente situación que prueba nuestro anclaje en ese pasado y en el instinto: unos pechos firmes en una mujer se valoran positivamente por parte de los varones de nuestra especie. La razón oculta es que indican juventud y, por tanto, una fertilidad adecuada en quien los posee. Pero ¿cómo puede engañar a los varones una mujer operada de los pechos, a pesar de ser plenamente conscientes de que no son naturales, y de que por tanto no implican juventud ni fertilidad? La respuesta nos lleva de nuevo a la evolución y nos asemeja más a la tortuga de nuestro acuario que se relajaba sobre un fondo oscuro. La naturaleza no diseña un método fiable para detectar fertilidad. Como cualquier mecanismo fisiológico, simplemente aparece a partir de la modificación de lo preexistente. En lo relativo a la reproducción y a la supervivencia, ya hemos visto que la decisión de lo que nos gusta no pertenece a lo que podemos elegir conscientemente, porque opera de forma inconsciente. Por tanto, es normal que la cirugía plástica nos engañe, porque nuestra vista no pregunta a nuestro conocimiento racional y cultural, nuestra vista manda directamente la imagen recibida a las zonas inconscientes y primitivas de nuestro cerebro, que son irracionales. Si no fuese así, el cirujano plástico no existiría, porque de nada valdrían las operaciones de agrandamiento de pecho. El 2-ADN hace al cerebro un encargo muy laxo. El cerebro de varón que observa un pelo de mujer sin canas lo valora como atractivo, porque el 2-ADN ha fabricado a ese cerebro en un tiempo en que el pelo sin canas significaba juventud, y por tanto indicaría fertilidad. Pero en nuestra época somos unos especialistas en engañar al cerebro, porque hemos creado la posibilidad de teñirnos las canas. Nuestra parte consciente sabe cuándo un pelo es teñido, pero nuestra parte inconsciente no, y le gusta igual que uno original. El 2-ADN no ha querido que nuestras decisiones las tomemos con la parte consciente y ahora está pagando las consecuencias. Nuestra parte inconsciente no sabe nada de tintes. Tampoco de silicona ni de gimnasios.

Después de una ducha rápida y del tiempo necesario delante del armario para elegir la ropa de su cita, Ale sale de casa para tomar un taxi. Lo mejor es dirigirse a la calle principal más cercana, por donde circula más tráfico. Se detiene a esperar uno en la esquina de esa calle, donde hay un enorme gimnasio en el que decenas de personas queman su sedentarismo e intentan mantenerse saludables y aparentes. Ale piensa que ahora que dejará de tener pareja quizá también debería apuntarse para mejorar su físico, para mantenerse en forma. Tendría que elegir entre esto y el baile… El gimnasio es aburrido, pero claramente más efectivo, aunque el baile también pone muy en forma y además permite conocer gente nueva. Empezar a vislumbrar su futuro le está produciendo ansiedad, aunque ya tendrá tiempo para pensar en ello en las próximas semanas.

Una buena musculatura indica una buena genética, si esa musculatura es natural. Un varón de espalda ancha suele resultar atractivo. La razón oculta es que indica unos genes de buen superviviente. Sin embargo, un varón sin una buena genética para desarrollar musculatura tiene la posibilidad de ir al gimnasio y volverse atractivo. De nuevo engañando al cerebro de quien lo observe, que en realidad está programado para encontrar atractiva la anchura de espalda por su significado genético.[2]

Hemos encontrado inconscientemente infinidad de formas de engañar a los cerebros para resultar elegidos y elegidas, y en todas ellas estamos aprovechándonos de que el 2-ADN no fabrica los cerebros de forma que la evaluación de atractivo sea un evento consciente. Seguramente ha resultado más eficiente en otras especies y en tiempos pasados.

Los magos, con sus trucos, ayudan a los neurocientíficos a entender los mecanismos del cerebro. Encuentran formas de distraer la atención que explican cómo funciona nuestro sistema nervioso. Pero lo hacen mediante ensayo y error, no como los neurocientíficos,

que proponen complejas hipótesis antes de probarlas. Por ejemplo, muchos magos son especialistas en detectar los «ángulos muertos» de la visión.

En nuestra experiencia cotidiana tenemos la sensación de ver una imagen completa, aunque en realidad nuestro ojo solo ve con detalle en una limitada región central, y el resto de la imagen la inventa el cerebro con gran realismo, aunque nosotros tengamos la sensación de que la vemos nítida. Pero en realidad no: toda la periferia de lo que vemos está borrosa, por eso Ale tiene que girar el cuello para ver con precisión llegar el taxi que aparece por su izquierda, aunque la imagen periférica le haya indicado la presencia de movimiento aproximándose. Sube y se marcha al restaurante de las grandes ocasiones.

Los magos sabían de esta forma de funcionar de la visión antes que los neurocientíficos. Ellos sabían que el cerebro nos engaña haciéndonos creer que vemos nítidamente todo nuestro campo de visión. Habían encontrado que realizando las trampas de sus trucos en la región periférica de la visión de sus espectadores, estos eran fácilmente engañados. Los neurocientíficos Stephen L. Macknik y Susana MartínezConde trabajan hoy en día rodeados de los mejores magos y prestidigitadores del mundo para analizar mecanismos neurales que se han descubierto antes en el ensayo de trucos que en las imágenes de resonancia magnética de los centros de investigación. Gracias a los «ángulos muertos» que detectan los magos en su experiencia se están localizando aproximaciones funcionales de nuestro sistema nervioso.

De forma análoga, si queremos conocer qué más rasgos indican atractivo al cerebro de nuestra especie, no hay más que fijarse en aquello que ponemos en práctica inconscientemente: por ejemplo, el maquillaje para resaltar determinados contrastes (ojos y labios) o para ocultar manchas o tonos de piel (que indiquen pérdida de juventud o falta de salud). De forma involuntaria, la sociedad crea elementos para engañar a nuestro cerebro. La cirugía plástica, el culturismo, el sujetador con relleno, el maquillaje, los perfumes…

Nuestros hábitos casi inconscientes nos pueden enseñar dónde los *cerebros de la sabana* creen que reside el atractivo, igual que los neurocientíficos aprenden de los magos.

Aunque no hay que olvidar que muchas no son más que modas pasajeras, que por eso somos una especie recalibrable. Porque aunque los gustos cambien con las modas, éstas no son más que tiritas que se intenta poner a la brecha de la evolución. Al cerebro siempre le ha interesado lo mismo, lo que ayuda a su 2-ADN a subsistir, por eso también hay modas que persisten, y los guapos/as siempre serán guapos/as. Pero entonces ¿por qué no nos gusta el/la mismo/a a todos/as?

La respuesta es que hasta determinado punto sí nos gusta a todos lo mismo. Es cierto que no hay belleza objetiva, pero aunque algunas mujeres consideren que Cary Grant y Brad Pitt no son guapos, o los encuentren blandos, esas extravagancias son casi siempre excepcionales. Se podría decir que son objetivamente guapos sin exagerar demasiado, tan solo despreciando ciertos gustos particulares. Lo mismo, por ejemplo, si se trata de Grace Kelly y Angelina Jolie, a las que seguro que algún varón considera indignas de su atención.

Pero bien es cierto que a cada uno le gusta alguien en concreto, y ya no se trata de personajes de la pantalla. Esto no invalida lo dicho hasta ahora, únicamente lo matiza, de forma que cuando hemos hablado de alguien «guapo/a» es alguien atractivo para el gusto de cada uno, aunque el de muchos/as coincida. Hay ciertos estudios que explican los gustos particulares en función de distintos elementos, como determinadas confluencias en el sistema inmunológico, la historia vital de cada uno, etcétera.

Aunque en el fondo todos buscamos lo mismo: la pareja que cumple los requisitos. Pero esos requisitos los observa nuestro cerebro, y cada cerebro es distinto, aunque sea solo un poco. Es fácil que a todos nos parezcan atractivas las estrellas de Hollywood del momento, pero luego cada uno aporta sus matices. Las causas últimas u ocultas son las mismas en todos, aunque el aparato de

detección pueda estar calibrado de forma sutilmente diferente en cada uno. Son muchos miles de genes los que participan en la fabricación del cerebro, y aunque todos bailan al compás del éxito reproductor del 2-ADN que los crea, pueden presentar distintos alelos, distintas variantes. Porque si esos alelos fabrican una función suficientemente útil no desaparecen de la vida.

Imaginemos a un individuo que nace encontrando atractivos a los individuos con parálisis facial parcial de nacimiento; se reproduce con uno de ellos y genera descendencia. Si siguen pasando las generaciones sin problema, el 2-ADN seguirá realizando su viaje hacia la inmortalidad. Y desde luego, no estaremos en un caso en que se justifique la presencia de atractivo por la simetría. Sin duda en la larga historia de la vida pueden haber ocurrido situaciones semejantes, que hagan que lo que encontremos atractivo no siempre sea indicador infalible de buena genética. En la mayoría de los casos la SN habrá provocado que el vínculo entre buena genética y atractivo sea coherente, como el que hay entre dulce y energía, pero no hay ninguna garantía de que sea preciso. Todo puede ocurrir mientras el gran dictador no se resienta, mientras la copia de ADN pase las generaciones.

*

Existen unas moléculas llamadas feromonas que son hormonas volátiles que utilizan animales de distintas especies para atraer al sexo opuesto. Su existencia no se ha demostrado aún en la especie humana, aunque no se descarta la posibilidad de que se acaben localizando. Si resulta que existen distintas feromonas y distintos receptores, un individuo se sentiría atraído por la persona que emitiese la feromona que coincide con su receptor, y en función del receptor de cada individuo se formarían unas y otras parejas con más probabilidad. Sin duda sería un descubrimiento revolucionario

para la industria perfumera, que desde su origen investiga con los olores que resultan más atrayentes. Con feromonas podría fabricar el perfume más irresistible para cada receptor.

En cierto modo ocurre algo parecido, pero sin feromonas. Existen individuos cuyos productos del metabolismo (por ejemplo sus olores) nos resultan más atrayentes que otros. Aunque sin duda nos afectan, seguramente para casi nadie son el detalle definitivo para iniciar o destruir una relación, lo cual nos da muy buena idea de nuestra plasticidad, aunque también de nuestra biología.

Sea como sea, existen incontables pequeños y grandes detalles que condicionan nuestra preferencia por una u otra persona, detalles a los que habría que sumar todos los rasgos sociales que no estamos teniendo en cuenta. Porque al final, dejando los rasgos generales y los concretos, cada uno/a se casa o convive con quien le encaja, con quien le cae mejor, o por imposición de la biología, o incluso porque a los cuarenta *está feo* estar soltero y hay que tener hijos, o por costumbre, o porque entre dos la hipoteca es más barata, o *incluso* por amor. Sin duda en la sociedad contemporánea la circunstancia social anula la biológica (o la controla) en la mayoría de los casos.

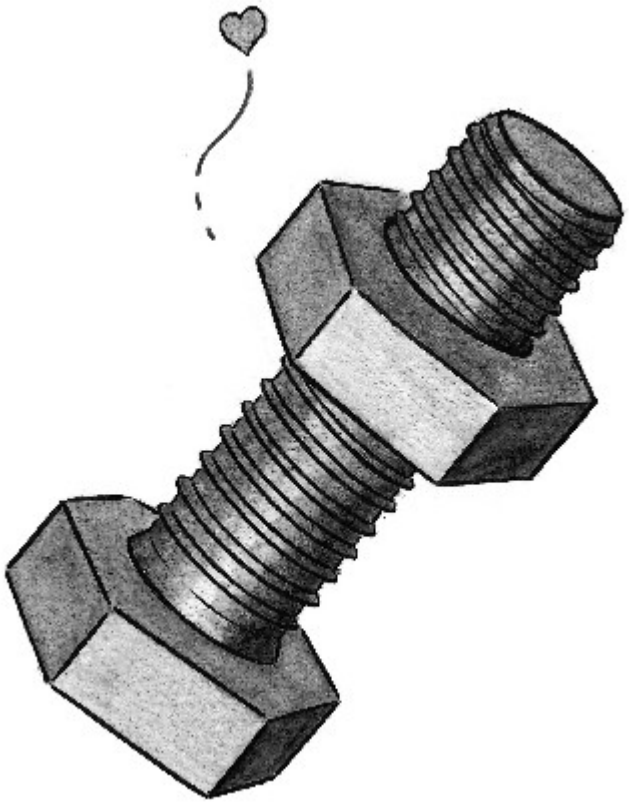
Y a pesar de eso, es interesante tener presente que hay un funcionamiento general, unos parámetros globales en la búsqueda de pareja que tienen una base evolutiva y por tanto genética, y que determinan quién nos atrae en función de su contribución a la supervivencia de nuestro 2-ADN. Pero estos están matizados de dos maneras. Por un lado, por variantes genéticas particulares de cada uno que hacen que nos gusten unas personas y no otras. Por otro, por razones sociales o de la vida de cada uno, que tienen exactamente el mismo efecto: modelar la elección personal.

Como comentábamos, somos ese cuaderno que tiene en las diez primeras páginas siempre el mismo texto. En las cinco siguientes es distinto lo que hay escrito en el de mujeres y en el de hombres. Después hay otras dos páginas que antes no hemos

mencionado, en las que nuestro 2-ADN ha escrito matices que pueden ser distintos de los de otros miembros de nuestra especie. El resto del cuaderno lo tenemos que escribir cada uno cada día.

35

UNA VUELTA
DE TUERCA REPRODUCTIVA MÁS



Ellas los prefieren guapos pero se casan con los feos. Igual que ellos las prefieren rubias, pero se casan con las morenas. A pesar de que son vulgares tópicos, esconden una verdad evidente: el atractivo cuenta, y mucho, aunque también es esencial en la reproducción de la especie el grado de compromiso futuro que tanto hombres como mujeres puedan intuir en el padre o madre de sus «cachorros».

Aunque cada individuo tiene libertad de elección y a cada uno le gusta uno/a distinto/a, hemos comentado características universales y dispares entre varones y mujeres. En general, los *machos de la sabana* mantienen comportamientos fundamentados en el interés en acceder a parejas que sean atractivas (o como quiera que llamemos al «ADN adecuado») y jóvenes (buenas cuidadoras de su molécula). Por su lado, las *hembras de la sabana* son mucho más selectivas a la hora de elegir con quién se emparejan, porque la reproducción les supone una elevada inversión. Muestran preferencia por los varones atractivos (o como quiera que llamemos al «ADN adecuado») y con acceso a recursos, estatus y comprometido (un buen ayudante para la crianza). Basándonos en estas premisas se presenta una circunstancia de fenomenal interés: un *macho de la sabana* que consiguiera acceder a una pareja joven y *guapa* vería plenamente satisfechas sus aspiraciones. Habría depositado su ADN en una cuidadora ideal (joven) y con un ADN adecuado (*guapa*). Podría irse contento a fanfarronear a otra cueva o quedarse a acompañarla, depende de la *tribu*. Por su parte, una *hembra de la sabana* que accede a un *macho guapo* y con estatus, recibiría un ADN *de calidad* y podría estar además satisfecha de tener a su lado a un tipo con acceso a recursos que podrían ser de inestimable ayuda en la gestación y la crianza. Pero le convendría retenerlo a su lado para que el uso de estos recursos fuese efectivo, porque ese tipo guapo y con buen estatus puede irse dando saltos a fanfarronear a otra cueva. Con el agravante de que ese tipo es probablemente atractivo para otro montón de potenciales parejas que pueden optar a conquistarlo mientras la primera soporta las limitaciones del embarazo. Es decir, el atractivo puede entrar en conflicto con el compromiso, ese otro importante requisito que hemos obviado hasta ahora.

¿Cuál es por tanto la situación que diseñaría cualquier economista aquí? Mientras que en el caso del varón la pareja ideal es aquella en la que confluyen belleza y juventud, para la mujer la pareja ideal serían dos. Un *guapo* para donar el espermatozoide y un *comprometido* (y con recursos) para ayudar en la crianza. Algunos investigadores han decidido investigar sobre ello. En uno de estos estudios a cargo de Norman P. Li y Douglas T. Kenrick se observó que a las mujeres encuestadas les gustaban más los hombres atractivos físicamente para relaciones a corto plazo. Sin embargo, para una relación a largo plazo preferían a hombres menos atractivos pero con un mayor estatus y grado de compromiso. La explicación que encontraron es que los *guapos* pueden tener demasiadas facilidades para cambiar de pareja como para arriesgarse a intentar retenerlos.

De nuevo se presenta una situación en que, aunque en nuestro entorno no actuamos necesaria ni habitualmente así, no por ello dejan de existir preferencias probablemente enraizadas en nuestra fisiología. Porque, aunque la situación no la ha diseñado un economista, la evolución parece haber *intentado* hacer algo parecido. Un atractivo y sonriente machote de marcados pómulos y un fuerte mentón, con testosterona inundando sus venas, podría ser la viva presencia de un buen reproductor, frente a, por ejemplo, un solícito empleado de oficina feo y tranquilo. Pero ocurre que los primeros, de tan buenos reproductores que son, tienen tendencia a liarla gracias a esa posición ventajosa que otorgan esos rasgos que le hacen atractivo. Por tanto solo interesan a corto plazo, solo merecen la pena por cumplir el requisito 1: interesa su ADN de buen superviviente y reproductor. Sin embargo, ese pacífico hombre caballeroso y servicial es menos conflictivo, y puede resultar una mejor compañía el resto del tiempo. Interesa por cumplir el requisito 2.

Un tema que bien ambientado se parece bastante a los culebrones venezolanos, pero cuyo guion lleva escrito más de 10.000 años.

Ale entra en el restaurante cinco minutos tarde. Allí le espera su pareja, cuyo nerviosismo ha activado su puntualidad. Su mirada es de alegría, aunque hay espacio para un cierto gesto de duda o desconcierto. Cuando organizó el encuentro, Ale le dijo a su pareja que había tomado una decisión y que tenían que hablar, y esas palabras pueden significar tanto algo bueno como algo catastrófico. Sea como sea, tanta incertidumbre no la digiere bien nadie. Los dos se saludan como habitualmente, con un beso en los labios. Se han visto hace dos días, así que no hay mucha novedad que contar. La conversación enseguida recurre a la rutina, a los compromisos pendientes, a las fechas a tener presentes, a planes de viaje a corto plazo. Ninguno pone sobre la mesa la razón de la cena. Se comportan como cuando cenan delante del televisor viendo una serie.

Poco a poco la conversación deriva hacia los recuerdos, y la nostalgia se apodera de ambos. Algo en el ambiente marca la ocasión como extraordinaria. Recuerdan la primera vez que vinieron a este local, y de ahí el recuerdo les lleva a rememorar cómo fue su primera cita. En la reconstrucción que ambos hacen de los hechos el recuerdo está manipulado, porque la memoria reescribe los recuerdos cada vez que se cuentan. Así que de este debe de quedar poco de real, porque lo han revivido muchas veces a lo largo de estos años de relación. Ambos tienen la sensación de ser el que primero se fijó en el otro, incluso ambos piensan que fueron ellos los que propusieron el primer encuentro, que iba a ser una nada original cita de varios amigos para ir al cine… Ale recuerda perfectamente que la propuesta fue suya.

La teoría de la gestión del error

Otro interesante estudio que permite explicar algunos comportamientos reproductivos observados en humanos es el propuesto por dos científicos, David Buss y Martie Haselton, de la

polémica disciplina de la psicología evolucionista, bajo la «teoría de la gestión del error» (EMT por sus siglas en inglés). La psicología evolucionista ha protagonizado muchos de los descubrimientos realizados en el estudio del comportamiento humano, pese a que numerosos investigadores de otros campos la consideran poco rigurosa y prescindible. La psicología evolucionista trata de explicar cómo la SN ha modelado determinadas características psicológicas y etológicas. La investigación en esta disciplina ha obtenido sorprendentes resultados, aunque en ocasiones aparecen en su literatura teorías que tratan de probar lo indemostrable, o realizan inferencias muy osadas y poco rigurosas. Sin embargo, otros de sus estudios poseen un extraordinario rigor e interés y han demostrado gran ingenio, por lo que resulta difícil ser descreído.

De acuerdo con la «teoría de la gestión del error», la evolución parece haber conducido al origen de mecanismos de interpretación de las situaciones que minimizan el coste de los errores. Eso quiere decir que tendríamos mecanismos que reducen la gravedad de los errores que los individuos cometemos, y no necesariamente la cantidad. Probablemente porque así se maximiza el potencial éxito de los 2-ADN.

Un varón de ayer, hoy y siempre, en sus conocidas circunstancias biológicas, que conociera a una mujer que pudiera ser una potencial pareja de su interés, podría cometer, básicamente, dos tipos de error: 1) creer que ella se siente atraída igualmente hacia él, aunque ella realmente no lo esté, o 2) creer que ella no siente atracción hacia él y que realmente sí la sienta. Cualquier otra interpretación no sería errónea, sino correcta.

Teniendo en cuenta lo poco que tiene que perder si intentara conquistarla, y lo mucho que puede conseguir (en términos biológicos: gastar espermatozoides, compensar su lamentable *varianza de fitness*, etcétera), sería lógico que tuviera integrados mecanismos o circuitos en su cerebro que le conduzcan a que cometa más errores de tipo 1 que de tipo 2. O dicho de otra manera, es más favorable evolutivamente que malinterprete de forma

optimista. Porque en su acuciante situación de *varianza de fitness*, desperdiciar una oportunidad favorable es mayor pérdida que ser rechazado.

De acuerdo con esta teoría, la situación de las mujeres debería ser casi la opuesta: se habría visto favorecida la tendencia a la suspicacia, o una prudente inclinación a empezar con un no. Porque si una mujer comete el error de aceptar como pareja a un varón que, después de intercambiar células, resulta no ser *adecuado* (por la razón que sea: porque no coopera, porque abandona el núcleo familiar…), a ella le sale carísimo biológicamente hablando: pierde tiempo (embarazo y cría), pierde una valiosa oportunidad y puede además tener que cargar con todos los futuros requerimientos de la crianza. Por tanto, es lógico que haya heredado e integrado y que muestre una tendencia instintiva a ignorar y minusvalorar los signos externos de atracción del sexo opuesto, a *pensárselo* mucho.

De esta sencilla teoría, al colocar a los actores en la escena social, en que las intenciones no se declaran abiertamente, sale la clásica escena en la que un hombre y una mujer se conocen y él enseguida piensa que ella quiere ser su pareja sexo-sentimental, mientras ella piensa que las intenciones de él son de mera amistad. A cuántas interesantes comedias y vodeviles ha dado lugar la «teoría de la gestión del error», y a cuántas situaciones embarazosas… Y al final resulta que la culpa es de que las células reproductoras son de distinto tamaño.

*

Sin duda la biología todavía guarda muchas sorpresas, algunas bien conocidas y otras muchas por descubrir. Los interesados en el comportamiento reproductor pueden informarse de algunos conceptos interesantes que complementan lo dicho hasta ahora: dimorfismo sexual y poligamia, proporción cintura-cadera, incertidumbre parental, etcétera. Es recomendable mantener

siempre una actitud crítica ante tan recientes y a veces poco consistentes descubrimientos, pero nunca mostrarnos inflexibles ni cerrados.

36

ESA LOCURA LLAMADA AMOR



El sentimiento más sorprendente que puede experimentar el ser humano, el amor, podría ser ni más, ni menos, que una combinación de química y de lenguaje. Al menos desde el punto de vista evolutivo, aunque todavía es un misterio por resolver.

Sin duda uno de los grandes enigmas de la ciencia y de la vida es el amor. Probablemente sea algo más sencillo de lo que nos parece a quienes somos capaces de sentirlo. Quizá simplemente sea un comportamiento adicional que se seleccionó como herramienta accesoria para tener aún más éxito reproductivo.

Es evidente que su origen está vinculado a la reproducción, a la supervivencia del ADN, porque siempre va acompañado de relaciones sexuales. Incluso puede que el amor sea el mecanismo fisiológico que haya permitido que dos individuos cuiden juntos a su indefensa cría, aumentando su probabilidad de supervivencia. Nadie discute que es un comportamiento de base innata y biológica, porque, cuando estamos enamorados, todos notamos que no estamos a los mandos de nuestro estado de ánimo, que se vuelve incontrolable, nos vuelve locos y produce retortijones.

Por supuesto, estamos hablando de amor romántico o amor apasionado, el de Romeo y Julieta, y no el de los topillos de la pradera monógamos, que también forman parejas duraderas como muchísimas otras especies animales. Pero la convivencia de las parejas de animales no es lo mismo que la locura que experimentamos los humanos cuando nos enamoramos. Posiblemente por eso no se sabe demasiado de su compleja química, porque no disponemos de ese espejo que para muchos de nuestros comportamientos son nuestros parientes animales, de los que tanto hemos aprendido acerca de nosotros mismos.

*

Ale recuerda los primeros días de su relación. Fue un tiempo intenso, apasionado, pero ahora hace ya algunos años que ha desaparecido la locura. En los últimos tiempos, aunque no se haya apagado el

motor que los mantiene vinculados, viven en otro estado más acomodado, más controlado. Sin embargo, cuando se conocieron y se enamoraron era distinto, era como si su cabeza se hubiese encharcado con una poción mágica que los aislaba del mundo y los movía a estar juntos. Ahora, al mirar a los ojos de su pareja, Ale ve otra cosa. Es amor *normal*, ya no es locura. Hay un vínculo muy fuerte que no sabe si va a poder romper, a pesar de que es consciente de que no pueden seguir juntos. Demasiados desencuentros últimamente, demasiados silencios. Su relación es como una chimenea en la que ya solo quedan rescoldos. Seguir así no parece tener demasiado sentido.

Cuando la chimenea estaba encendida todo era mejor juntos, y todo era angustioso por separado. Podían pasar horas en la cama, de paseo, abrazados, contándose su vida y hablando de cualquier cosa. Había una especie de magia que lo envolvía todo. Pero esa magia ya no existe. Y la rutina parece ahora empañarlo todo.

El amor no dura demasiado, al menos el amor **apasionado**. No existe consenso sobre su duración, pero aunque las parejas se mantengan juntas durante el tiempo que ellas decidan, los cambios bioquímicos que sufre el cuerpo de los enamorados no duran más de dos o tres años. Eso no quiere decir que el amor desaparezca después, puede permanecer, pero se transforma. Deja de ser tan apasionado y obsesivo, aunque el amor **romántico** puede perdurar toda la vida. Quizá no dure por igual en todos los individuos, o quizá no sea exactamente idéntico en hombres y mujeres, pero lo que sí está descrito es que cuando surge el amor apasionado, que es la experiencia biológica más peculiar que vive el ser humano, ocurren numerosos cambios metabólicos que no se prolongan indefinidamente. Quizá por suerte.

Cuando estamos enamorados segregamos diversas hormonas en cantidades descontroladas, como los andrógenos masculinos, los estrógenos femeninos y la oxitocina, aquella hormona que activaba

la ruta de recompensa que causa placer en presencia de la pareja. El placer que produce esta hormona parece explicar en gran parte la satisfacción que sentimos junto a nuestra pareja.

Asimismo se liberan otras moléculas que activan distintos circuitos de recompensa e inhiben regiones que se encargan de estar alerta o preocupados, así como del razonamiento y la lógica. Por eso estamos felices, alterados y ajenos al resto del mundo, tenemos apagadas las alarmas y encendidos los fuegos artificiales. Eso sí, en el batiburrillo cerebral también se ve disminuido el mecanismo de estabilidad anímica, así que somos una montaña rusa de emociones.

Los animales no aman como las personas. Y tampoco hablan. Quizá el amor sea un suceso que no podría haber aparecido si no existiera el lenguaje. La capacidad de comunicación abstracta que supone el lenguaje nos ha permitido una profundidad en las relaciones humanas desmesurada. De la misma manera que le puedes contar a otra persona el complejo funcionamiento de un motor de gasolina, puedes estar horas describiendo a tu pareja todas las emociones que vivías en el recreo del instituto o en aquel viaje a Lisboa en que te perdiste, o como tu sueño es alcanzar la vejez junto a tus nietos en una casa con jardín. Seguramente sin la capacidad de tener esa abstracción sería imposible alcanzar estados anímicos y dependientes tan complejos como el amor, que quizá no es más que eso: química más lenguaje. El sentimiento más humano que podemos experimentar podría ser algo así de simple desde el punto de vista evolutivo.

37

RELIGIÓN Y MIEDO A LA MUERTE



El hecho de que todas las culturas tengan sus religiones nos lleva a pensar que hay una parte genética en nosotros que predispone a la espiritualidad. Esa religiosidad de un modo u otro cohesiona, ayuda a mucha gente a creer que otra vida es posible. Vinculada a ello, la capacidad de creer que la vida no acaba con la muerte, de tener una visión espiritual de la existencia, aunque sea, una vez más, un autoengaño de nuestro cerebro, puede haber sido una ventaja evolutiva.

Todas las culturas humanas han desarrollado religiones, esto es, un sistema de creencias y prácticas asociadas que ahondan en la idea de una existencia trascendente, articulada en torno a una divinidad o divinidades. Las hay mayoritarias y minoritarias, simples y complejas, monoteístas o no, pero por remota que sea una tribu que busquemos en lo más perdido de una selva tendrá una religión. Cuando un rasgo o un comportamiento aparece de forma transversal en todas las culturas cabe esperar que no sea una convergencia casual, sino que de alguna forma ese comportamiento esté vinculado con una parte inamovible de la genética de todos los miembros de nuestra especie.

¿Cómo es posible que la religión tenga un fundamento biológico? Pues de la misma manera que, por ejemplo, lo tiene el lenguaje. Los miembros de la especie humana no nacemos vinculados a ningún idioma concreto, pero todos nacemos con una serie de regiones específicas en nuestro cerebro para poder desarrollar una forma de comunicación basada en sonidos. Es como si naciésemos con una vesícula o con un riñón cuya función fuese hablar. Pero así como la vesícula biliar solo almacena bilis, las regiones cerebrales encargadas del lenguaje nacen indefinidas y tienen la plasticidad de *sintetizar* distintos idiomas.

No debemos pensar que hay un órgano de la religión. Pero aunque aún se desconocen las regiones cerebrales exactas, existe una actividad neuronal relacionada, y por tanto una fisiología que nos invita a tener creencias. Los humanos tenemos un conjunto de neuronas llamadas «espejo» que nos permiten anticipar cómo se siente el prójimo. Nos permiten ponernos en su lugar, lo cual ha sido fundamental en la profundidad de las relaciones humanas y es la base de la empatía. Es lo que nos ha permitido desde colaborar y ayudar hasta entender los sentimientos de los personajes de las películas y los libros. Estas neuronas no son la parte del cerebro

encargada de las creencias religiosas, pero tienen mucha importancia en ese comportamiento. Las neuronas espejo nos llevan a que empaticemos con el prójimo, lo cual es razonable, pero también nos llevan a veces mucho más allá de lo razonable. Nos pueden llevar a imaginar que un árbol se siente incómodo cuando el viento mueve sus ramas, o a pensar que una tormenta es un enfado del cielo. Si nosotros cuando nos enfadamos gritamos, entonces es que el cielo cuando ruge está enfadado. Es nuestra forma de razonar, y las neuronas espejo la potencian.

Las religiones elementales son (y fueron) animistas, y sus practicantes pensaban que los elementos de la naturaleza (árboles, truenos, mares, etcétera) también sentían como nosotros. Y de la simplicidad de adjudicarle voluntad al viento, a ponerle cara y llamarlo Eolo, personificando un dios de los vientos, seguramente no hubo un recorrido muy complejo.

Además de las neuronas espejo, la religiosidad puede tener al menos otros dos fundamentos. Antes del desarrollo de las grandes civilizaciones, nuestros antepasados *de la sabana* convivían formando pequeños clanes. Previamente a la aparición de la agricultura, resultaba casi imposible almacenar alimento, y la nutrición se basaba en la cooperación. Aquel que conseguía alimento lo compartía, para evitar su putrefacción y sobre todo para recibir cuando no tuviese. Asimismo se cooperaba para obtenerlo, de modo que el clan era una estructura sólida de la que dependía la supervivencia. Esta circunstancia debió de seleccionar el instinto moral, la unión a tu clan y el rechazo a los clanes rivales que podían robar tus esforzados logros.

Sin duda, en ese entorno, la existencia de una forma de control externo, una entidad que vigilase que nadie abusase dentro del clan resultaría práctica. No solo práctica para el conjunto, sino también para el individuo: evitar un comportamiento egoísta mantiene la reputación, y evita el rechazo y la repudia. Por tanto mejora la supervivencia en muchos aspectos. Puede impedir que te maten, que te abandonen y que cualquier potencial pareja te rechace.

Pero no es tan fácil estar en medio de una cueva, en un crudo invierno, muerto de hambre y resistir la tentación de robar el último trozo de mamut que queda. Salvo que sintamos y creamos que existe un ser que te castiga si no le gusta lo que ve. Y que creamos que lo puede ver todo y que *eso* no *le* va a gustar. En esas circunstancias se habrían visto seleccionados a favor los individuos cuyos cerebros, es decir, cuyos 2-ADN, tuviesen un mecanismo para creer en el ser superior, creer en la cooperación y temer al castigo. Porque habrían podido evitar la pérdida de reputación y sobrevivir y reproducirse más exitosamente. Este se piensa que ha podido ser el origen evolutivo de la creencia innata en la religión: el temor al castigo. Al fin y al cabo, aunque ya no quede casi mamut, si te aguantas, mañana saldremos todos a cazar otro ejemplar que repartiremos y el ser superior no te castigará.

No está claro si somos los únicos animales que sabemos que vamos a morir. Pero desde luego es evidente que tan pronto como adquirimos uso de razón la muerte empieza a obsesionarnos. Distintas culturas tienen formas muy dispares de asumir la muerte, pero ninguna cultura humana la ignora. Existe otro fundamento de las bases biológicas de las creencias religiosas, y está muy relacionado con la muerte.

Cuando en el origen de nuestra especie la capacidad intelectual se desarrolló tanto como para entender y predecir la muerte, nuestros antepasados debieron empezar a preocuparse y sufrir mucho. Morir es lo contrario de lo que pretende nuestro 2-ADN, y nuestro instinto para evitarlo es lógicamente el más fuerte de todos. Asimismo perder seres queridos supone desasosiego, y en el pasado además, probablemente, muchas dificultades. Cuando nuestra capacidad de crear vínculos se desarrolló de forma tan sublime que formábamos núcleos estables con los que compartíamos

experiencias vitales, perder a compañeros empezaría a ser realmente duro, por no hablar de lo que supone perder a un individuo con el que compartes tu ADN.

Imaginemos entonces una situación que no tiene ningún fundamento histórico. Un individuo *de la sabana* llamado Garf nace con un cerebro que le engaña diciendo que existe una vida después de la muerte. Otro individuo llamado Gurf no tiene esa capacidad. Un día, en una jornada de caza, ambos pierden a todos sus compañeros y a su descendencia en un ataque mal planificado a un tigre dientes de sable. Probablemente a Garf le costaría menos rehacer su vida que a Gurf, que podría caer en la más profunda depresión y entregar su vida como postre para el tigre. Garf, sin embargo, buscaría de nuevo pareja y dejaría más descendientes como él: potenciales creyentes. Sin duda se podría haber visto seleccionada la capacidad de creer que la vida no acaba con la muerte, de tener una visión espiritual de la existencia, aunque sea, una vez más, un autoengaño de nuestro cerebro, un reflejo inexacto de la realidad.

De estas dos maneras, y con la ayuda de las neuronas espejo, la SN podría haber promovido la creencia en las religiones. Pero para eso tendría que haber sido un rasgo heredable, y por tanto codificado genéticamente, al menos parcialmente. La ubicuidad del rasgo en todas las culturas hace pensar que lo es.

38

OTROS COMPORTAMIENTOS INCONSCIENTES



La agresividad, la violencia y el racismo están profundamente vinculados a lo más elemental del comportamiento humano. Evidentemente se trata de conductas deleznables e injustificadas, pero no por ello son menos instintivas. Al mismo nivel situaríamos otros comportamientos del ser humano, como el baile o los sueños, que son absolutamente universales y, por tanto, sospechosamente genéticos.

Antes de la agricultura, los clanes no podían autogestionar ni almacenar su alimento, los recursos disponibles no eran abundantes y los distintos grupos rivalizaban por ellos. La cooperación dentro de un clan en el remoto ambiente *de la sabana* se traduciría irremediablemente en rivalidad entre distintos clanes.

Otros primates, como los chimpancés, viven hoy en día sus intensas existencias en situaciones muy similares a las que padecieron nuestros antepasados, de los que hemos heredado muchos mecanismos psicológicos. Forman clanes, se protegen entre sí y se enfrentan violentamente a los rivales. Ese tenso ambiente que promovía la capacidad de apego a los cercanos, la cooperación y el temor a un castigo supremo, determinaría que rechazar a los individuos ajenos al clan se viese integrado también en nuestra biología, pues redundaría directamente en la supervivencia. Porque para poder apreciar diferencialmente a unos hay que ignorar o despreciar al resto.

Con las posiciones definidas, los clanes se atacaban entre sí, se eliminaban mutuamente y se robaban los recursos, dando origen a la violencia, a las guerras y al racismo. Odiar sin escrúpulos al clan rival permitía eliminarlo sin complejos y disfrutar de su alimento, y su creencia en el falso dios árbol en lugar de en nuestro verdadero dios tierra justificaría la beneficiosa matanza.

De forma semejante, se ha ido repitiendo el mismo tipo de conflicto a lo largo de la historia, con las características de cada época, lo cual afianza la idea de que estos mecanismos se encuentran arraigados en nuestro interior. La violencia y el racismo están profundamente vinculados a lo más elemental del comportamiento humano. Evidentemente se trata de conductas deleznables e injustificadas, pero no por ello menos instintivas.

Uno de los mecanismos cuya base biológica está mejor estudiada es la agresividad. Tanto hombres como mujeres empleamos la agresividad en nuestras relaciones, aunque seguimos distintas estrategias. Las mujeres emplean preferentemente una agresividad verbal e indirecta, y los hombres generalmente agresividad física y directa. Es obvio que es un comportamiento innato y biológico, que ha servido a quienes lo emplean para vencer a rivales, obtener recursos y aumentar el estatus dentro del grupo. Se trata de un comportamiento lamentable que, al igual que los celos, muchas veces aflora de forma descontrolada, y que en las sociedades civilizadas procuramos evitar para facilitar una convivencia pacífica. Pero no deja de ser natural, instintivo y desgraciadamente omnipresente, y por tanto muchas veces difícil de evitar. Sin duda, asumir estas circunstancias puede ayudar en su análisis y estudio, así como en el diseño de las políticas adecuadas para la prevención de sus desagradables consecuencias.

El rechazo a lo ajeno

Igual que la agresividad aflora ocasionalmente entre los miembros de una sociedad civilizada, a pesar de que las guerras de clanes acabaron hace miles de años, el sentimiento de pertenencia al clan es todavía observable. Se refleja también de forma moderada en la tendencia natural que tenemos las personas a pertenecer a grupos, clubes o instituciones. Más allá de nuestra familia, todos nos sentimos vinculados a nuestro lugar de nacimiento, y tendemos a asociarnos a algún club, o a vincular nuestros sentimientos a un equipo de fútbol. Ser de un equipo significa ser rival del resto. Poca gente que sigue un deporte no se vincula a un equipo, y aquellos que no lo hacen viven la experiencia deportiva de una forma mucho menos intensa y más ajena. Por supuesto, hay personas que no tienen el mismo sentimiento de pertenencia, y mucha gente no es seguidora de ningún equipo deportivo. Pero nadie está exento de

identificarse más con su entorno, sea la universidad donde estudió, el barrio en el que creció o la ciudad. Y de la misma manera, es fácil rechazar e incluso detestar otros equipos, clubes, barrios, ciudades o países con total naturalidad. Hace falta un esfuerzo racional para descubrir la arbitrariedad de un rechazo absurdo, que muchas veces está simplemente fundado en si la casualidad te ha llevado a nacer en una ciudad o en un país u otro.

El fundamento del racismo y la xenofobia es perfectamente natural y se basa en el rechazo a lo ajeno a nuestro clan. No es más que eso, y el pensamiento racional destapa lo absurdo e intolerable de su existencia.

¿BAILAMOS?

Existen numerosos comportamientos que podemos deducir que tienen una base genética, algunos de forma muy directa y otros de forma indirecta. Podemos anticipar que cuanto más determinante sea el comportamiento en la supervivencia o la reproducción, más lógico será que su raíz genética sea fuerte. Porque será más probable que la mejor (o las mejores) estrategias se hayan mantenido, y las peores hayan sido seleccionadas en contra. Pero algunos de estos comportamientos pueden resultar sorprendentes. Por ejemplo, todas las culturas tienen bailes. No existe ni una sola donde no haya ocasiones en que sus miembros bailen. Cabe, por tanto, esperar que la práctica del baile tenga una base genética, y que todos los individuos tengan un recurso psicomotor para adecuar de forma instintiva sus movimientos al ritmo. Sin embargo, es evidente que no se trata de un comportamiento que requiera que todos los individuos lo realicen con la misma destreza.

De forma mucho más intensa, todos los individuos de nuestra especie tenemos la capacidad de sentirnos atraídos por la comida, y ese sí parece un comportamiento determinante, porque si no fuese así podríamos morir por una inanición causada por desinterés.

En cambio, no saber bailar no va a matar a nadie. Por eso hay individuos que bailan mejor y otros peor, y también es esperable que, cuando bailan, unos individuos reciban una recompensa cerebral en forma de placer mayor que otros. Digamos que unos individuos cuando bailan reciben diez dosis de felicidad y otros solamente una dosis. Pero cuando comemos todos recibimos una inmensa recompensa de mil dosis de felicidad.

El baile es un rasgo que puede mostrar ciertas características que resulten atractivas para el establecimiento de una relación de pareja, pues envía un mensaje de coordinación y destreza, síntomas de *buena* genética. Pero aunque puede ser una habilidad favorable, la supervivencia no se la juega solo a la carta del baile. Así que es evidente que no se trata de una habilidad fundamental para la supervivencia, aunque sea universal y se valore positivamente.

Existe una inmensa lista elaborada por un científico llamado Donald E. Brown de comportamientos universales: hábitos que se ven en todas las culturas, y que por tanto cabe esperar que tengan un fundamento biológico. La lista cita algunos comportamientos universales esperables como la atracción sexual, la alimentación, la caza o los celos, y otros más llamativos como la fabricación de armas, el arte, el comercio, la comunicación facial, la jerarquía por edades, los chistes, el insulto, el lenguaje, etcétera.

Muchos de los más sorprendentes son comportamientos que, por su eficacia (aunque sea indirecta), parece lógico que se hayan visto seleccionados, como la fabricación de armas o el comercio. O incluso la capacidad de contar chistes o insultar, que ayuda a exhibir las habilidades propias, y por tanto a posicionar socialmente a quien los lleva a cabo, con importante repercusión en su estatus. Por tanto, son comportamientos que cuando surgieron probablemente aportarían una ventaja adaptativa a quien los poseyó y se hicieron

omnipresentes con el paso de las generaciones. De la misma manera que la religión (o creencia en lo sobrenatural) o la agresividad aportaron habilidades para sobrevivir en el mundo de los clanes.

Es necesario tener presente que cuando decimos que la fabricación de armas o el comercio son comportamientos con base biológica, forzosamente nos tenemos que referir a las habilidades cognitivas que permiten realizar tareas habilidosas como sacar punta a una lanza, o sumar, restar y regatear. Y que esas habilidades cognitivas están reflejadas en algún lugar (o en varios) de nuestro cerebro y fabricadas con nuestros genes. No existe un solo gen, ni varios, que determinen concretamente la habilidad de fabricar armas, ni las habilidades comerciales, ni las creencias religiosas. Ellos solo fabrican proteínas, pero ya sabemos que la combinación de estas puede traducirse en comportamientos complejos, que a su vez son útiles para distintas tareas. Por tanto, no es extraño que las habilidades como fabricar útiles o comerciar se hayan vinculado a nuestro comportamiento innato.

Puede ocurrir que en el análisis de los comportamientos integrados en nuestra genética tendamos a encontrar *espejismos*: comportamientos que pensamos que se han seleccionado a favor, o que tienen una base biológica, pero no la tienen. Una vez que se comprenden los mecanismos evolutivos, es fácil caer en la tentación de ser excesivamente deterministas, aunque no debemos olvidar que ni la SN ni la evolución son procesos perfeccionistas. Recordemos que igual que podemos haber desarrollado mecanismos para detectar alimentos nutritivos, también carecemos de mecanismos para detectar algunos alimentos venenosos.

De la misma forma que, por ejemplo, tampoco somos capaces de oler el agua, siendo la molécula más importante para la supervivencia de cualquier ser vivo. Seguramente si hubiese surgido la capacidad de oler el agua se habría seleccionado a favor, pero no ha aparecido. O quizá surgió, aunque en un ambiente de exceso de agua y no hubo presión a favor: se reproducían tanto los que la olían como los que no. Y quizá los que la olían tenían una nariz más fea y

encontraban pareja con mayor dificultad, y por eso desaparecieron. El caso es que no sabemos detectar agua con el olfato. Igual que no disponemos de muchas otras habilidades que nos serían útiles.

La interpretación de los sueños

Muchos comportamientos pueden ser sencillamente consecuencias de nuestra fisiología, como por ejemplo la interpretación de los sueños. Todas las culturas muestran la tendencia a intentar encontrar un sentido a los sueños, y eso lleva a pensar que es algo natural en nuestra especie.

Pero ese afán por interpretar el significado de los sueños es simplemente la consecuencia de nuestra forma de llevar a cabo una tarea mucho más amplia, que es interpretar el mundo. Constantemente estamos intentando comprender los sucesos que nos rodean, nuestro cerebro es un gran contador de historias. Tenemos la cabeza llena de fábulas, a diario imaginamos historias, soñamos incluso con los ojos abiertos. Y en todas las culturas se narran cuentos y leyendas para todas las edades.

Toda esa narrativa surge porque nuestro yo consciente es un mimado. Recordemos que nuestros circuitos de la visión regalan a nuestro yo, a la región del cerebro donde habita nuestra consciencia, una imagen completa, sin zonas desenfocadas. Porque ninguna región del cerebro quiere alterar a nuestro yo mostrándole imperfecciones, por eso es un mimado. Ninguna otra zona del cerebro quiere alterarlo haciéndole creer que hay eventos que no están bajo su control y que se escapan a su percepción y entendimiento.

De forma similar, una región del cerebro vulgarmente conocida como «el módulo contador de historias» envía siempre a nuestra mimada consciencia un relato coherente de lo que observa, aunque en ocasiones tenga que inventar una mentira. Por tanto, esa región de nuestro cerebro tiene la misión de crear relatos que explican lo

que ha ocurrido. En la antigüedad, si un pueblo sufría la peste se pensaba que era un castigo divino. Hoy, como sabemos que es efecto de la bacteria *Yersinia pestis*, disponemos de una explicación alternativa, tenemos una causa que nos hace entender el porqué.

En la forma inconsciente de nuestro cerebro de interpretar el mundo todo es fruto de una causa, por eso estudiar la evolución resulta tan contraintuitivo. Para nuestro cerebro lo lógico es pensar que tenemos desarrollados dedos para coger frutos. Afirmar que la mano tiene dedos para agarrar mejor es una afirmación que casi cualquier ser humano puede tolerar sin que le suene absurda. Sin embargo, si escuchamos decir a alguien que la lluvia cae para regar las plantas, probablemente pensemos que tiene la capacidad de razonar invertida. Ambos son razonamientos invertidos, pero solo el segundo está anticuado en el siglo XXI. Exactamente igual que creer que un ser superior nos manda la peste para castigarnos.

El avance de la ciencia nos ha permitido alejarnos de las conclusiones erróneas que saca nuestro cerebro. Porque nuestro cerebro no es una herramienta adecuada para sacar conclusiones, sino para sobrevivir en la *sabana*. Está perfectamente adaptado para otras tareas, como saber que si hay nubes es que va a llover o que si dejas el fuego encendido por la noche, los rivales te van a localizar y exterminar. Nuestra existencia se ha basado en conocer las relaciones causa-efecto para aprender que las huellas indicaban que había pasado un mamut y otra clase de habilidades que nos permitiesen encontrar agua, fruta o semillas.

Por tanto, de la misma manera, cuando nuestro cerebro produce sueños durante el descanso, intentamos encontrar un sentido, un mensaje. Porque a nuestra conciencia, el resto del cerebro le hace creer que todo tiene sentido y que es el centro del universo. No es ni más ni menos que lo que le ha convenido al ADN a lo largo de la evolución. Así que encontrar sentido a los sueños puede ser un comportamiento universal, y es innato. Porque es una consecuencia de la forma de funcionar de nuestro cerebro. Pero no es adaptativo, ni aumenta las posibilidades de supervivencia. Ocurre,

aunque no es útil. Es tan lógico como intentar encontrar un mensaje en los gases que se producen durante la digestión. No debemos caer en los espejismos deterministas: que muchas circunstancias tengan una explicación evolutiva no debe hacernos creer que todo nuestro despliegue de comportamientos es fruto de la SN.

Liberales y conservadores

La evolución ha modulado numerosísimas conductas, pero a veces, en el afán de los científicos evolucionistas por asociar comportamientos a posibles ventajas evolutivas del pasado, se exagera en el alcance de las conclusiones. Por ejemplo, se ha intentado evidenciar una base genética en la opinión política, de tal modo que algunos estudios se atreven a proponer que nuestro voto electoral está predeterminado.

Existe una variante de un receptor cerebral de la hormona dopamina cuya presencia se ha asociado con opiniones políticas más liberales y menos conservadoras. Los estudios son sólidos y rigurosos, pero las conclusiones deben presentarse con cautela. No es posible que exista un receptor que te convierta en liberal, por tanto no se puede decir que haya un gen que te convierta en liberal o en conservador.

El hecho probado es que la presencia de este receptor provoca que quienes lo poseen reciban más placer afrontando situaciones novedosas y tengan menos miedo al cambio. La interpretación del origen de este rasgo ha llevado a afirmar que en el pasado, tras desarrollar la agricultura, cuando la humanidad creció y empezó a comerciar, se dieron dos tipos de presiones selectivas. Algunos individuos vivieron en zonas de menos riesgo de infección y pudieron ser más osados en sus contactos con otras poblaciones sin peligro para su salud. Mientras que en otras regiones vieron seleccionado un

comportamiento menos extrovertido (con menos receptor) evitando así contagios procedentes de otros individuos. En las poblaciones de hoy en día estamos mezclados los descendientes de ambos.

Desde luego la circunstancia pudo darse de semejante manera (o quizá de otra). Lo que sí es un hecho es que existe variabilidad entre los individuos de nuestra especie en el número de receptores de dopamina que tenemos en distintas regiones de nuestro cerebro. También es cierto que un mayor número de estos permite recibir un mayor placer en determinadas circunstancias. Sin embargo, la relación con el voto electoral es relativamente lejana, y seguramente solo puede explicar el voto en un número muy bajo de las personas. La mayoría de las personas decidirán su voto por la suma de cientos o miles de factores igual o más determinantes.

Los comportamientos son muy complejos y muy pocos se encuentran tan inelásticamente determinados, aunque por lo general nuestras acciones son el resultado de la suma de actividades que el individuo hace para maximizar el número de veces que activa las regiones del placer de su cerebro.

Seguramente sea más probable encontrar individuos con abundancia de receptores de dopamina entre las personas que saltan en paracaídas que entre los que votan a partidos liberales. Pero en ningún caso se trata de un «gen de la política», ni de un «gen del paracaídas».

La psicología evolucionista es la disciplina que trata de dilucidar cómo la evolución explica el origen y mantenimiento de determinados rasgos y comportamientos. Otra rama de la ciencia llamada genética del comportamiento aporta un conocimiento complementario y trata de describir cómo ciertas diferencias en nuestro genoma determinan diferencias en nuestra conducta.

Mientras la psicología evolucionista explica la lógica de que todas las culturas tengan el baile entre sus tradiciones, o creencias religiosas, o hagan chistes, la genética del comportamiento intenta

entender qué parte del genoma determina que unos individuos bailen mejor que otros, sean o no creyentes, sean más o menos graciosos, desarrollen o no determinadas enfermedades, o incluso que tengan más éxito en el mantenimiento de las relaciones de pareja.

Evidentemente se trata de una disciplina de gran complejidad, porque muchos de estos rasgos se encuentran registrados en regiones muy numerosas, dispares y repartidas de nuestro 2-ADN. Mientras que la psicología evolucionista da explicaciones basadas en inferencias lógicas (indemostrables por ser del pasado), la genética del comportamiento trata de localizar el emplazamiento exacto del comportamiento en el 2-ADN, y de esclarecer hasta qué punto dicho comportamiento está determinado exclusivamente por los genes o es modificable por la educación y la cultura de cada uno. Asimismo se trata de una disciplina con un margen muy amplio de mejora en función del avance de las metodologías y técnicas. Y aunque ya ha rendido interesantes resultados, tiene mucho camino por recorrer. Es ahora indudablemente la disciplina que tiene que explicar, demostrar y localizar todo aquello que los evolucionistas han venido concluyendo hasta la fecha. En las próximas décadas se verá ampliado exponencialmente el conocimiento que tenemos sobre las bases genéticas del comportamiento.

Ale se ha tomado una copa de vino y se ha propuesto antes de la siguiente sacar el tema que los ha llevado allí esta noche. No se va a permitir retrasarlo más. De pronto la conversación alcanza uno de esos baches naturales en los que pide oxígeno o cambio de tema, como si los diálogos estuviesen hechos de capítulos, igual que un libro. En la mirada de su pareja nota que no puede esperar más, sus ojos revelan una mirada inquisitoria y preocupada a partes iguales. Ale bebe otro trago. Casualmente coincide con el final de su copa. No puede seguir retrasando el asunto.

Tiene el guion de lo que quiere contar perfectamente estudiado. Y además estructurado a la perfección. Pensaba empezar con una introducción que describiese su visión sobre el estado de su relación antes de anunciar los resultados del análisis y su conclusión. Pero la situación le juega una mala pasada, los nervios y algún neurotransmisor que circula descontrolado por su cerebro le hacen empezar diciendo: «Mira…, lo que te quería decir es que tenemos que dejarlo, lo he pensado mucho y no podemos seguir juntos».

Si durante la lectura has identificado al protagonista con una mujer, pasa al capítulo 39. Si has identificado que era un varón, pasa al capítulo 40.

39

DOS AÑOS MÁS TARDE



Por increíble que parezca, han pasado dos años desde aquella cena en que Ale decidió romper con su pareja. Hoy están en el mismo sitio, casi a la misma hora, celebrándolo. Desde luego muestran un buen sentido del humor. Hoy todo es alegría y risas, no como aquella noche. Pero es que hoy es todo muy distinto, ninguno de los dos es la misma persona en ningún aspecto. Es la primera noche que salen a cenar desde hace catorce meses. Desde que nació su hija no habían disfrutado de una oportunidad de este tipo. De hecho, aunque a ratos se dejan llevar por la risa, el vino y el afecto, ella nota que ambos están inquietos en su primera separación de la pequeña. En realidad, no sabe quién está más inquieto de los dos.

La ruptura de aquel día pertenece a un pasado ya remoto. No ha pasado mucho tiempo, pero sí han ocurrido muchas cosas. Hoy a Ale le parece absurdo cómo estuvo a punto de estropear una historia que ha resultado ser perfecta. Estuvo a punto de hacer descarrilar el tren que le ha dado la mayor alegría de tu vida: su hija. Solo su incipiente sonrisa vale más que todo lo que ha conocido antes y conocerá. Aquel que no ha tenido hijos no tiene ni idea del grado de satisfacción, realización y felicidad que produce su mera existencia.

Ale estuvo a punto de estropearlo todo dejando a su pareja. Le dijo que quería dejarlo porque la relación ya no tenía sentido. Hacía algún tiempo que lo pensaba. Iban a distintas velocidades, ella quería una vida asentada, seria y tener hijos. Él se seguía comportando como un adolescente que huía del compromiso. No podía decir que ya no lo quisiera, porque lo quería, y mucho. Pero se había dado cuenta de que querer a alguien no es suficiente para salvar una relación. No podía estar enamorada de alguien así. Se lo dijo y él no daba crédito a sus palabras, no se lo esperaba. No se lo podía esperar porque su inmadurez desbordaba en todas las direcciones, si no, algo podría haber intuido, puesto que ella ya

había dado indicios de insatisfacción. Ale fue clara: ella quería tener hijos con él, formar una familia. Cuando lo hablaban, él decía que quería, pero en el fondo estaba claro que en su cabeza no lo contemplaba como una posibilidad real y enseguida desviaba el tema.

Así que Ale decidió que si no iba a tenerlos con él, debía ser realista y dejarlo. Así de tajante y claro se lo expuso, y aquella noche su cara palideció y se petrificó.

Él estuvo en estado de *shock* durante tres meses y después volvieron juntos casi de forma natural. Ella le llamó para verlo y enseguida se dieron cuenta de que era un error estar separados. Bien es cierto que durante esos meses, y algunos antes, ella había estrechado sus vínculos con Alberto, un compañero de trabajo. No era la persona más interesante del mundo pero era un hombre que le transmitía algo positivo. Algún día incluso salieron juntos a tomar algo y a ella le gustó su comportamiento, y además descubrió que era más atractivo que en traje de oficina. Por supuesto él no había tenido nada que ver en la decisión. Ni siquiera pasó nada los meses en que Ale estuvo soltera y durante los que tuvo una relación más cercana. Ella sabía lo que quería, y por tanto sabía que no iba a precipitarse ni a tomar decisiones estúpidas. Ahora, cada vez que lo ve en la oficina, se estremece al pensar en lo que podría haber ocurrido, aunque él ha sido en todo momento un caballero correctísimo. Pero Ale podría haberse subido a un tren equivocado, que quizá habría impedido que hubiera conocido a la persona más importante que hay hoy en su vida: su hija.

Por suerte todo se arregló con su novio y la vida ahora es maravillosa. Con una hija floreciendo día a día y regalándole la sensación de que su vida por fin tiene un sentido.

40

DOS AÑOS MÁS TARDE (ALTERNATIVO)



Por increíble que parezca, han pasado dos años desde aquella cena en que Ale decidió romper con su pareja. Hoy están en el mismo sitio, casi a la misma hora, celebrándolo. Desde luego muestran un buen sentido del humor. Hoy todo es alegría y risas, no como aquella noche. Pero es que hoy es todo muy distinto, ninguno de los dos es la misma persona en ningún aspecto. Es la primera noche que salen a cenar desde hace catorce meses. Desde que nació su hija no habían disfrutado de una oportunidad de este tipo. De hecho, aunque a ratos se dejan llevar por la risa, el vino y el afecto, él nota que ambos están inquietos en su primera separación de la pequeña. En realidad, no sabe quién está más inquieto de los dos.

La ruptura de aquel día pertenece a un pasado ya remoto. No ha pasado mucho tiempo, pero sí han ocurrido muchas cosas. Hoy a Ale le parece absurdo cómo estuvo a punto de estropear una historia que ha resultado ser perfecta. Estuvo a punto de hacer descarrilar el tren que le ha dado la mayor alegría de tu vida: su hija. Solo su incipiente sonrisa vale más que todo lo que ha conocido antes y conocerá. Aquel que no ha tenido hijos no tiene ni idea del grado de satisfacción, realización y felicidad que produce su mera existencia.

Ale estuvo a punto de estropearlo todo dejando a su pareja. Le dijo que quería dejarlo porque ya no la quería. Era verdad, llevaba muchos meses en que se había dado cuenta de que había dejado de estar enamorado. Intentó recuperar el amor, pero no sabía cómo, y notaba que ella le seguía queriendo igual. Esa idea le angustiaba, intentó convencerse de que seguía queriéndola, de que la quería de otra manera: de que el amor se había transformado en algo casi racional. Pero ella le quería de verdad, y esa asimetría lo estaba consumiendo. Eso fue el desencadenante de la gran crisis. Es cierto que por aquel entonces su jefa le atraía, aunque hoy está seguro de que aquello no influyó de ninguna forma en su decisión. Una noche

tuvo una conversación íntima con ella en una fiesta de la empresa. Habían hablado muy cerca, habían tenido roces de piel aparentemente casuales, y habían bebido. Al final se quedaron con las ganas, seguramente pensando que ya encontrarían una situación más adecuada. Nunca pasó nada. De hecho, ella volvió a tratarlo diariamente con la misma distancia y desidia que anteriormente, aunque Ale sabía que disimulaba. Esa situación lo tuvo un tiempo confuso. Coincidió con su ruptura, pero cree que no fue determinante.

Evidentemente no fue eso, sino la sensación de desequilibrio lo que le hizo dejarlo con su pareja durante unos meses. De repente un día volvieron de forma casi natural, se llamaron para hablar y enseguida se dieron cuenta de que era un error estar separados. Un error que casi impide que la vida ahora sea maravillosa, con una hija floreciendo día a día y regalándole la sensación de que su vida por fin tiene un sentido.

EPÍLOGO

Cuando se ven dos pájaros volando juntos con pinta de estar en trámites de aparearse, puede parecer extraño pensar que su existencia se reduzca a ADN, mutaciones, alelos, selección natural, deriva por azar, *varianza de fitness* y otros factores. Pero resulta ser así.

Ocurre que ansiamos practicar sexo, buscamos el placer, porque la historia ha provocado que nuestro 2-ADN nos *fabrique* para evitar extinguirse. Tomamos las decisiones más importantes de nuestra vida con ese fin y se nos *soborna* con complejas rutas cerebrales de recompensa y distracción. Probablemente no nos hemos dado cuenta antes porque nuestra propia historia, nuestra evolución, ha propiciado que interpretemos el mundo de otra manera. De forma análoga nos ha dado facilidades para sentirnos un ente particular, para creernos que somos un individuo concreto, para poner y controlar una solidísima frontera imaginaria que separe nuestro envase del resto del mundo, para saber distinguir que las moléculas que forman mi envase son más importantes que el resto de átomos del universo, así como para actuar como si supiésemos lo que hacemos. Aunque en el fondo hagamos en gran medida lo que ha determinado la evolución para proteger el contenido del envase. Nos ha *fabricado* para vivir cómodamente engañados, para entretenernos paseando por el decorado mientras no somos más que maquinaria que existe para evitar la desaparición del ADN. Somos un conjunto de células con un microchip dentro. Somos un sofisticado instrumento en manos de nuestro ADN dictador.

La simpleza de la realidad, de lo que verdaderamente es la vida, puede hacer pensar que el comportamiento es la suma de actividades que el individuo lleva a cabo para maximizar el número de veces que activa las regiones del placer de su cerebro. Sobre todo las que con el paso del tiempo se han asociado con la supervivencia y la reproducción. Pero los comportamientos son mucho más complejos, y muy variados y numerosos. Además, muy pocos se encuentran muy inelásticamente determinados, y la mayoría se prestan a ofrecer muchas posibles respuestas. Por ejemplo, por muy celoso que se sienta uno, con calma y autocontrol es capaz de tranquilizarse y racionalizarlo, a pesar de que sea una potente emoción. Así, somos capaces de evitar llevar a cabo el comportamiento instintivo que los celos reclamarían.

Por tanto, espero que después de leer este texto nadie se obsesione con estos aspectos, ni empiece a vivir la vida sintiéndose ajeno a la sociedad. Aunque no creo que nadie lo consiga, porque, pese a que lo intente, nuestro cerebro enseguida nos distraerá. Se puede saber la verdad, pero tampoco merece la pena acordarse todo el rato.

También espero que la lectura no provoque reacciones adversas. La vida es un acontecimiento impresionante, aunque puede tener aspectos que no coinciden con los deseos expresos de las sociedades humanas contemporáneas. Querría que tampoco ofenda a nadie lo que escribo sobre comportamiento humano, pues no es mi mundo ideal, es el que observamos quienes dedicamos tiempo a analizarlo y describirlo. Las imposiciones de nuestra biología son maleables, moldeables y modificables, como hemos visto; y además nos dejan la capacidad de decidir.

En este sentido, además de pedir comprensión hacia lo expuesto, me siento en la obligación de reclamar que se destierre la ceguera y se reoriente el esfuerzo crítico hacia otros cauces. La biología es como es y la buena noticia es que podemos controlarla; no perdamos el tiempo criticándola ni desacreditando a quienes la estudian (aunque solo sea porque el conocimiento siempre es algo

constructivo). Miremos hacia los lugares que necesitan un arreglo, y que nadie abomine ni reniegue de nuestra naturaleza, pues está en nuestras opciones atemperarla. Entretenerse quejándose es dejar de hacer algo más importante. El que abomine de algo, que lo haga de cuanto hacemos y dejamos de hacer con nuestras decisiones libres en nuestra sociedad, y a lo largo de nuestra corta e insignificante historia.

GLOSARIO

2-ADN: Término inventado para este libro que describe las moléculas de ADN características y únicas de cada individuo, que se forman de la unión de la molécula de ADN que aporta el padre con la de la madre. Cada una de nuestras células guarda en su núcleo una copia de *nuestro* personal 2-ADN.

Ácido desoxirribonucleico (ADN): Molécula portadora de la información genética. A partir de su lectura se *fabrican* los individuos. Aunque en realidad lo que se fabrica tras su lectura son ARN y proteínas.

Alelo: Cada una de las copias que poseemos de un gen es un alelo. Para cada gen tenemos dos alelos (o copias): el recibido en el ADN paterno y en el materno. No todos los alelos son distintos, existe un número limitado de variantes, dependiendo de cada gen, por lo que padre y madre pueden aportar alelos idénticos.

Aminoácido: Cada uno de los *ladrillos* que se colocan al leer una pequeña parte de un gen. Juntando todos los ladrillos se fabrica una proteína. Químicamente es una molécula compuesta de un grupo amino y otro carboxilo, pero en este texto eso no tiene importancia.

Autótrofo: Se dice que un organismo tiene nutrición autótrofa cuando es capaz de sintetizar todo aquello que necesita para vivir a partir de materia inorgánica. Es decir, no necesita comerse a otros seres vivos para obtener sus carbonos y su ATP. Las plantas son autótrofas porque obtienen lo necesario para conseguir su ATP del agua, del aire (toman CO_2) y de la energía solar. Son organismos mucho más independientes y «no necesitan patas para salir a cazar». Lo contrario es la nutrición heterótrofa, en la que se necesita ingerir a otros organismos para obtener energía para la vida.

Bacteria: Se trata de una sola célula que forma un ser vivo completo. Además son células estructuralmente sencillas, debido a que su origen se remonta a hace miles de millones de años.

***Big Bang*:** Gran explosión. De acuerdo con la teoría del mismo nombre, se trata del evento en el que se creó el universo hace unos 14.000 millones de años. Antes de ese momento todo es un gran enigma, pero por sorprendente que parezca, los astrofísicos han descrito bastante precisamente los eventos ocurridos desde entonces. Aunque a nuestro cerebro, acostumbrado a hábitos terrenales, le cuesta mucho entenderlo.

Deletéreo: Referido a una mutación, que tiene efecto nocivo en su portador.

Entropía: Complicado término de la termodinámica que refleja el grado de desorden de un sistema. Simplificando: se utiliza para caracterizar la tendencia al desorden de cualquier sistema.

Enzima: Proteína que tiene la función de activar o reprimir una reacción del metabolismo.

Eucariota: Referido a una célula, el término significa que tiene núcleo (compartimento donde se *esconde* el ADN). En términos generales, se refiere al conjunto de organismos que tienen la citada característica en sus células, lo cual implica una mayor complejidad que la de los organismos sin núcleo (procariotas). Las plantas, animales y hongos somos eucariotas. Las bacterias son procariotas.

Factor de transcripción: Proteínas cuya función es activar o reprimir zonas del ADN. Condicionan que se transcriban (es decir, que se lean) o no las zonas del ADN para las que son específicas.

Gen: Región del ADN que merece ser definida y analizada independientemente de otra. Normalmente porque tiene una función específica: fabricar una proteína estructural concreta, un factor de transcripción determinado, una enzima específica…

Heterótrofo: *véase* Autótrofo**.**

Línea germinal: Es el conjunto de células de un determinado individuo implicadas en la generación de nuevos organismos. En nuestra especie son las células que dan lugar a espermatozoides o a óvulos.

Línea somática: El conjunto de células de un determinado individuo que no están implicadas en la procreación y que forman su cuerpo.

Mitocondria: Parte de la maquinaria que poseen las células eucariotas. Se encarga de la producción de ATP, es decir de la energía. De acuerdo con la teoría endosimbiótica, en su origen fue una bacteria fagocitada que perdió su independencia a lo largo de la evolución.

Macromolécula: Molécula de gran tamaño con muchos elementos (*véase* Molécula).

Molécula: Conjunto de átomos que dan lugar a una estructura con entidad propia. Por ejemplo: seis carbonos, doce hidrógenos y seis oxígenos, estructurados de una determinada manera, forman la molécula de glucosa.

Mutación: Cambio heredable en el ADN con respecto a su estado original.

Neotenia: Mantenimiento en la etapa adulta de rasgos juveniles causado por un retraso o enlentecimiento del desarrollo.

Procariota: *véase* Eucariota.

Recombinación: Proceso que ocurre en la reproducción sexual durante la generación de los gametos (espermatozoides y óvulos) y que aumenta la variabilidad genética.

Imaginemos a nuestro padre, él posee un cromosoma 1 que le pasó nuestro abuelo paterno, y otro cromosoma 1 que le pasó nuestra abuela paterna. En el espermatozoide que nos creó solamente iba uno de esos dos cromosomas 1 (y solo uno del resto de cromosomas). Sin embargo en las etapas tempranas de la generación del espermatozoide de nuestro padre, el cromosoma 1 de nuestro abuelo y el de nuestra abuela se aparearon e intercambiaron algún fragmento de ADN (proceso llamado sobrecruzamiento). De tal manera que, aunque el espermatozoide que nos generó recibió el cromosoma 1 de nuestra abuela paterna (por ejemplo), tenía algunos fragmentos de la secuencia del cromosoma 1 de nuestro abuelo paterno. El mismo proceso ocurrió en la generación del óvulo, donde nuestra madre recombinó los cromosomas 1 de nuestros abuelos maternos (y el resto de pares de cromosomas, claro), aunque luego solamente nos transmitió uno de ellos.

Selección natural: Uno de los mecanismos del cambio evolutivo que explica la aparición de adaptaciones. Si los portadores de un determinado rasgo heredable (adaptación) ven favorecida su supervivencia y reproducción, cabe esperar que dicho rasgo aumente progresivamente su frecuencia en las generaciones sucesivas. En ese caso se dice que estos portadores, o ese rasgo, han sido seleccionados a favor. En el caso contrario, cuando una característica desaparece con el paso de las generaciones porque supone un lastre a los portadores, se habla de selección en contra.

Selección sexual: Proceso de selección natural referido a adaptaciones relacionadas directamente con la reproducción.

Sistema nervioso: Conjunto de tejidos encargados de aglutinar y procesar la información interna y externa para producir una respuesta coordinada en el individuo. En los vertebrados, el sistema nervioso lo componen el cerebro, la médula espinal (sistema nervioso central) y los nervios (sistema nervioso periférico).

Sistema inmunológico: Conjunto de células de la línea somática de un organismo encargadas de protegerlo de su entorno y sus posibles patógenos.

Testosterona: Hormona esteroide presente en diversos animales. En mamíferos aparece predominantemente en machos. Es responsable del desarrollo de los órganos reproductores, de numerosos caracteres secundarios e influye en el comportamiento. En hembras también está presente en menores concentraciones y con efectos menos notables (compensados por otras hormonas similares).

Virus: Ente que debido a su falta de independencia se debate si considerarlo un ser vivo. Sin embargo, posee ADN (o ARN) y las herramientas necesarias para su supervivencia y reproducción, siempre con ayuda de algún hospedador.

AGRADECIMIENTOS

Un libro de estas características no tiene sentido ni es comprensible hasta que cae en las manos de personas sensatas que lo corrigen, ordenan y critican. Mejor aún es la situación si cae en manos de gente que lo adopta, lo ayuda a crecer y le enseña a sobrevivir y reproducirse. Este texto es, por tanto, en una grandísima parte de José Manuel Peidró, María Losada-Pérez, Serafín Torres, Miguel Graña, Manolo GH Rodríguez, Luis F. de Navas, Álex Pita, Ana B. Fernández, Marta Magariños, Enrique Turiégano, Juan Serantes, Pepe Bella, Concepción Domínguez, Juan Pita y muy especialmente de Irene Millán. Y desde luego no sería el mismo libro sin el análisis crítico de Ioannis Sarris.

También pertenece a muchos otros que han sabido aportar de distintas maneras, cada uno en su estilo: Fernando de Antonio, Pepe Barahona, José Antonio MuñozReyes, Ramón Gallego, Roke Iñaki Oruezábal, Daniel Aguirre de Cárcer, Jonathan Benito-Sipos, Luis Vázquez, Alba García, María José García-Rubio y Aitana Peire, así como a todos esos amigos que opinaron sobre el nombre del personaje. A todos ellos les debo un enorme agradecimiento por la amistad y el afecto que me han mostrado al dedicar generosa, desinteresadamente, y no sólo sin rechistar sino ilusionados, su tiempo y sus neuronas a este texto.

Aunque ellos quizá no lo sepan, debo mucho también a Alejandro Pita, Lucía Jiménez y Amancio Prada, porque es a ellos a quienes les contaba la historia en mi cabeza. A ellos y a todo Ceech!, y en concreto a mis amigos Nico Benac, Pablo Barahona, Gonzalo Givaja, Paula Pérez y José Corral, porque una noche de verano, tan pronto como nos despedimos y monté en el metro de regreso a

casa, empecé a tomar notas en mi libreta sobre los temas que les inquietaban de su biología para reflejarlos en este texto, escrito para ellos y otros curiosos suspicaces.

Y por encima de todo lo relativo al libro, mi 2-ADN tiene unos agradecimientos muy especiales para Juan Pita, Concepción Domínguez, Elena Pita, José María Arribas, Carmen Arribas Pita y Juan Arribas Pita.

NOTAS

CAPÍTULO 2

1. Como las bacterias llamadas «de las chimeneas de azufre» (*black smokers*), que llevan una vida kantiana y prácticamente inalterada desde hace unos 1.500 millones de años.

2. Gemelos originados a partir de un solo óvulo y un solo espermatozoide que son genéticamente idénticos. Por el contrario, los gemelos dicigóticos proceden de la fecundación de dos óvulos distintos, por lo que genéticamente son tan parecidos como dos hermanos cualesquiera.

3. Hay alguna excepción en los sistemas nervioso y reproductor, que tienen células que puedes llevar contigo desde que estabas en el vientre materno.

CAPÍTULO 3

1. Existe alguna extraña excepción: algunas especies de bacterias son capaces de obtener energía de fuentes diferentes. Se han descubierto bacterias que *comen* azufre, que *comen* hierro, etcétera, como si fuesen vestigios de intentos paralelos de alternativas para la obtención de energía... Pero en esos intentos no se ha dado una evolución que haya permitido la aparición de algo más que de reductos de individuos unicelulares, es decir: no existen ni hongos, ni plantas, ni animales que coman algo distinto de los compuestos de carbono.

2. Tener rasgos comunes indica la existencia de un antepasado común que los poseyó y los transmitió a su descendencia. Cuanto más cercano es el antepasado común, más rasgos se comparten, y por eso sabemos que los chimpancés son un pariente más cercano del hombre que los rinocerontes. También es lógico pensar que, aunque les duela a algunos, el antepasado común que Messi tiene con Cristiano Ronaldo es más cercano que el antepasado común de Messi con la cacatúa. Porque con Ronaldo comparte la posesión de piernas, ojos, orejas y casi todo lo demás, mientras que con la cacatúa, aunque comparte bastantes rasgos, no comparte, por ejemplo, el tipo de extremidades: Messi tiene brazos y la cacatúa alas. Eso sí: Messi, CR7, cacatúas y plantas producen y gastan ATP.

CAPÍTULO 4

1. A los felinos no les gusta el sabor dulce. Esa asociación entre sustancia y sensación no se ha producido, así de simple. Sobreviven perfectamente ingiriendo otros alimentos (proteínas y grasas, fundamentalmente).

CAPÍTULO 5

1. Ambos llegaron de forma independiente y simultáneamente a la misma conclusión, aunque Wallace es mucho menos conocido.

2. Cuando los rasgos seleccionados están implicados directamente en la reproducción, se habla de selección sexual o selección natural sexual. Debido a su abundancia e importancia merecen un nombre propio.

3. Adaptaciones son todas aquellas características que resultan eficaces para un fin y que se concluye que aparecen por procesos semejantes a los descritos en el ejemplo. Verbigracia, el mimetismo que permite el camuflaje a tantas especies, el pelo en el cuerpo, las púas del erizo…

4. Hay un detalle muy importante en el que merece la pena reparar, y es que mediante el proceso que llamamos selección natural no se crea nada, sólo se descarta de entre lo preexistente.

5. El bourinejo no existe, es una especie inventada que sirve para resumir una situación que ha ocurrido en diversos momentos de la evolución, al igual que las universidades citadas.

CAPÍTULO 6

1. Está confusión aumenta la leyenda negra de la teoría confundiendo y armando de argumentos a los detractores del científico inglés.

2. Aunque también hay que tener en cuenta que los ambientes, aunque cambian constantemente, en general no lo hacen de forma contundente durante largos periodos, por lo que existen rasgos y adaptaciones estables y eficaces durante muchas generaciones.

CAPÍTULO 7

1. Normalmente se habla de DG en lugar de DA. Además, habitualmente, la DG se explica como un proceso que afecta casi exclusivamente a pequeñas poblaciones. Bien es cierto que las consecuencias del azar son más patentes en grupos reducidos de individuos: es más probable que un rayo mate a diez cespesarios que a cien, y más grave si mata a diez de una población de veinte que si mata a diez de una población de diez mil. Pero en cualquier caso es muy importante resaltar el componente azaroso de la existencia. Por eso merece la pena remarcarlo renombrando a este mecanismo como DA, omnipresente en la existencia de cualquier individuo de cualquier especie, en grupos grandes o pequeños, diferenciándola de la DG, que en los libros, en la teoría, se trata generalmente como un proceso que ocurre en islas y otras pequeñas poblaciones.

CAPÍTULO 8

1. Surgimiento y propagación que se produjo como consecuencia de disponer de una mayor cantidad de zonas para vivir, de poder ocupar más nichos por la ausencia de depredadores.

2. Que nadie se despiste: las setas no son plantas. Son hongos.

CAPÍTULO 9

1. El ARN (ácido ribonucleico) es un ácido fundamental en la historia de la vida. Los seres vivos lo empleamos como intermediario entre el ADN y los aminoácidos, pero de acuerdo con algunas teorías sobre el origen de la vida, el ARN fue precursor del ADN. En cualquier caso, ambos ácidos son susceptibles de ser copiados o replicados y albergan un código genético. Además algunos virus simplemente poseen ARN y no necesitan ADN para su supervivencia y replicación, pero los virus no están constituidos de células ni hay acuerdo sobre si son exactamente seres vivos.

2. Hay otras moléculas que forman la macromolécula del ADN (desoxirribosa y fosfatos, para más señas), pero sólo son A, C, G y T las que se traducen en un código con el que se toman las decisiones celulares y se *nos fabrica*; el resto es soporte. El código está perfectamente descifrado y su funcionamiento aparece explicado en cualquier libro de texto de bachillerato.

3. Los glúcidos, carbohidratos o hidratos de carbono son compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno que incluyen a los azúcares y otros sacáridos. Uno de ellos es la molécula de glucosa, que es nuestra fuente elemental de energía.

4. Existen cientos de miles de proteínas distintas, y lo que todas ellas tienen en común es que son moléculas con una estructura química particular (sucesiones de aminoácidos que a su vez son moléculas con un grupo amino y otro ácido), plegadas cada una de ellas de una forma concreta.

5. *Especies parecidas* quiere decir que son cercanas evolutivamente, desde un punto de vista, digamos, histórico. Por ejemplo, el caballo y la cebra son parientes más cercanos que el caballo y el tigre.

Capítulo 10

1. Los individuos con reproducción asexual (en general) son copias idénticas de su único progenitor, básicamente hacen lo mismo que las células de cualquier parte de nuestro cuerpo: clonarse, que significa copiarse. Pero esta estrategia solamente la practican organismos de parentesco lejano a nosotros.

CAPÍTULO 11

1. El más importante modelo animal elemental en genética.

2. Estos genes tan interesantes que regulan otros genes y, por tanto, procesos fundamentales y tempranos del desarrollo, se llaman homeogenes o genes Hox. Desde hace pocas décadas están ofreciendo apasionantes resultados en el campo de la genética del desarrollo.

CAPÍTULO 12

1. En cada generación se estiman unos 100 cambios puntuales por célula reproductora, aunque es un cálculo aproximado y poco riguroso.

CAPÍTULO 14

1. Otra breve analogía alternativa para los amantes del baloncesto: un partido de baloncesto tiene una duración de 4 cuartos de 10 minutos cada uno, a reloj parado. Si la vida empezó en el saque de centro con el salto de los dos pívots, el ser humano apareció cuando al partido le quedaba una décima de segundo. Es decir, cuando el perímetro del tablero ya se había iluminado en rojo, cuando se ha consumido el 90% del último segundo y un jugador ya ha lanzado desesperadamente desde su propio campo la bola para intentar una «milagrosa» última canasta. En ese momento en que más vale que el balón ya esté tocando tablero, o será demasiado tarde para que suba al electrónico. En ese momento aparecería el *Homo sapiens*. El mismo ser que pretende entender todo lo que ha pasado antes.

2. Ni el infinito, ni el universo, ni la materia oscura, ni la física cuántica… Nuestro cerebro es un órgano adaptado para sobrevivir en su entorno, no para realizar complejas tareas intelectuales ni astronómicas.

CAPÍTULO 15

1. En realidad, lo que resulta difícil de entender es el universo, y no lo que ocurre en la Tierra, pero es que a veces nos empeñamos en unas tareas que no deberíamos exigirles a nuestras células (cerebrales), que bastante tienen con evitar su colapso caótico.

2. De hecho, se prevé que el Sol antes de apagarse se expanda y destruya la Tierra, pero en cualquier caso, si no es así, el panorama no será mucho mejor.

CAPÍTULO 17

1. O ARN, el famoso ácido ribonucleico, la molécula que permite copiar la información contenida en el ADN y transportarla a las células encargadas de la elaboración de las proteínas. Pero este importante actor secundario se ha dejado de lado en este libro.

Capítulo 18

1. Y cada vez que reaparezca por mutación, desaparecerá inmediatamente.

2. La mayoría de las cepas de virus son especie-específicas. Es decir, las que atacan a los perros no suelen atacar a los gatos.

CAPÍTULO 20

1. Que son las células mayoritarias que forman ese particular tejido llamado «nervioso» del que están constituidos el cerebro, la médula y los nervios.

CAPÍTULO 21

1. La neuroplasticidad o plasticidad cerebral es la capacidad del sistema nervioso para cambiar su estructura y su funcionamiento como reacción al entorno, mediante la formación de nuevas conexiones sinápticas entre las neuronas. Es la forma que tiene el cerebro de adaptarse ante determinadas circunstancias, a través de la experiencia, del aprendizaje, la práctica o incluso la terapia.

2. Empleamos *heredado* y *genético* como sinónimos aunque no lo son exactamente, pero en este contexto no es necesario matizar.

CAPÍTULO 22

1. Salvo infección por virus, pero eso es otra historia. Porque, como hemos comentado, los virus pueden insertar sus moléculas de ADN en la nuestra, generando una región novedosa en nuestro 2-ADN. Por eso tienen un enorme potencial evolutivo. Porque además pueden simultáneamente infectar a toda una población, *regalando* un trozo de ADN novedoso a cada individuo.

CAPÍTULO 25

1. Véase nota 2 del capítulo 1.

2. Se especula que ambos receptores juegan papeles similares en este comportamiento. Aunque las hormonas llevan a cabo tareas distintas en otras partes del cuerpo.

CAPÍTULO 26

1. Por supuesto, sin entrar a valorar el efecto negativo de los elementos artificiales (que no glúcidos) que la industria alimentaria incorpora, por distintos motivos, a estos y otros productos, algunos, sin duda, potencialmente nocivos y a los que nuestro organismo no ha tenido tiempo de adaptarse.

2. Sin duda, en nuestra dieta no solo son fundamentales glúcidos y grasas; hay muchos otros alimentos primordiales, entre los que destacan las proteínas, andamiaje fundamental, y los oligoelementos esenciales: sales, vitaminas...

CAPÍTULO 27

1. Por esta razón, en lo sucesivo, cuando tratemos comportamientos que aparecen en nuestra especie de forma instintiva, adquiridos antes del desarrollo de la agricultura, los varones y mujeres serán denominados *machos* y *hembras de la sabana*.

CAPÍTULO 28

1. Es destacable que, en la mujer, la cifra de un periodo fértil al mes es muy elevada comparada con la de la mayoría de los mamíferos, lo cual aporta una gran flexibilidad a nuestra especie.

CAPÍTULO 30

1. Concretamente eran poliándricas fraternales, donde todos los esposos de una mujer son hermanos.

CAPÍTULO 31

1. Eso en este punto no importa, es interesante fijarse primero en las generalidades de cada sexo; el individuo concreto es otra historia.

CAPÍTULO 34

1. En el caso de un conjunto de mujeres valoradas por hombres, el grado de atractivo no varió al cambiar el vehículo.

2. Aunque, como hemos comentado, lo más probable es que solo logre desarrollar de forma notable los músculos menos determinados genéticamente, y por tanto los que seguramente resulten menos atractivos.

El ADN Dictador
Miguel Pita

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal)

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.
Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47

© 2017, Miguel Pita

© de las ilustraciones, Dani Ras

© Editorial Planeta, S. A., 2017
Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)
www.editorial.planeta.es
www.planetadelibros.com

Diseño de la portada: Planeta Arte & Diseño
Imagen de la cubierta: Ed Carosia

Primera edición en libro electrónico (epub): mayo de 2017

ISBN: 978-84-344-2588-0 (epub)

Conversión a libro electrónico: Newcomlab, S. L. L.
www.newcomlab.com