



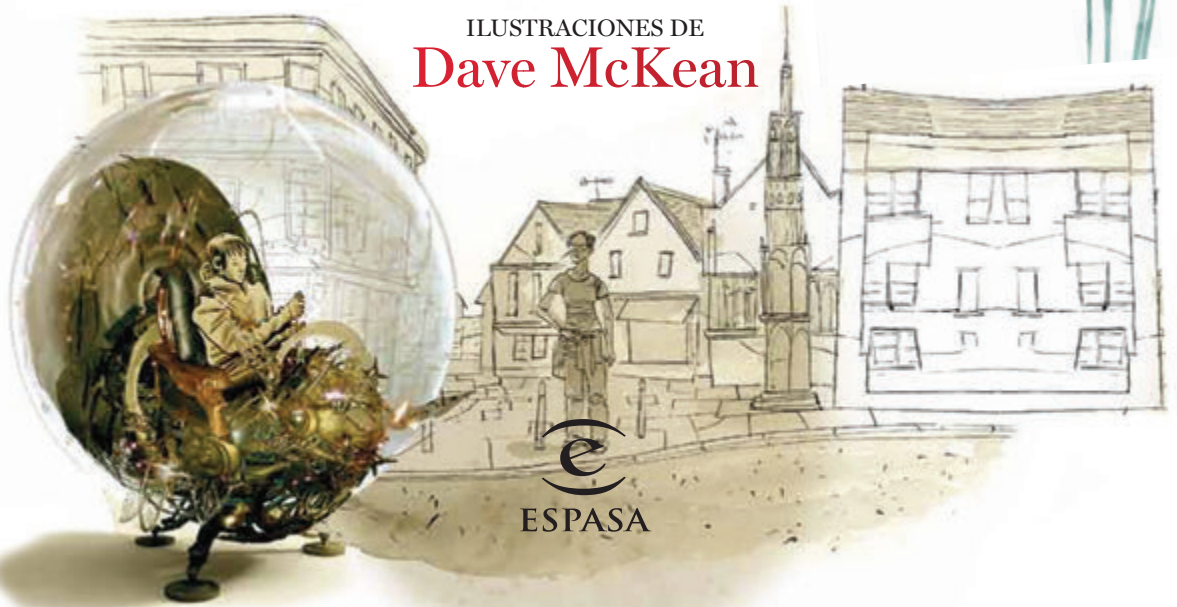
RICHARD DAWKINS



LA MAGIA DE LA REALIDAD

Cómo sabemos si algo es real

ILUSTRACIONES DE
Dave McKean



ESPASA

RICHARD
DAWKINS

LA
MAGIA
DE LA
REALIDAD

Cómo sabemos si algo es real

ILUSTRACIONES DE
Dave McKean


ESPASA

Edición original: *The Magic of Reality. How we know what's really True*. Publicado en Gran Bretaña en 2011 por Bantam Press, una marca de Transworld Publishers.

Copyright del texto © Richard Dawkins, 2011
Copyright de las ilustraciones © Dave McKean, 2011
© de la traducción: Jesús Fabregat
© Espasa Libros, S. L. U., 2011
Diseño de cubierta: M.ª Jesús Gutiérrez
Preimpresión: Safekat, S. L.

Primera edición: noviembre, 2011
Segunda edición corregida (primera en esta presentación): abril, 2018

Depósito legal: B. 5.945-2018
ISBN: 978-84-670-5216-9

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 este 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 (arts. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear 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.

Espasa, en su deseo de mejorar sus publicaciones, agradecerá cualquier sugerencia que los lectores hagan al departamento editorial por correo electrónico:
sugerencias@espasa.es

Impreso en España/*Printed in Spain*
Impresión: Cayfosa (Impresia Iberica)

El papel utilizado para la impresión de este libro es cien por cien libre de cloro y está calificado como papel ecológico.

Espasa Libros, S. L. U.
Avda. Diagonal 662-664
28034 Barcelona

Índice

- 1 ¿Qué es realidad? ¿Qué es magia? 12
- 2 ¿Quién fue la primera persona? 32
- 3 ¿Por qué hay tantos tipos
distintos de animales? 54
- 4 ¿De qué están hechas las cosas? 76
- 5 ¿Por qué tenemos noche y día,
invierno y verano? 96
- 6 ¿Qué es el sol? 118
- 7 ¿Qué es un arco iris? 140

8 ¿Cómo y cuándo
empezó todo? 160

9 ¿Estamos solos? 182

10 ¿Qué es un terremoto? 204

11 ¿Por qué ocurren cosas malas? 226

12 ¿Qué es un milagro? 246

Índice onomástico y analítico 267

Agradecimientos 271

Créditos de imágenes 271

1 ¿Qué es REALIDAD?

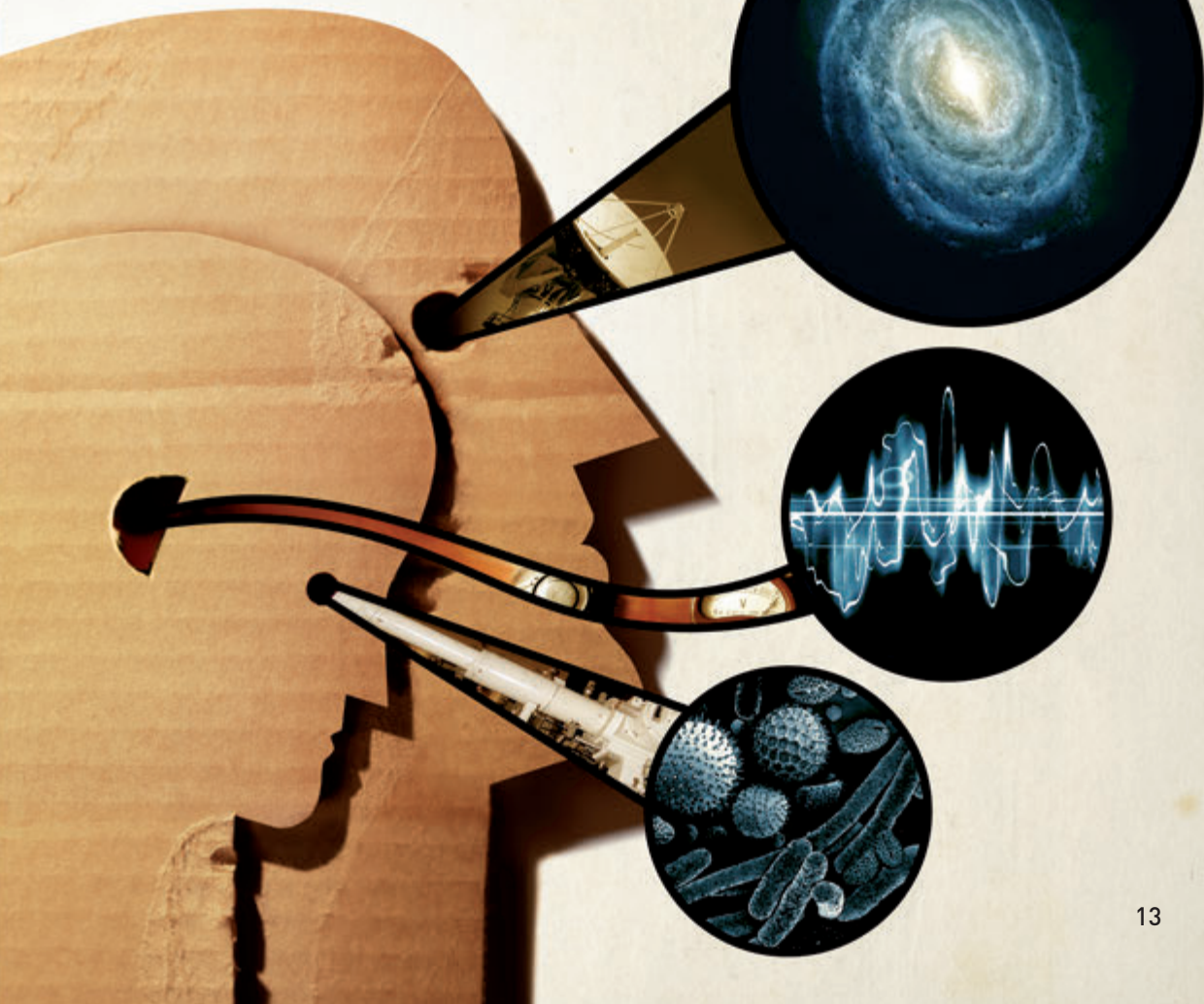
¿Qué es magia?



REALIDAD ES TODO lo que existe. Parece sencillo, ¿verdad? Pues no lo es. Hay algunos problemas. Por ejemplo, los dinosaurios, que una vez existieron pero ya no existen. O las estrellas, que están tan lejos que en el tiempo que tarda su luz en alcanzarnos y podemos verlas, quizá ya se hayan apagado. Más tarde volveremos con los dinosaurios y las estrellas. Pero en cualquier caso, ¿cómo sabemos que las cosas existen, incluso en el presente? Bueno, nuestros cinco sentidos —vista, olfato, oído, tacto y gusto— nos ayudan a convencernos de que muchas cosas son reales: las piedras y los camellos, la hierba recién cortada y el café recién molido, la lija y el terciopelo, las cataratas y las campanas, el azúcar y

la sal. ¿Pero solo vamos a denominar «real» a aquello que podemos detectar directamente con uno de nuestros cinco sentidos? ¿Qué pasa entonces con las galaxias distantes, tan lejanas que no pueden verse a simple vista? ¿Y las bacterias, tan pequeñas que necesitamos un potente microscopio para verlas? ¿Deberíamos decir que estas cosas no existen porque no podemos verlas? No. Obviamente, podemos mejorar nuestros sentidos mediante el uso de instrumentos especiales: telescopios para las galaxias y microscopios para las bacterias. Sabemos que los telescopios y los microscopios funcionan y sabemos cómo lo hacen, por eso podemos utilizarlos para ampliar el alcance de nuestros sentidos —en este caso el sentido de la vista— y con ello convencernos de que las galaxias y las bacterias existen. ¿Qué ocurre con las ondas de radio? ¿Existen? Nuestros

ojos no pueden detectarlas, tampoco nuestros oídos, pero una vez más unos instrumentos especiales —por ejemplo, los televisores— las convierten en señales que podemos ver y oír. Por tanto, aunque no podemos ver ni oír las ondas de radio, sabemos que son parte de la realidad. Al igual que con los telescopios y los microscopios, sabemos cómo funcionan los televisores y los aparatos de radio. Nos ayudan a construir una imagen de lo que existe: el mundo real, la realidad. Los radiotelescopios (y los telescopios de rayos X) nos muestran estrellas y galaxias a través de lo que parecen ser unos ojos diferentes: otra forma de ampliar nuestra visión de la realidad.




Volvamos ahora a los dinosaurios. ¿Cómo sabemos que alguna vez habitaron la Tierra? Nunca los hemos visto, ni los hemos oído, ni hemos tenido que huir de ellos. Lamentablemente, no tenemos una máquina del tiempo para poder verlos en directo. Pero tenemos un tipo distinto de ayuda para nuestros sentidos: los fósiles, y podemos *verlos* a simple vista. Los fósiles no corren ni saltan, pero sabemos cómo se formaron, y pueden decirnos cosas que ocurrieron hace millones de años. Podemos entender cómo el agua, con minerales disueltos en ella, se introduce en cadáveres enterrados bajo capas de barro y piedras. También que esos minerales se cristalizan fuera del agua y reemplazan los materiales de los cadáveres, átomo por átomo, dejando ciertas huellas de la forma original del animal impresas en la piedra. Por tanto, aunque no podemos ver directamente a los dinosaurios con nuestros sentidos, podemos deducir que existieron utilizando pruebas indirectas que sí están al alcance de nuestros sentidos: vemos y tocamos los trazos en piedra de la vida antigua.

En un sentido distinto, un telescopio puede funcionar

a modo de máquina del tiempo. Lo que vemos cuando miramos cualquier cosa es en realidad luz, y la luz tarda un tiempo en llegar a nosotros. Incluso cuando miras a la cara de un amigo estás viendo el pasado, porque la luz de su cara tarda una minúscula fracción de segundo en llegar a tu ojo. El sonido viaja mucho más despacio, por eso vemos los fuegos artificiales en el cielo bastante antes de oír la explosión. Cuando ves a un hombre talando un árbol a larga distancia, existe cierto retraso en el sonido de su hacha golpeando el árbol. La luz viaja tan deprisa que normalmente asumimos que todo lo que vemos está ocurriendo en el preciso instante en que lo vemos. Pero con las estrellas



A composite image featuring a dinosaur in the foreground and a galaxy in the background. The dinosaur, a large, scaly creature with a prominent horn-like structure on its head, is shown in profile, looking towards the right. Its skin is a mix of brown and greenish-yellow. The background is a dark, starry space with a prominent, glowing galaxy or nebula in the upper right corner, showing a bright core and a diffuse, colorful glow. The overall scene is set against a black background with scattered stars.

ya es otra cosa. Incluso el sol está a ocho minutos luz de nosotros. Si el sol explotara, ese suceso catastrófico no sería parte de nuestra realidad hasta ocho minutos después. ¡Y además, sería nuestro fin! En el caso de la siguiente estrella más cercana, Próxima Centauri, si la miras en 2011 lo que verás ocurrió en 2007. Las galaxias son un conjunto gigantesco de estrellas. Nosotros estamos en una galaxia llamada la Vía Láctea. Cuando miras hacia la siguiente galaxia tras la Vía Láctea, la galaxia de Andrómeda, tu telescopio es una máquina del tiempo que te hace retroceder dos millones y medio de años. Existe un conjunto de cinco galaxias, denominadas el Quinteto de Esteban, que podemos ver a través del telescopio Hubble chocando espectacularmente unas con las otras. Pero las estamos viendo chocar hace 280 millones de años. Si hay alienígenas en alguna de esas galaxias y tienen un telescopio lo suficientemente potente como para vernos,

lo que están viendo en la Tierra, en este preciso instante, aquí y ahora, son los antepasados de los dinosaurios. ¿Existen realmente extraterrestres en el espacio exterior? Nunca los hemos visto ni oído. ¿Son parte de la realidad? Nadie lo sabe; pero lo que sí sabemos es el tipo de cosas que quizá algún día nos digan si lo son. Si alguna vez nos acercamos a un extraterrestre, nuestros órganos sensoriales podrán hablarnos sobre él. Quizá alguien invente algún día un telescopio tan potente como para detectar vida en otros planetas. O quizá nuestros radiotelescopios reciban mensajes que solo puedan provenir de una inteligencia extraterrestre. La realidad no solo consiste en las cosas que ya conocemos: también incluye cosas que existen pero aún no conocemos, y tal vez tardemos mucho tiempo en conocer, quizá cuando hayamos construido mejores instrumentos para ayudar a nuestros cinco sentidos.

Los átomos siempre han existido, pero hace poco tiempo que sabemos con seguridad de su existencia, y es probable que nuestros descendientes sepan muchas cosas más que nosotros desconocemos. Esa es la maravilla y el encanto de la ciencia: avanzar cada día y descubrir cosas nuevas. Esto no significa que debamos creer *todo* lo que alguien haya soñado alguna vez: hay millones de cosas que podemos imaginar, pero es muy improbable que sean reales, como hadas, duendes, gnomos o hipogrifos. Siempre debemos tener la mente abierta, pero el único motivo razonable para creer que algo existe es que haya una prueba real de ello.

Modelos: pongamos a prueba nuestra imaginación

Los científicos utilizan un método menos cercano para determinar si algo es real cuando nuestros cinco sentidos no pueden detectarlo directamente. Consiste en utilizar un «modelo» de lo que *podría* estar ocurriendo, y que después puede ser comprobado. Imaginamos —o suponemos— qué puede ser. Esto se denomina el modelo. Después deducimos (normalmente, mediante cálculos matemáticos) lo que deberíamos ver, oír, etc. (a menudo con la ayuda de instrumentos de medida) si el modelo fuera real. Por último, comprobamos si eso es lo que realmente vemos.

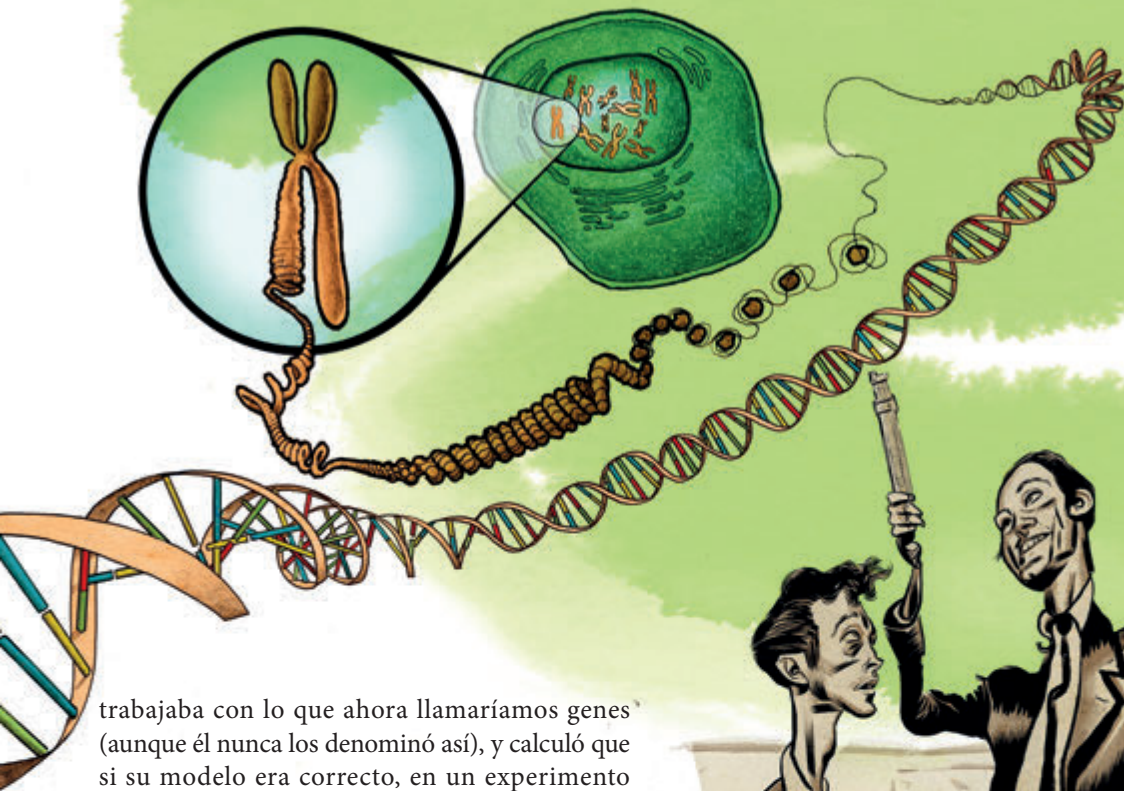
El modelo podría ser literalmente una réplica hecha con madera o plástico, o podría ser una serie de cálculos matemáticos en papel, o incluso una *simulación* en un ordenador. Observamos con detenimiento el modelo y *predecimos* lo que deberíamos ver (o escuchar, etc.) con nuestros sentidos (quizá con ayuda de instrumentos) si el modelo fuera correcto. Después observamos para determinar si las predicciones son correctas o erróneas. Si son correctas, se incrementa nuestra confianza en que el modelo representa a la realidad; después seguimos creando más experimentos, quizá ajustando más el modelo, para probar los siguientes descubrimientos y confirmarlos. Si

nuestras previsiones son erróneas rechazamos el modelo, o lo modificamos y lo volvemos a probar.

Veamos un ejemplo. Actualmente sabemos que los genes —las unidades de herencia— están hechos de una materia denominada ADN. Sabemos bastante sobre el ADN y cómo funciona. Pero no podemos ver qué aspecto tiene el ADN, ni siquiera con un potente microscopio. Prácticamente, todo lo que sabemos sobre el ADN procede de modo indirecto de modelos inventados y probados.

De hecho, mucho antes de que nadie hubiera oído hablar del ADN, los científicos ya sabían muchas cosas sobre los genes gracias a pruebas con modelos. En el siglo xix, un monje austriaco llamado Gregor Mendel realizó experimentos en el jardín de su monasterio, cultivando grandes cantidades de guisantes. Contó el número de plantas que tenían flores de distintos colores, o las que daban guisantes lisos o arrugados, y así generación tras generación. Mendel nunca vio ni tocó un gen. Todo lo que veía eran guisantes y flores, y podía usar sus ojos para *contar* los distintos tipos. Mendel inventó un *modelo* que





trabajaba con lo que ahora llamaríamos genes (aunque él nunca los denominó así), y calculó que si su modelo era correcto, en un experimento concreto de cultivo debería haber tres veces más guisantes lisos que arrugados. Y eso es lo que descubrió cuando las contó. Dejando a un lado los detalles, el hecho es que los «genes» de Mendel fueron una invención de su imaginación: no podía verlos con los ojos, ni siquiera con un microscopio.


Pero podía ver las judías lisas y las arrugadas, y al contarlas descubrió pruebas indirectas de que su *modelo* de herencia era una buena representación de algo en el mundo real.

Años después, otros científicos utilizaron una modificación del método de Mendel —con otros seres vivos, como la mosca de la fruta en lugar de las guisantes— para mostrar que los genes están ordenados de una forma concreta, en unas hileras llamadas cromosomas (los humanos tenemos 46 cromosomas; la mosca de la fruta tiene ocho). Incluso fue posible detectar mediante modelos el orden exacto en el que los genes estaban colocados a lo largo de los cromosomas. Todo esto se hizo mucho antes de que supiéramos que los genes están hechos de ADN.



Ahora ya lo sabemos, y sabemos exactamente cómo funciona el ADN, gracias a James Watson y Francis Crick, junto con otra gran cantidad de científicos que les siguieron. Watson y Crick no pudieron ver el ADN a simple vista. Una vez más, realizaron sus descubrimientos imaginando modelos y probándolos. En su caso, construyeron literalmente modelos de cartulina y metal del aspecto que debería tener el ADN, y calcularon qué medidas tendrían si esos modelos fueran correctos. Las predicciones de un modelo, la denominada doble hélice, coincidían exacta-





mente con las medidas tomadas por Rosalind Franklin y Maurice Wilkins, utilizando instrumentos especiales como rayos X proyectados en cristales de ADN purificado.

Watson y Crick también se dieron cuenta de inmediato de que su modelo de estructura del ADN podía producir exactamente el tipo de resultados observados por Gregor Mendel en el jardín de su monasterio.

Por tanto, tenemos tres formas de saber si algo es real. Podemos detectarlo directamente utilizando nuestros cinco sentidos; o indirectamente utilizando nuestros sentidos con la ayuda de instrumentos especiales como los telescopios y los microscopios; o incluso de forma aún más indirecta, creando modelos de lo que *podría* ser real y después probando dichos modelos para ver si predicen cosas que podemos ver (u oír, etc.) con o sin la ayuda de instrumentos. En definitiva, de una u otra forma todo depende de nuestros sentidos.

¿Significa esto que la realidad tan solo contiene cosas que pueden ser detectadas —directa o indirectamente— por nuestros sentidos y por los métodos de la ciencia? ¿Qué hay de cosas como la alegría o los celos, la felicidad o el amor? ¿No son también reales?

Sí, son reales. Pero dependen para su existencia del cerebro: sin duda del cerebro humano, y probablemente de los cerebros de otras especies animales avanzadas, como los chimpancés, los perros y las ballenas. Las piedras no sienten alegría ni celos, y las montañas no aman. Estas emociones son intensamente reales para aquellos que las experimentan, pero no existían antes de los cerebros.

Es posible que emociones como estas —y quizá otras en las que ni podemos soñar— puedan existir en otros planetas, pero solo si dichos planetas contienen también cerebros o algo equivalente a los cerebros: quién sabe qué tipo de órganos extraños o máquinas de sentir puedan existir en algún lugar del universo.

La ciencia y lo sobrenatural: la explicación y su enemigo

Así que esto es la realidad, y así es como podemos determinar si algo es real o no. Cada capítulo de este libro está dedicado a un aspecto concreto de la realidad: el sol, por ejemplo, o los terremotos, o el arco iris, o los muchos tipos diferentes de animales. Pasemos ahora a la otra palabra clave del título: la magia. Magia es una palabra escurridiza: suele usarse de tres formas diferentes y lo primero que debemos hacer es distinguirlas. Llamaré a la primera «magia sobrenatural», a la segunda, «magia de escenario» y a la tercera (que es mi favorita, y la que traté de utilizar en el título), «magia poética».



La magia sobrenatural es el tipo de magia que encontramos en los mitos y los cuentos de hadas (también en los «milagros», aunque por ahora dejaré estos para retomarlos en el último capítulo). Es la magia de la lámpara de Aladino, de los hechizos de las brujas, de los hermanos Grimm o de Hans Christian Andersen y J. K. Rowling.

Es la magia ficticia de una bruja que recita un hechizo y convierte a un príncipe en una rana o de un hada madrina que convierte una calabaza en un carruaje reluciente. Se trata de historias que todos recordamos de nuestra infancia y muchos de nosotros seguimos disfrutando cuando las vemos representadas en una obra teatral navideña, pero todos sabemos que este tipo de magia es simplemente ficción y que nunca ha ocurrido en realidad.

La magia de escenario, por el contrario, sí existe, y puede ser muy divertida. O al menos, sucede *algo* real, aunque no es lo que los espectadores creen. Un hombre en un escenario (normal-

mente es un hombre, por algún motivo, por eso lo escribo en masculino, pero puedes usar el femenino si lo prefieres) nos convence de que pensemos que algo alucinante (incluso podría *parecer* sobrenatural) ha sucedido, cuando en *realidad* lo que ha ocurrido es algo ligeramente distinto. Los pañuelos de seda no pueden convertirse en conejos, al igual que las ranas no pueden convertirse en príncipes. Lo que hemos visto en el escenario es únicamente un truco. Nuestros ojos nos han engañado, o quizá el ilusionista ha engañado a nuestros ojos, utilizando palabras para distraernos de lo que realmente está haciendo con las manos.

Algunos ilusionistas son honestos y se esfuerzan para que su público sepa que simple-



¿En qué
número estoy
pensando?

mente han realizado un truco. Estoy pensando en gente como el «maravilloso» Randy, o Penn y Teller o Derren Brown.

Aun así, estos admirables artistas no suelen decirle al público *cómo* hacen exactamente su truco —podrían ser expulsados del Círculo Mágico (el club de los ilusionistas) si lo hacen—, tan solo se aseguran de que el público sepa que no hay magia sobrenatural en lo que hacen. Otros no lo dicen tan claro, pero no exageran sobre lo que han hecho; simplemente dejan que el público sienta que algo misterioso ha ocurrido, sin mentir directamente sobre ello. Pero por desgracia hay algunos magos que son deliberadamente deshonestos, y que pretenden hacernos creer que en verdad tienen poderes «sobrenaturales» o «paranormales»: quizá afirman que realmente pueden doblar metales o detener relojes solo con el poder de la mente. Algunos de estos farsantes deshonestos («charlatanes» es una buena palabra para definirlos) cobran grandes cantidades de dinero a empresas mineras o petrolíferas diciéndoles que pueden utilizar sus «poderes psíquicos» para encontrar un buen lugar de perforación. Otros charlatanes se aprovechan de gente que está sufriendo y les aseguran que son capaces de contactar con los muertos. Cuando ocurre esto, ya no se trata de diversión ni entretenimiento, sino de alimentarse del sufrimiento y la ignorancia de las personas. Para ser honesto, puede que no todas estas personas sean charlatanes. Puede que algunos de ellos crean sinceramente que están hablando con los muertos.

El tercer significado de magia es al que quería referirme en el título: la magia poética. Podemos llegar a llorar con una pieza maravillosa de música y describimos el concierto como «mágico». Cuando observamos las estrellas en una noche oscura sin luna ni luces artificiales, nos quedamos casi sin respiración y decimos que la visión es «pura magia». Podemos utilizar la misma palabra para describir una puesta de sol maravillosa, un paisaje alpino

o un arco iris delante de un cielo oscuro. En este sentido, «mágico» significa algo profundo, excitante: algo que nos pone la piel de gallina, que nos hace sentir más vivos. Lo que me gustaría mostraros en este libro es que la realidad —los hechos del mundo real tal como los entendemos a través de los métodos de la ciencia— es mágica en este tercer sentido, el sentido poético, el sentido de qué-bueno-es-estar-vivos.



Ahora quiero retomar la idea de lo sobrenatural y demostraros por qué nunca nos ofrece una explicación real de las cosas que vemos en el mundo y en el universo que nos rodea. De hecho, recurrir a una explicación sobrenatural de algo no es en absoluto explicarlo, y lo que es peor, nos impide cualquier posibilidad de que pueda ser explicado. ¿Por qué digo esto? Porque cualquier cosa «sobrenatural» debe estar, por definición,

más allá del alcance de una explicación natural. Debe estar más allá del alcance de la ciencia y del método científico probado y comprobado que ha sido responsable de los enormes avances en el conocimiento que hemos disfrutado en los últimos 400 años, más o menos. Decir que algo ha ocurrido de forma sobrenatural no es solo decir «no lo entendemos», sino decir «nunca lo entenderemos, así que ni lo intentes».



La ciencia utiliza exactamente el planteamiento contrario. La ciencia prospera gracias a su capacidad para explicarlo todo, y la utiliza como aliciente para seguir haciéndose preguntas, creando posibles modelos y probándolos, y así vamos haciendo camino, metro a metro, de la mano de la verdad. Si ocurriera algo que fuera en contra de nuestro entendimiento actual de la realidad, los científicos lo verían como un reto a nuestro modelo actual, y tendrían que abandonarlo, o al menos cambiarlo. Gracias a estos ajustes y posteriores pruebas nos vamos acercando cada vez más a lo que es verdad.

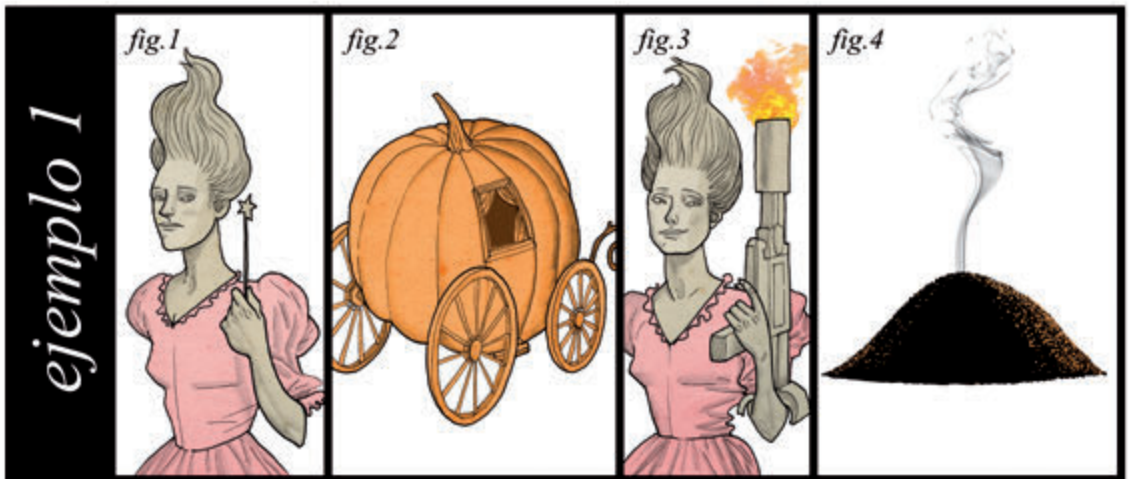
¿Qué pensarías de un detective que, abrumado por un asesinato, fuera tan perezoso que ni siquiera lo investigara, y en lugar de ello lo calificara de «sobrenatural»? La historia de la ciencia nos ha demostrado que aquellas cosas que algún día creímos que eran resultado de algo «sobrenatural» —causado por dioses (tanto buenos como malos), demonios, brujas, espíritus, maldiciones o hechizos— en realidad tienen explicaciones naturales: explicaciones que podemos entender y probar, y en las que confiamos.

No existe motivo alguno para creer que aquellas cosas para las que la ciencia *aún* no tiene

explicaciones naturales tengan que ser de origen sobrenatural, igual que los volcanes, los terremotos o las enfermedades no están provocados por el enfado de los dioses, como la gente creyó en su día.

Como es lógico, nadie cree realmente que sea posible convertir a una rana en un príncipe (¿o era un príncipe en una rana? Nunca logro acordarme) o una calabaza en un carruaje, pero ¿os habéis parado a pensar alguna vez *por qué* esas cosas son imposibles? Hay varias formas de explicarlo. Mi favorita es la siguiente.

Las ranas y los carruajes son cosas complicadas, con un montón de partes que necesitan unirse de un modo especial, según un patrón concreto que no puede ocurrir simplemente por accidente (ni por mover una varita mágica). Esto es lo que significa «complicado». Es muy difícil crear algo tan complicado como una rana o un carruaje. Para construir un carruaje necesitamos colocar todas las partes en su orden correcto. Necesitamos la habilidad de un carpintero y de otros artesanos. Los carruajes no surgen por casualidad o frotando los dedos y diciendo «abracadabra». Un carruaje tiene una estructura, una complejidad, partes funcionales: ruedas y ejes, ventanas y



puertas, ballestas y asientos acolchados. Sería relativamente fácil convertir algo complicado como un carruaje en algo simple, como ceniza, por ejemplo: la varita mágica del hada madrina solo necesitaría incorporar una antorcha. Es fácil convertir cualquier cosa en ceniza. Pero nadie puede coger un montón de ceniza —o una calabaza— y convertirla en un carruaje, porque un carruaje es demasiado complicado; y no solo complicado, sino complicado *en una dirección útil*: en este caso útil para que la gente viaje en él.

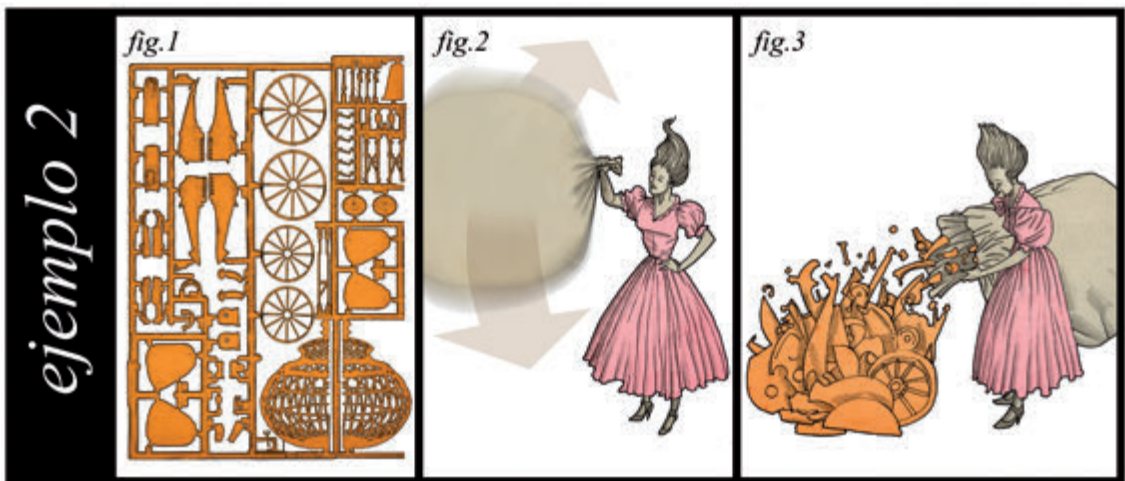
Vamos a ponérselo un poco más fácil al hada madrina, suponiendo que en lugar de utilizar una calabaza hubiera utilizado todas las piezas necesarias para construir un carruaje, todas metidas en una caja como uno de esos kits para construir un avión a escala.

El kit para construir un carruaje incluye cientos de listones de madera, paneles de cristal, varillas y barras de metal, gomaespuma y piezas de cuero, junto con tornillos, tuercas y botes de pegamento para unirlo todo. Suponed ahora que en lugar de leer las instrucciones y unir las piezas en una secuencia ordenada, simplemente lo metiera todo en un gran bolso y lo agitara. ¿Qué

posibilidades hay de que las partes se unan entre sí en el modo exacto para construir un carruaje que funcione? La respuesta es: absolutamente ninguna. Y parte del motivo es el inmenso número de *posibles* formas en las que podríamos combinar todos los elementos y piezas que no darían como resultado un carruaje que funcionara, ni *nada* que funcionara.

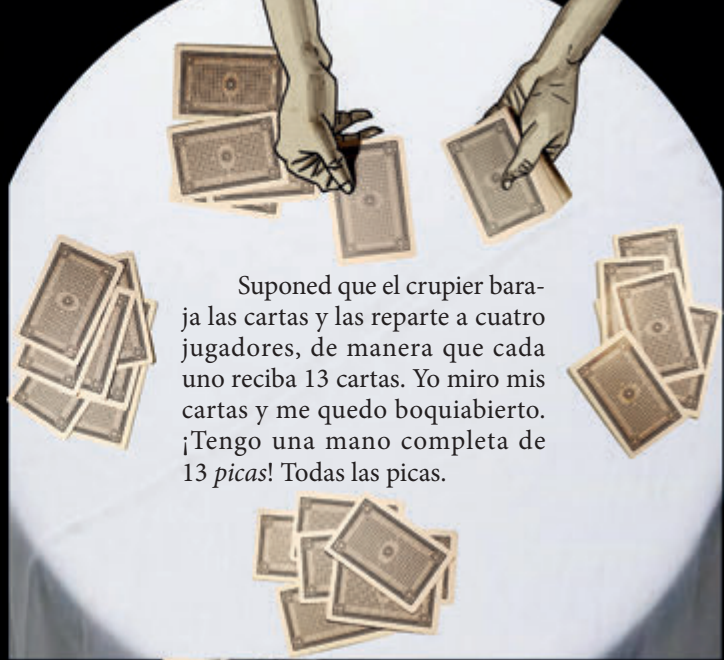
Si cogéis un montón de partes y las mezcláis de forma aleatoria, quizá en ocasiones caigan en un orden útil o que simplemente reconoceríamos como algo especial. Pero el número de formas en el que esto puede ocurrir es mínimo: ínfimo, de hecho, comparado con el número de formas en el que caerían en un patrón irreconocible, poco más que un montón de basura.

Existen millones de formas de ordenar y reordenar una serie de elementos y piezas: millones de formas de transformarlo en... otro montón de elementos y piezas. Cada vez que las volvemos a mezclar obtenemos un montón único de basura nunca visto antes, pero solo una ínfima minoría de esos millones de posibles montones llegaría a ser algo útil (capaz, por ejemplo, de llevaros al baile) o de alguna forma interesante.



ejemplo 2

A veces podemos contar literalmente el número de formas en las que se puede reordenar una serie de elementos, como ocurre con las barajas de cartas, por ejemplo, donde los elementos son las cartas individuales.



Suponed que el crupier baraja las cartas y las reparte a cuatro jugadores, de manera que cada uno reciba 13 cartas. Yo miro mis cartas y me quedo boquiabierto. ¡Tengo una mano completa de 13 picas! Todas las picas.



Estoy demasiado asustado como para seguir con el juego y muestro mi mano al resto de jugadores, sabiendo que estarán tan alucinados como yo.



Pero después, uno por uno, los otros tres jugadores muestran sus cartas sobre la mesa y la sorpresa aumenta con cada mano. Todos tienen una mano «perfecta»: uno tiene 13 corazones, otro, 13 diamantes y el último, 13 tréboles.

¿Podría ser esto magia sobrenatural? Quizá estaríamos tentados a pensar que sí. Los matemáticos pueden calcular la probabilidad de que esta increíble mano aparezca puramente por azar. Resulta que es casi imposible por pequeña: una entre 53 644 737 765 488 792 839 237 440 000. ¡Ni siquiera estoy seguro de cómo se dice este número! Si os sentáis a jugar a las cartas durante un billón de años, puede que una vez obtengáis esa mano perfecta. Pero, y este es el asunto, ¿esa mano no es más improbable que *cualquier otra mano de cartas que haya aparecido*? La probabilidad de *cualquier* mano concreta de 52 cartas es de una entre 53 644 737 765 488 792 839 237 440 000 porque ese es el número total de manos posibles. Simplemente, no vemos ningún patrón particular en la gran mayoría de manos que han salido, por tanto, no nos resultan extraordinarias. Solo nos fijamos en aquellas manos que resultan llamativas por algún motivo.

Hay miles de millones de cosas en las que podrías convertir a un príncipe, si fueras lo suficientemente brutal como para reordenar sus elementos en miles de millones de combinaciones al azar. Pero la mayoría de esas combinaciones serían un desastre, como los miles de millones de manos de cartas aleatorias, sin sentido, que hemos repartido. Solo una ínfima minoría de esas posibles combinaciones de mezcla aleatoria de elementos de príncipe podrían ser reconocibles o buenas para algo, desde luego no para convertirse en una rana.

Los príncipes no se convierten en ranas y las calabazas no se convierten en carruajes, porque las ranas y los carruajes son cosas complicadas cuyos elementos podrían haberse combinado en un número prácticamente infinito de montones de basura. Y sabemos, de hecho, que cada ser vivo —cada humano, cada cocodrilo, cada mirlo, incluso cada árbol y cada col de Bruselas— ha evolucionado de otra forma originalmente más simple. Por tanto, ¿no será *esto* una especie de azar o un tipo de magia? ¡No! ¡De ninguna manera! Este es un error muy común, y por eso quiero explicaros ahora mismo por qué lo que vemos en

la vida real no es resultado de la suerte o de cualquier cosa remotamente «mágica» (salvo, por supuesto, en el sentido estrictamente poético de algo que nos llena de sobrecogimiento y deleite).

La lenta magia de la evolución

Convertir un organismo complejo en otro organismo complejo en un único paso —igual que en un cuento de hadas— es algo que supera los límites de lo probable. Pero los organismos complejos *existen*. Entonces, ¿cómo han aparecido? ¿Cómo es posible que existan cosas tan complicadas como las ranas y los leones, los babuinos y los árboles bananeros, los príncipes y las calabazas, incluso tú y yo? Durante la mayor parte de la Historia, esta ha sido una cuestión desconcertante, que nadie ha podido responder con propiedad. Por tanto, la gente ha inventado historias para tratar de explicarlo.

Pero al final la pregunta fue contestada —y de forma brillante— en el siglo xix, por uno de los mayores científicos que jamás haya existido: Charles Darwin. Voy a utilizar el resto de este capítulo para explicar su respuesta de





forma breve y con palabras distintas a las del propio Darwin.

La respuesta es que los organismos complejos —como los humanos, los cocodrilos y las coles de Bruselas— no aparecieron de repente, como caídos del cielo, sino de forma gradual, pasito a pasito, y después de cada paso solo eran ligeramente diferentes de lo que habían sido antes.

Imagina que quieres crear una rana con patas largas. Una buena forma de hacerlo sería comenzar con algo muy parecido a lo que quieres conseguir: por ejemplo, una rana con patas cortas. Lo primero será observar a tus ranas de patas cortas y medirles las patas. Después debes escoger a unos cuantos machos y a unas cuantas hembras que tengan las patas ligeramente más largas que el resto, y dejar que se apareen, impidiendo que otras ranas de patas más cortas puedan aparearse con ellas.

Los machos y las hembras de patas más largas generarán renacuajos, y quizá les crezcan las patas y lleguen a convertirse en ranas. Ahora debes volver a medir a esa nueva generación de ranas y,

una vez más, seleccionar aquellos machos y aquellas hembras que tengan las patas más largas que la media, y volver a juntarlos para que se reproduzcan. Después de hacer esto durante unas 10 generaciones, quizá empieces a observar algo interesante.

La longitud media de las patas de tu población de ranas podría ser ahora considerablemente mayor que la longitud media de las patas de la población inicial. Incluso puede que descubras que *todas* las ranas de la 10ª generación tienen las patas más largas que cualquiera de las ranas de la primera generación. Quizá 10 generaciones puedan no ser suficientes para conseguirlo: tal vez necesites 20 generaciones o incluso más. Pero al final podrás asegurar con orgullo: «He creado un nuevo tipo de rana con las patas más largas que las anteriores».

No has necesitado varita mágica. No has necesitado magia de ningún tipo. Lo que tenemos aquí es el proceso denominado *cría selectiva*. Se basa en el hecho de que las ranas varían unas de otras y de que dichas variaciones tienden a ser heredadas, es decir, transmitidas de padres a hijos



a través de los genes. Simplemente seleccionando cuáles son las ranas que hay que criar y cuáles no, podemos crear un nuevo tipo de rana.

Sencillo, ¿no crees? Pero hacer que las patas sean más largas no es demasiado impresionante. Al fin y al cabo, has empezado con ranas, con ranas de patas cortas.

Supón ahora que comenzases no con un tipo de rana de patas cortas, sino con algo que no tiene nada que ver con una rana, digamos algo como un tritón. Los tritones tienen las patas muy cortas comparadas con las patas de las ranas (con las patas traseras de las ranas, al menos), y no las utilizan para saltar, sino para caminar. Los tritones tienen una cola larga, mientras que las ranas no tienen cola, y los tritones son más largos y estrechos que la mayoría de las ranas. Pero supongo que eres capaz de imaginar que, tras algunos miles de generaciones, puedes convertir una población de tritones en una población de ranas, simplemente seleccionando de forma paciente en cada una de esas millones de generaciones,

machos y hembras que sean ligeramente más parecidos a una rana y dejar que se reproduzcan, evitando que sus amigos menos parecidos a las ranas lo hagan. En ningún momento del proceso observarías un cambio radical. Cada generación se parecería muchísimo a la generación anterior, no obstante, a medida que avanzaran las generaciones, irías notando que la longitud media de la cola era ligeramente más corta y la longitud media de las patas traseras, ligeramente más larga. Después de un buen número de generaciones, los individuos de patas largas y colas cortas podrían empezar a utilizar sus largas patas para saltar en lugar de andar. Y así con todo.

Como es lógico, en el escenario que acabo de describir nos estamos imaginando a nosotros mismos como criadores, seleccionando aquellos machos y hembras que queremos que se reproduzcan para conseguir el resultado final que hemos elegido. Los granjeros han estado utilizando esta técnica durante miles de años para producir ganado y cosechas más abundantes, resistentes

a las enfermedades, etc. Darwin fue la primera persona en entender que esto funciona *incluso sin necesidad de criadores que realicen la selección*. Darwin observó que todo esto podía ocurrir *de forma natural*, como una casualidad, por el simple motivo de que algunos individuos sobreviven más tiempo para poder reproducirse, y otros no; y aquellos que sobreviven lo hacen porque están mejor equipados que los demás. Por tanto, los hijos de los supervivientes heredan los genes que han ayudado a sus padres a sobrevivir. Tanto si se trata de tritones como de ranas, de erizos o de dientes de león, siempre habrá algunos individuos que sobreviven mejor que otros. Si resulta que las patas largas son útiles (a ranas y saltamontes para huir del peligro, o a guepardos para cazar gacelas, o a gacelas para huir de guepardos), los individuos con patas más largas tendrán menos posibilidades de morir. Tendrán más posibilidades de vivir lo suficiente para reproducirse. Además, la mayoría de los individuos disponibles para reproducirse tendrán patas largas. Por tanto, en todas las generaciones habrá mayores opciones de que los genes de patas largas puedan pasar a la siguiente generación. Con el paso del tiempo, comprobáramos que cada vez más individuos de la población tie-

nen los genes de las patas largas. Por tanto, el efecto será exactamente el mismo que si un diseñador inteligente, como un criador humano, hubiera elegido individuos de patas largas para la cría, salvo que no hace falta *dicho diseñador*: todo ocurre de forma natural, como la consecuencia automática de qué individuos sobreviven más para poder reproducirse y cuáles no. Por este motivo, el proceso se denomina *selección natural*.

A partir de un número suficiente de generaciones, antepasados con forma de tritón pueden convertirse en descendientes con forma de rana. Dadas aún más generaciones, antepasados con forma de pez pueden convertirse en descendientes con forma de mono. Y con más generaciones aún, antepasados con forma de bacteria pueden convertirse en descendientes con forma de humano. Y esto es exactamente lo que ha sucedido. Este es el tipo de cosas que han ocurrido en la historia de todos los animales y plantas que hayan vivido jamás. El número de generaciones necesarias es mayor de lo que tú o yo podamos imaginar, pero el mundo tiene millones de años de edad, y sabemos por los fósiles que la vida comenzó hace más de 3 500 millones de años, por lo que ha habido tiempo más que suficiente para la evolución.



Esta es la gran idea de Darwin, y se denomina evolución por selección natural. Es una de las ideas más importantes que jamás se le haya ocurrido a una mente humana. Explica todo lo que sabemos sobre la vida en la Tierra. Por el hecho de ser tan importante, volveré a ello en próximos capítulos. Por ahora basta con entender que la evolución es muy lenta y gradual. De hecho, es esa gradualidad de la evolución la que le ha permitido crear cosas complicadas como ranas y príncipes. El cambio mágico de una rana en un príncipe podría no ser gradual, sino inmediato, y eso es lo que lo excluiría del mundo de la realidad. La evolución es una explicación real, que funciona, y tiene pruebas reales para demostrar su verdad; cualquier cosa que sugiera que las formas de vida complicadas aparecieron de golpe, sin más (en lugar de evolucionar gradualmente paso a paso), es simplemente una historia pobre, no mejor que la del hada madrina.

En el caso de las calabazas que se convierten en carruajes, los hechizos mágicos son tan inútiles como en el caso de las ranas y los príncipes. Los carruajes no evolucionan, o al menos no de forma natural, del mismo modo que lo hacen las

ranas y los príncipes. Pero los carruajes —igual que los aeroplanos o los picos, los ordenadores o las puntas de flecha— están hechos por humanos que *sí* han evolucionado. Los cerebros humanos y las manos humanas han evolucionado por selección natural, igual que lo han hecho las colas de los tritones y las patas de las ranas. Y los cerebros humanos, una vez evolucionados, fueron capaces de diseñar y crear carruajes y coches, tijeras y sinfonías, lavadoras y relojes. Una vez más, no hay magia. Una vez más, no hay trucos. Una vez más, todo se explica de forma simple y maravillosa.

En el resto de este libro quiero mostraros que el mundo real, tal como se entiende científicamente, tiene magia por sí solo, el tipo de magia que yo denomino poética: una belleza inspiradora que es la más mágica porque es real y porque podemos entender cómo funciona. Comparados con la belleza y la magia del mundo real, los conjuros sobrenaturales y los trucos de ilusionista se ven baratos y vulgares. La magia de la realidad no es sobrenatural ni es un truco, pero —así de simple— es maravillosa. Maravillosa y real. Maravillosa *porque es real*.

