

# **Cómo clonar a la rubia perfecta**

**Una guía desenfadada para entender  
los prodigios de la ciencia moderna**

**SUE NELSON Y RICHARD HOLLINGHAM**



**Serie:** Nowtilus Saber  
**Colección:** A debate  
**www.nowtilus.com**  
**www.adebate.com**

**Título original:** *How to Clone the Perfect Blonde*  
**Autor:** Sue Nelson y Richard Hollingham  
**Traducción:** Manuel de la Pascua para Grupo ROS

**Edición original en lengua inglesa:**

© 2004 Ebury Press, London

**Edición española:**

© Ediciones Nowtilus S.L.

Doña Juana I de Castilla 44, 3º C, 28027 - Madrid

**Editor:** Santos Rodríguez

**Responsable editorial:** Teresa Escarpenter

**Diseño y realización de cubiertas:** Carlos Peydró

**Diseño de interiores y maquetación:** Grupo ROS

**Coordinación editorial:** Sandra Suárez Sánchez de León (Grupo ROS)

**Producción:** Grupo ROS ([www.rosmultimedia.com](http://www.rosmultimedia.com))

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece pena de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeran, plagiaran, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

**ISBN:** 84-9763-233-8

**Depósito legal:**

**EAN:** 978-849763233-1

**Fecha de edición:** Julio 2005

**Printed in Spain**

**Imprime:** Imprenta Fareso, S.A.

# Índice de contenidos

<b>Prólogo por Manuel Toharia</b> .....	xiii
<b>Prefacio</b> .....	xix
<b>1. Cómo clonar a la rubia perfecta o la verdadera guerra de los clones</b> .....	1
Una de clones .....	5
Cocinar con clones .....	7
Hello Dolly .....	8
Produciendo ranas .....	9
He dicho «Hello Dolly» .....	13
La ciencia de los corderos .....	14
Clonando perros y gatos .....	17
Idaho Gem .....	18
Noé y su arca congelada .....	19
De compras .....	25
La clonación humana .....	27
Los clonadores .....	31
¿Por qué clonar? .....	34
¿Por qué no? .....	38
La letra pequeña .....	39
<b>2. Fabricar una diosa doméstica o los prodigios de la robótica</b> .....	41
Cómo criar a un robot desde la cuna .....	44
Una máquina dotada de cerebro .....	45
La habitación china .....	45
Cómo construir un cerebro .....	47
El enfoque descendente .....	48
Un mundo propio .....	51

Conocimiento experto .....	54
Los <i>ciclistas</i> .....	55
El enfoque ascendente .....	56
Por favor, ¿puedes alcanzarme una P? .....	57
La creación de una red neuronal .....	58
Cómo engendrar una diosa doméstica .....	59
El limo .....	61
Chica robot y chico robot .....	63
María .....	66
La mayoría de edad .....	70
Vamos a lo práctico .....	71
El servicio doméstico .....	73
Juntos en sueños eléctricos .....	74
<b>3. Acabar con los atascos o las maravillas del teletransporte .....</b>	<b>77</b>
Se trata de transporte... Pero no tal como lo conocemos .....	80
Cuerpos calientes .....	83
El poderoso átomo .....	87
Un «Gran danés» .....	88
Hadrones, Leptones y Quarks... ¡Vaya! .....	89
Cuando dos se convierte en uno .....	90
Una ciencia improbable .....	91
Ahora lo ves, ahora ya no lo ves .....	93
Ciencia que da miedo .....	96
Estado enredado .....	98
La ciencia ficción se vuelve realidad .....	99
Teletransporte del siglo XX .....	102
¿Qué pasa con los fotones? .....	105
¿Vas a teletransportarme o no? .....	107
<b>4. Cómo librarte de tus queridos michelines o la genética al rescate ....</b>	<b>111</b>
Ley del equilibrio .....	112
Estar vivo .....	112
Picoteando en todas las tartas .....	115

Nacido para ser afable .....	119
Ratones gigantes .....	120
Nuevos genes .....	121
Haz régimen otro día .....	122
Virus que curan .....	124
Experimento letal .....	126
Terapia de belleza .....	127
Creando la raza perfecta .....	128
Semillas de progreso .....	130
Cómo obtener una cosecha genéticamente modificada .....	132
Cómo patentar a la rubia perfecta .....	134
Biología en el Lejano Oeste .....	135
La variedad correcta .....	136
La próxima generación .....	138
La clínica privada Nelson-Hollingham .....	139
El coste de la perfección .....	141
<b>5. Viajar en el tiempo o Einstein nos da una segunda oportunidad ....</b>	<b>143</b>
Universos paralelos .....	144
El viaje en el tiempo .....	149
La teoría especial de la relatividad de Einstein .....	150
El viaje en el tiempo hacia el futuro .....	155
Relatividad general .....	157
Planta baja, perfumería... ..	159
Retroceder en el tiempo .....	162
Causalidad .....	164
La paradoja del abuelo .....	166
Agujeros de gusano .....	167
Contact .....	168
Antigravedad y energía negativa .....	172
Mis adoradas cuerdas .....	174
Cómo construir una máquina del tiempo .....	176
Cuerda cósmica .....	178
Retrasar el tiempo .....	179

<b>6. Cómo perfeccionar tu cuerpo o el milagro de los implantes</b> .....	183
Préstame tu oído .....	185
Alégame el día, cyberpunk .....	186
¿Llevas un PDA en el bolsillo o es que te alegras de verme? .....	188
Ropa interior inteligente .....	189
Capitán Cyborg .....	190
La anguila de los seis millones de dólares .....	192
El cibermono .....	195
¿Puedes sentir la fuerza? .....	196
Ratas robóticas .....	198
Todo está en la mente .....	199
De qué están hechos los recuerdos .....	201
Autodestrucción .....	203
Músculos .....	207
Construir un Borg .....	214
<b>7. Cómo eliminar las chapuzas o el misterio de los agujeros negros</b> .....	217
Remolinos cósmicos .....	218
Los agujeros negros no tienen pelo .....	220
Estrellas de la muerte .....	221
Cazadores de agujeros negros .....	227
Agujeros negros grandes (talla L) .....	232
Agujeros negros aún más grandes (talla XXL) .....	234
¿Agujeros negros XL? .....	236
La parte oscura de un agujero negro .....	241
Fábricas de agujeros negros .....	242
<b>8. Cómo vivir eternamente o el dilema del cuerpo y la mente</b> .....	249
¿Quién quiere vivir para siempre? .....	250
Congelar el problema .....	251
Volver a nacer en los Estados Unidos .....	255
Transferir el cerebro .....	258
Ahora, presta atención .....	264

Ambición ciega .....	265
Autocontrol .....	267
¿Estás confuso? .....	270
¿Por qué soy? .....	271
Buenas noticias para las mascotas .....	271
Para siempre... ¿Durante cuánto tiempo exactamente? .....	273
El fin del mundo .....	276
La huida .....	278
El final .....	280
Descansa en paz .....	281
<b>Lecturas recomendadas .....</b>	<b>285</b>
<b>Índice alfabético .....</b>	<b>289</b>

# PRÓLOGO POR MANUEL TOHARIA



Muchos de los que ya hemos cumplido nuestro primer medio siglo de vida seguimos recordando con agradecimiento no exento de nostalgia aquella serie de libros, diecisiete si no recuerdo mal, que se llamaba «El tesoro de la juventud». Había en ellos un poco de todo, pero uno de los capítulos más apasionantes —y que quizá me condicionó más de lo que yo mismo pudiera imaginar respecto a mi trayectoria profesional futura— se llamaba *El libro de los porqués*. En breves anotaciones, cada tomo de la colección daba respuesta a numerosos porqués en torno al mundo del conocimiento científico y tecnológico: por qué el hielo pesa menos que el agua líquida, por qué lava el jabón, por qué escuchamos a través del teléfono, y cosas así. Claro que estaba editado en los años cuarenta, y muchas de aquellas cuestiones hoy sonarían casi prehistóricas...

Curiosamente, o quizá no tan curiosamente visto lo visto, suelo utilizar mucho en mis conferencias uno de esos porqués. No tanto por su contenido divulgativo, que sigue siendo excelente, sino sobre todo como ejemplo de la curiosidad básica del ser humano. Una curiosidad que se manifiesta de forma patente en las primeras etapas de la vida y que luego es poco a poco erosionada, por no decir aplastada, mediante los esquemas educativos —social, familiar, escolar...— al uso.

El porqué en cuestión aparece en el momento en que un niño pequeño le pregunta a su padre por qué el cielo es de color azul. Como el padre no tiene ni idea, en lugar de darle una respuesta más o menos coherente, incluso la clásica «no tengo ni idea», con voz fastidiada le manda a ver la tele para que le deje en



paz. Bien, pues el niño es, todavía, un científico; es decir, se pregunta por qué son las cosas como son. En cambio, el padre hace tiempo que dejó de serlo: le dieron en su niñez y en su juventud muchas respuestas a preguntas que no tenía, y quizá nunca le respondieron a las que en su fuero interno más le interesaban en cada momento...

Anécdotas al margen, lo cierto es que el porqué de las cosas siempre ha intrigado a los seres humanos. Y sin duda fruto de esa curiosidad y de la búsqueda de respuestas hemos llegado a tener la ciencia y la tecnología que hoy conocemos y utilizamos. Gracias a los porqués, y también gracias a los cómo. Las causas primarias, y los procesos que explican.

De hecho, la ciencia no es más que el camino que ha recorrido la humanidad acumulando respuestas a esos cómo y porqués, y aplicando muchas de esas respuestas a la consecución de mejoras cada vez más sofisticadas en cuestiones que afectan a la calidad y cantidad de vida que disfrutamos los humanos; al menos, los de los países más ricos.

El cómo funcionan las cosas ha acabado predominando sobre los porqués de las cosas. Algo inevitable en un mundo cada vez más inmerso en herramientas y aparatos que aplican tecnologías tan incomprensibles como útiles; algunas incluso no tan útiles, la verdad, aunque muy extendidas. Y así la capacidad de «poder hacer» se ha ido imponiendo sobre la capacidad de «poder saber». No importan, por ejemplo, los procesos que se desarrollan en un horno microondas; lo esencial es que caliente el vaso de leche matinal en un minuto.

Bien, pues este libro integra ocho capítulos cuyo título empieza por «cómo». Parecería, pues, una especie de manual de uso, como una guía de utilización de algunas cosas importantes en la vida de las gentes. Incluso de cosas que podrían no parecer importantes, sino meramente anecdóticas: ¿a quién le importa de verdad clonar a la rubia perfecta? Lo que nos importa, se supone, es curar las enfermedades incurables, vivir más y mejor, explorar los mejores recursos que la ciencia va poniendo a nuestra disposición... Saber cómo crear una señora rubia perfecta, o una diosa doméstica robotizada, como adelgazar de manera fácil, cómo eliminar la fealdad, y cosas así, suena, a priori, insustancial.

¡No cometa el lector semejante error de apreciación! El libro que tiene en sus manos lo es todo menos insustancial.

En realidad, so pretexto de clonar rubias perfectas y otras cosas igualmente peregrinas, lo que nos ofrece el primer capítulo es un sencillito, ameno e incluso apasionante viaje por el país de la reproducción humana, de las mil y una

posibilidades que nos abrieron los experimentos con bebés probeta, con ovejas Dolly y con células madre clonadas. Ofrece, sí, las claves para una futura clonación de rubias perfectas, o de lo que sea, pero para ello nos explica con sumo detenimiento cómo hemos llegado a saber lo que sabemos, cómo hemos podido hacer lo que hacemos. Y queda, ya desde el principio, muy claro el proceso que sigue y seguirá la ciencia para poder hacer otras cosas que todavía puedan sonar a ciencia ficción.

O sea que estamos ante un libro de divulgación científica pura pero nada dura, al estilo más *friendly* posible; un libro divertido, comprensible y con multitud de ejemplos para satisfacer la curiosidad del más exigente.

La verdad es que cada capítulo contiene una más que detallada exposición de los pasos que ha ido dando la ciencia en cada caso, con permanentes referencias a la actualidad —divulgación, sí, pero perfectamente ligada a las mejores esencias del periodismo científico— y con la herramienta imprescindible de un lenguaje directo y sumamente entretenido. De tal modo que al terminar se queda uno con ganas de más. Pero, claro, eso ya pertenece al futuro...

Si en el capítulo inicial, que le da nombre al libro, se aborda la cuestión de la reproducción y sus miles de recovecos actuales —¿cómo imaginar que el espermatozoides masculino ya no será necesario para reproducirnos?—, luego el libro se adentra por los vericuetos más complejos de la robótica y la inteligencia artificial (la diosa doméstica es una alusión a la empleada de hogar absoluta, por supuesto un robot).

También indaga acerca de la posibilidad de viajar sin viajar, con el teletransporte de Star Trek como meta, por imposible que parezca; claro que antes de hablar de semejante fantasía hay que entender un poco más el alcance de lo que significa la física cuántica en el macromundo y no sólo en el mundo pequeñito de las partículas elementales.

¿Y qué decir de los queridos michelines? Si quisiéramos perderlos de una vez por todas o, hablando un poco más en serio, si quisiéramos evitar las consecuencias nefastas de la obesidad que invade al primer mundo, si quisiéramos alimentarnos del mejor modo posible, seguramente deberíamos adentrarnos en los procesos, de raíz genética, que subyacen en lo que llamamos digestión o metabolismo, y que a la larga, entre otras cosas, hacen engordar más a unos que a otros. Hablando de genética, se empieza por el gen de la obesidad y se acaba hablando de alimentos transgénicos, de terapias génicas, de patentar la vida...

¿Y ya puestos a teletransportarnos, por fantasioso que resulte, cómo podríamos ser capaces de no pensar en viajar por el tiempo? Ahora no es la física cuántica sino la física relativista la que puede servirnos para encontrar respuestas a ese cómo tan deseado como imaginario; a través de cosas tan exóticas como los agujeros de gusano o incluso los universos paralelos.

Otros cómoos que suenan apetecibles —mejorar el cuerpo, eliminar la fealdad, vivir eternamente— completan la oferta divulgativa y al tiempo sugestiva del libro. El apasionante mundo del cerebro casi perfecto, de los cyborgs, de los implantes de todo tipo; la eliminación mediante su conversión en energía o en antimateria de todo lo que nos sobre; la vida cada vez más prolongada, la posibilidad de hacer perdurar nuestro cerebro en un ordenador, la crionización, incluso el fin del mundo...

No puedo ocultar la sensación que, casi constantemente, se me hacía patente mientras pasaba páginas: ¿será posible que ocurra lo que prometen los títulos de los diferentes capítulos? Luego, conforme iba leyendo, me iba dando cuenta de que el escepticismo («¿viajar en el tiempo, teletransporte de personas...? ¡qué bobada!») dejaba paso a la admiración por el trabajo divulgativo bien hecho: primero se engancha al lector con una propuesta audaz, casi inverosímil. Luego se le ofrecen explicaciones acerca de cómo hemos llegado a saber lo que sabemos, y posteriormente se construye el edificio imaginario del futuro probable, del futuro posible y del futuro «casi» imposible. El casi es obligado en ciencia: ¿quién puede afirmar con seguridad que hay cosas imposibles?

En realidad, este proceso de construcción del relato —lo que sabemos, lo que puede probablemente ocurrir y lo que la fantasía nos lleva a querer que ocurra—, no es rígido; es decir, a veces se empieza por el futuro casi imposible, para luego explicar por qué es casi imposible, y cómo llegamos a esas ideas siempre inconclusas. Lo divertido es que al final siempre surge la duda escéptica, sin la cual la ciencia no sería ciencia...

En cualquier caso, so pretexto de contestar preguntas aparentemente simplistas lo que nos propone el libro es ni más ni menos que un repaso completo, muy documentado y realmente ameno de lo que la ciencia sabe y lo que de ella podemos esperar en un futuro no lejano.

Confieso que comencé a leerlo deprisa, como para hacerme una idea de lo que era un libro con semejante título. Y que luego acabé leyéndolo despacio, como paladeándolo. Y después lo releí desde el principio con más detalle aún,

incluso subrayando los datos más relevantes de lo que podríamos muy bien considerar como una crónica de la ciencia a comienzos del siglo XXI.

Supongo que esta versatilidad en los modos de lectura amplía mucho el horizonte de los posibles lectores. Ojalá sea ese número muy elevado. La cultura científica de los españoles, que no brilla a gran altura, dicho sea con humildad y cierta tristeza, necesita libros como éste en los que sustentarse con mayor firmeza.

Manuel Toharia  
Valencia, 2005

# PREFACIO



La idea fundamental del presente libro consiste en tomar ocho fantasías cotidianas y usar cada una de ellas como base para explicar grandes logros de la ciencia utilizando un lenguaje accesible, inteligible y —naturalmente— empleando un enfoque propio de un *best-seller*. Tenemos que admitir que este trabajo nos ha hecho pensar y repensar la forma adecuada de divulgar el conocimiento científico. Puesto que ambos somos periodistas científicos, somos muy conscientes del enorme número de títulos que suele haber en la sección de «ciencia para todos» de las librerías. *Cómo clonar a la rubia perfecta* está dirigido a todos aquellos que no pudieron pasar del capítulo dos de *Una breve historia del tiempo*. No te avergüences... nosotros tampoco pudimos. Así que seguramente te alegrará saber que para leer el presente libro no hace falta doctorado alguno, sino una mente inquieta, afición a la ciencia y sentido del humor. Lo que nos recuerda que, en caso de que el lector decida seguir las instrucciones del libro al pie de la letra, declinamos cualquier responsabilidad en relación con las posibles consecuencias...

Los temas tratados en cada capítulo —desde la clonación a la naturaleza de la conciencia— pertenecen a la vanguardia más actual de la ciencia. Si bien el desarrollo de cada uno de estos temas merecería cuando menos un libro completo, *Cómo clonar a la rubia perfecta* te permitirá tener una amplia y profunda visión general acerca de dichos conceptos. Se trata de una lectura agradable —al menos, eso esperamos— pero en ningún caso es «ciencia de andar por casa». En el libro encontrará datos de carácter científico en cantidad y

calidad suficientes como para impresionar a sus amigos y ganar puntos en sus cenas con «sabor intelectual». Y, si alguno de los capítulos de este libro te anima a buscar más información sobre el tema, entonces nos sentiremos más que compensados.

Si esto no es así, échale la culpa a nuestro editor. Él fue quien tuvo la idea.

UNO

# Cómo clonar a la rubia perfecta o la verdadera «guerra de los clones»



**B**uscas amor y cariño? ¿Sabes exactamente lo que quieres pero no tienes ni la más remota idea de cómo conseguirlo? Relájate. La ciencia tiene la respuesta. Todo lo que tienes que hacer es clonar a la rubia perfecta. O a la morena perfecta. O a la pelirroja... Tú decides. Tienes a tu disposición todas las tecnologías en permanente evolución del siglo XXI, así que piensa en el nivel de felicidad que te puede aportar la clonación. Siempre que no olvides leer con atención la letra pequeña...

En un mundo en el que la capacidad mental colectiva de la humanidad ha creado los ordenadores, los viajes espaciales y la lata de cerveza autorrefrigerante, tiene todo el sentido utilizar otro avance científico para conseguir una nueva experiencia que contribuya a mejorar la vida. De esta manera, tanto si se trata de una persona rubia o morena, hombre o mujer, perro o gato, si eres capaz de clonar un ser vivo, estarás un paso más cerca en la búsqueda del compañero perfecto.

Si bien jugar a Dios con la genética parece un procedimiento algo radical para evitar la angustia que produce salir a la calle a buscar a un compañero para toda la vida, ha llegado el momento de levantarse, oler al aroma del café descafeinado y tomar en consideración la posibilidad de poner en práctica alternativas menos científicas: asiste a clases nocturnas o, si te gusta el jugar, atrévete a tener una cita a ciegas. Las agencias de contactos pueden resultar incluso muy arriesgadas. Algunas pueden aducir que cuentan con un procedimiento de carácter científico, pero la mayoría lo fían todo a la estadística. Rellena los cuestionarios

y busca un sujeto que se adapte a tus expectativas. No se trata precisamente de ciencia de altos vuelos... E incluso en el caso de que logremos contactar con esa rubia esbelta, de ojos azules y provista de un gran sentido del humor, hasta el último momento no sabremos si realmente se trata de una morena con lentillas que ha mentido acerca de su cociente intelectual (algo que resulta más habitual de lo que se cree...) y que, en un plazo de cinco años, engordará de forma desorbitada (*ídem*). Así las cosas, imagina la posibilidad de especificar mediante selección genética el color del pelo o de los ojos, el nivel de inteligencia o la forma del cuerpo del compañero ideal. La clonación haría que esto fuera posible.

¿Aún estás nervioso? He aquí algunas palabras tranquilizadoras. Hay que admitir que la clonación tiene una o dos connotaciones negativas. Científicos locos intentando alterar el orden natural del mundo, ejércitos de clones, niños saliendo de una cinta transportadora... esa clase de cosas. El origen de muchos de estos temores se encuentra en los relatos de ciencia ficción. Cuando la tecnología genética no se utiliza para lograr objetivos de carácter personal (como ocurre con el origen de las tropas imperiales en el Episodio II de la *Guerra de las Galaxias*) entonces se trata de producir Hitlers en miniatura en un laboratorio con aspecto de invernadero (véase *Los niños del Brasil*).

Sin embargo, a pesar del crédito que algunos puedan dar a las teorías de la conspiración, Hitler está muerto. Esto es importante, ya que los clones sólo pueden obtenerse a partir de una célula viva. Así, la clonación de otro *führer* es técnicamente imposible. Incluso en el caso de que Hitler hubiera eludido la muerte y estuviera viviendo en una casa de reposo situada en Argentina, no existen garantías de que su clon creciera hasta convertirse en un vegetariano belicoso y fascista. En su lugar, el mini yo hitleriano bien podría llegar a ser, a través de múltiples peripecias vitales, un pacifista carnívoro con aversión al pelo facial. ¿Por qué? Porque el entorno en que crecemos juega un papel muy importante en el comportamiento, tanto en lo que respecta a las razones que impulsan nuestros actos como a lo que finalmente hacemos.

Resulta complejo examinar el efecto real del entorno cuando muchos de nosotros, a pesar de vivir en sitios geográficamente alejados, vemos los mismos programas de televisión, leemos los mismos periódicos y escuchamos las mismas emisoras de radio. Incluso existen reveladores estudios acerca de gemelos que fueron separados mediante adopción o tutela. Algunos gemelos, aun habiendo vivido separados sin saber de la existencia del otro, experimentaron muchos acontecimientos parecidos en sus vidas, lo cual sugiere que el hecho de compartir



genes influyó de forma importante en su comportamiento. Otros estudios determinaron que niños adoptados cuyos padres biológicos eran delincuentes tenían mayor predisposición a convertirse ellos mismos en criminales, incluso a pesar de vivir lejos de ese progenitor de conducta cuestionable.

Así, la herencia genética constituye, en cierta medida, la clave de quiénes somos, pero *cómo* somos juega un papel significativo a la hora de conformar nuestras vidas y nuestro comportamiento. Actualmente, los científicos comienzan a incorporar la variable del entorno en los estudios genéticos. De esta manera, para comprender en qué medida afecta el entorno a las personas, basta observar a sus padres. En términos generales, un entorno en el que exista el amor, el cariño y la educación contribuye a educar a un ser humano equilibrado capaz de sentir amor y cariño (al menos, hasta que llega a la adolescencia...). Exactamente por esta razón, los libros que tratan acerca del cuidado de los hijos tienden a promover ciertos tipos de comportamiento y de formas no violentas de disciplina. Si un niño se cría en una atmósfera de temor y violencia, esto puede afectarle de forma negativa por el resto de su vida, llegando a influir incluso en las relaciones que mantenga en la edad adulta.

Curiosamente, la violencia es una forma de comportamiento social que hunde sus raíces tanto en nuestros genes como en nuestro entorno. La investigación ha vinculado la violencia con componentes genéticos, conocidos como *genes de agresión*. Este descubrimiento permitió a un abogado de los Estados Unidos articular en 1991 una defensa con base genética para su cliente, Stephen Mobley. El acusado había sido sentenciado a muerte por haber disparado al encargado de una pizzería en Georgia. Puesto que la familia del asesino tenía un probado historial de enfermedades genéticas y comportamiento criminal, su abogado adujo que Mobley había «nacido para matar». El caso se perdió y Mobley está en el corredor de la muerte.

En 2002, un estudio publicado en la revista *Science* se centró en el análisis de un gen particular relacionado con la agresión en el caso de mil niños observados en un periodo de 30 años, pero, al mismo tiempo, dicho estudio tuvo también en cuenta la variable del entorno. Así, se descubrió que aquellos niños cuyos genes producían niveles bajos de una determinada enzima (monoamina oxidasa A o MAOA), tenían mayor propensión a mostrar un comportamiento antisocial cuando fueran adultos, pero sólo si habían sido maltratados o habían sido sometidos a abusos durante la infancia. Este descubrimiento crucial probó la existencia de una relación entre los genes y el entorno que, si nos detenemos a considerarlo durante un momento, tiene todo el sentido del mundo.

Resulta evidente que la naturaleza y la educación moldean nuestras vidas. Los científicos coinciden en afirmar que se trata de una mezcla compleja y nadie conoce todas las respuestas. Lo que esto significa es que, incluso en el caso de que un clon de Hitler pudiera desarrollarse con éxito, la forma en que creciera dicho clon podría dar al traste con la delicada receta que permite *obtener* un dictador. Esto es algo que incluso Ira Levin, el autor de *Los niños del Brasil*, tuvo en cuenta, sugiriendo que el clon adolescente de Hitler creado por el doctor nazi Josef Mengele tenía que reproducir las condiciones en que se educó el verdadero Hitler para que poder alcanzar un éxito completo. El mismo argumento se aplica a cualquier clon, ya que un clon es un clon y no una copia. Mientras seguimos analizando qué es posible y qué no, veamos qué pasa con el tema planteado en la película *Parque Jurásico*.

*Parque Jurásico*, de Michael Crichton, es un gran libro y la película a la que da nombre también resulta muy interesante. La premisa de la que parte el libro resulta simple. Se trata de extraer «ADN de la sangre de un dinosaurio» almacenada en el estómago de un mosquito que, a su vez, quedó atrapado en un trozo de ámbar. Luego, se combina este ADN con ADN de un anfibio (la única clase de animal conocida capaz de regenerar sus propios miembros), se añade una pizca de sal, ponemos el horno a 180° C y... *voilà!* Así, obtenemos un clon de un dinosaurio que está vivo y coleando. ¿Resulta posible hacer esto? En una sola palabra: no. A menos que se descubra una célula viva de dinosaurio, los acólitos de T Rex y otras bandas de rock & roll de los setenta nunca volverán a errar por la tierra. Lo sentimos.



## La clonación al estilo de la ciencia ficción



Para una generación más joven (vaya, nos han pillado...), *Parque Jurásico* puede representar la primera aparición de la clonación en la ciencia ficción de carácter popular, pero, de hecho, los escritores tomaron prestada la idea de los científicos hace más de cincuenta años. En el libro de Aldous Huxley *Un mundo feliz* (1932), todos los humanos nacían aplicando el «proceso Bokanovsky» (la clonación) en el Centro de Incubación y Condicionamiento de la Central de Londres. La sociedad se dividía en cinco clases desde el nacimiento —alfa, beta, gamma, delta y épsilon— y dichas clases estaban condicionadas

mediante una serie de métodos, desde el entorno hasta tratamientos por electrochoque. En este caso, la clonación representaba el control total de la sociedad humana y la ausencia de voluntad por parte de los individuos. Muy pronto, Hollywood cayó en la cuenta del potencial que tenía este tema y ya no tuvo que recurrir nunca más a la imitación o al uso de arriesgados procedimientos de edición para representar un clon. Incluso los ejércitos de clones pueden crearse de forma convincente en pantalla, como cabe comprobar en la película *El ataque de los clones* de la saga *La guerra de las galaxias*. ¿Quién habría imaginado que las tropas imperiales eran clones del cazador de recompensas Jango Fett? ¿O que las fábricas de clones situadas en el planeta Kamino podían tener un aspecto tan realista?

Cabe observar de qué forma se utilizan los clones tanto en *La guerra de las galaxias* como en *Un mundo feliz*, para uso militar o para beneficio de la sociedad. Así, por ejemplo, los clones de Jango Fett fueron modificados genéticamente para aceptar órdenes con absoluta diligencia. Se trata de una representación común de los clones en las obras de ficción. De alguna manera, sus sentimientos no importan, lo cual implica que pueden parecerse al original, pero no llegan a ser lo mismo. En su lugar, se trata de copias inferiores, reproducidas para efectuar una determinada tarea.

En nuestra opinión, el premio a la representación más espeluznante de clonación humana debe otorgarse a la película *La invasión de los ultracuerpos*. Adaptada a partir de un gran libro de Jack Finney, dio pie a una película que se realizó en 1966: un verdadero clásico. A pesar de que prácticamente carece de efectos especiales y los extraterrestres nunca aparecen en pantalla, se trata de una de las mejores películas de ciencia ficción que se han hecho hasta el momento. De alguna forma, los seres humanos son clonados mientras están durmiendo, mediante grandes vainas alienígenas. Siendo físicamente idénticos a los seres humanos, estos clones actúan como la avanzadilla de los extraterrestres y, a medida que se va realizando el proceso de absorción, fríamente, de forma casual y sin ninguna clase de consideración hacia los humanos originales, los alienígenas van ocupando su lugar en la Tierra. La película se entendió como un reflejo del comunismo y el macartismo, pero también debilita con éxito una suposición general acerca de lo que es el ser humano: nuestra identidad única y especial.

## Una de clones

La gente crea clones —y engulle clones— masiva y diariamente. Puede que la persona que está sentada a tu lado incluso sea un clon, ya que, por ejemplo, en el año 2000, sólo en el Reino Unido nacieron más de 6.000 clones humanos. Estos clones tienen un nombre que resulta más familiar: gemelos idénticos.



Dos

## Fabricar una diosa doméstica o los prodigios de la robótica



Si no te atrae la idea de clonar a tu pareja, ¿por qué no intentar algo un poco menos ambicioso como, por ejemplo, crear un sirviente? Constituiría una opción creativa, entraña pocos problemas éticos y está claro lo útil que resultaría. Imagina cómo mejoraría tu vida si tuvieras tu propia diosa capaz de realizar todas las tareas domésticas. Ya no tendrías que volver a cocinar, limpiar o planchar. Se acabarían labores tales como recoger los vasos, lavar calcetines o hacer la cama. ¿Crees que no puedes permitirte? No te preocupes, porque más allá de los costes de fabricación, esta diosa doméstica particular no te reclamará un sueldo, no te responderá de mala manera y, automáticamente, se guardará doblada bajo las escaleras una vez que haya terminado todas las tareas. ¡Enhorabuena! Estás a punto de convertirte en el orgulloso dueño de un robot doméstico multiuso. La llamaremos María.

Si hacemos caso de las predicciones científicas de los últimos cincuenta años, los robots domésticos deberían ser una realidad en el día de hoy, y en cada hogar debería existir al menos una María 5 (el modelo más recatado). O, si lo prefieres, un Bautista 2 (el modelo masculino que no se queda calvo). Desafortunadamente para los teledictos que nos leen, la ciencia nos ha fallado por completo. ¿Cómo es posible que en pleno siglo XXI, era en la que los robots son capaces de construir coches, ensamblar estaciones espaciales y desactivar bombas, todavía no son capaces de traernos una cerveza o de eliminar una mancha rebelde?

Seamos sinceros. Los ordenadores son capaces de hacer muchas cosas que resultan realmente impresionantes. El simple hecho de manipular las letras impresas de

esta página supone un trabajo considerable de procesamiento de datos: implica almacenar, modificar, borrar... Cada nueva palabra representa miles de cálculos digitales. No obstante, un ordenador funciona siguiendo una serie de normas lógicas estrictas. Cuando pulsamos una tecla, el ordenador coloca la letra correspondiente en la pantalla, sin comprender lo que está haciendo. La máquina no tiene idea de su lugar en el mundo, carece de sentido común y de inteligencia... ODIÓ MI ORDENADOR. En realidad, apenas ha hecho nada (por no mencionar que puede bloquearse de un momento a otro). Un ordenador básico es fundamentalmente estúpido. Y aunque parezca increíble, el trabajo doméstico requiere el uso del cerebro.

He aquí a lo que nos referimos: si estás en casa, echa un vistazo a la habitación. Sabes en qué lugar debería ir cada objeto, pudiendo diferenciar lo que está limpio de lo que no lo está. En realidad, en poco tiempo podrías poner un poco de orden y dejar la habitación más o menos limpia. Pensándolo bien, lo harías con bastante rapidez. Ahora imagina un robot en la misma situación. Para empezar, tendría que disponer de una gran cantidad de información antes de poder limpiar y ordenar la habitación. De hecho, debe distinguir la basura de lo que no lo es (para que, por ejemplo, no se le ocurra tirar a la papelera tu codiciado autógrafo de David Beckham). Asimismo, debe ser capaz de reconocer el polvo para que no intente quitar la pintura de las paredes y conocer el lugar que ocupa cada uno de los objetos en los muebles de la habitación (para que no pretenda introducir a la fuerza a la abuela entre dos libros de la estantería). La idea del robot reluciente y cromado puede resultar inicialmente satisfactoria, pero lo cierto es que requiere grandes cantidades de datos y debe manejar numerosas reglas para funcionar de un modo sensato.

Joseph Engelberger, el hombre que posteriormente se convirtió en el «padre de la robótica», desarrolló el primer robot comercial a finales de los años cincuenta. Lo llamó Unimate y se trataba de un brazo robótico destinado a la industria pesada: de hecho, era capaz de levantar peso, soldar y realizar tareas tediosas y repetitivas (además de que nunca reivindicó sus derechos laborales ni se afilió a un sindicato). Los robots modernos pueden hacer prácticamente de todo, desde extraer el corazón de una manzana hasta aspirar el suelo, pero no hay un robot capaz de hacer ambas cosas: la mayoría están diseñados para realizar una tarea específica. El robot extractor de corazones de manzana sólo es capaz de realizar esa acción, arrancar el corazón de una manzana. Por esta razón, a menos que estés buscando una esclava al estilo de las que muestra la película *Las mujeres perfectas* (*Stepford Wives*), el ingrediente fundamental de una María 5 en su versión completa es un cerebro. En otras palabras, requiere cierta *inteligencia artificial*.



## ¿Por qué robot?



Karel Čapek, dramaturgo checo, acuñó el término *robot* en su obra *Los robots universales de Rossum*. Se trata de una palabra checa que significa «trabajos forzados» o «tareas domésticas». Estrenada en 1921, la obra representa a un grupo de trabajadores biológicos fabricados por el hombre (en lugar de tratarse de seres mecánicos), que se construían en una gran fábrica para sustituir a la mano de obra humana. Los robots de Rossum eran más baratos y eficaces que las personas a las que desplazaban. Por supuesto, todo el proyecto se fue al traste y los robots terminaron dominando el planeta. Al tratarse de una obra escrita en la Europa del Este, alberga una crítica hacia los errores del capitalismo y del mercado libre. En cualquier caso, considerando la cuestión de la dominación del hombre por la máquina, un tema de rabiosa actualidad, la obra resulta muy interesante.

Aunque el término *robot* empezó a utilizarse en el siglo XX, la idea de cierta clase de ser artificial (generalmente de carácter mecánico) ha estado presente durante siglos. Leonardo da Vinci llegó a diseñar los planos de un robot en el siglo XVI (junto con una lanzadera espacial y una máquina para hacer capuchinos), si bien, hastiado de todo, nunca llegó a construir dichos artefactos. Más adelante, los ingenieros victorianos desarrollaron autómatas accionados por mecanismos de relojería que imitaban a los seres humanos físicamente, pero lo único que pudieron hacer con ellos fue sentarlos en un banco con la mirada perdida en el infinito por un espacio de tiempo indefinido.

La ciencia de la robótica debe su nombre al escritor de ciencia ficción Isaac Asimov. Entre 1940 y 1950, Asimov escribió varios relatos que trataban diversos aspectos tecnológicos, morales y filosóficos relacionados con la robótica y la inteligencia artificial. Al final de la década, la totalidad de los relatos se recogieron en un volumen titulado *Yo, Robot*. En su libro, Asimov enunciaba las «leyes de la robótica» e imaginaba robots diseñados para obedecer a los humanos y para protegerse a sí mismos. Por encima de todo debían respetar la norma de no infligir daño alguno a los humanos, ni tampoco permitir que éstos se vieran perjudicados por su negligencia y falta de acción. Posteriormente, Asimov introdujo otra ley que prohibía poner en peligro a la humanidad en su conjunto.

En el caso de infringir estas leyes, los robots de estas historias empezaban a «perder la cabeza», se apagaban o simplemente desconcertaban a sus dueños. La imagen de los robots volviéndose en contra de sus creadores es un tema recurrente en los relatos de ciencia ficción, así que ten en cuenta un dato importante para tu supervivencia en el futuro: si en algún momento te enfrentas a un ordenador o robot y tu vida corre peligro (como ocurre en *Star Trek*, *El prisionero*, *Los vengadores* o cualquier película de ciencia ficción de los años sesenta), basta con formularle la siguiente pregunta: «¿Por qué?». Esto hará que su unidad central de procesamiento empiece a echar humo, repita quejumbrosa e incesantemente «No computable, no computable» y termine por arder en llamas.

## Cómo criar a un robot desde la cuna

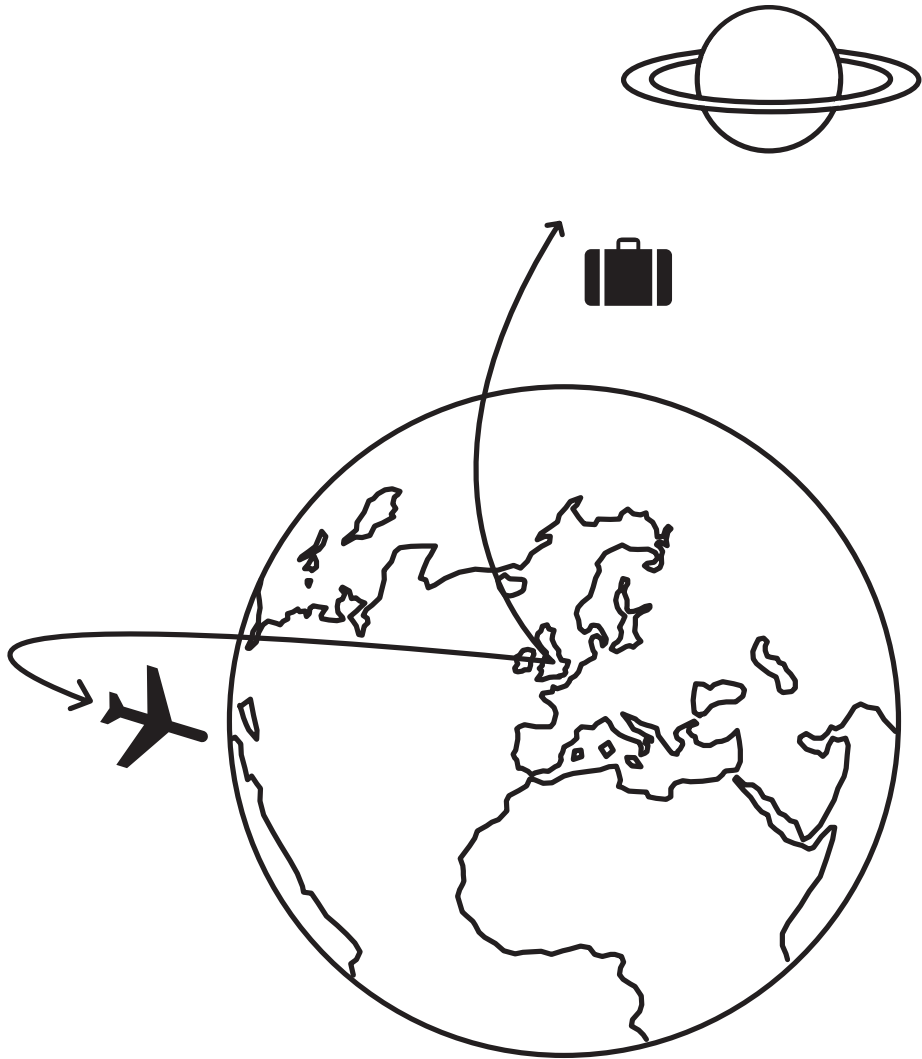
El propósito de la *inteligencia artificial* o *IA* es recrear en su versión electrónica algo que funcione igual que un cerebro (humano o de otra índole). Una inteligencia artificial debería poder aprender, recordar, adaptarse e incluso pensar. Podría sentir emociones y tener conciencia de sí mismo, pero estará diseñado para un propósito específico. En la película de Steven Spielberg *IA*, basada en un relato breve de Brian Aldiss, los científicos crearon un niño robot con capacidad de amar, así como un gigoló robótico interpretado por Jude Law, que podía amar de un modo totalmente distinto al de los seres humanos. La película *Blade Runner*, basada en el libro de Philip K. *¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?* (*Do Androids Dream of Electric Sheep*), también incluye humanoides, pero estos replicantes renegados evolucionan en la obra con un nuevo propósito: sobrevivir a cualquier precio, excediendo su fecha de caducidad.

Mientras que un ordenador convencional está limitado por una serie de instrucciones muy precisas (es decir, un programa), un ordenador «inteligente» podría adaptarse para cambiar según las circunstancias. No resulta sorprendente que esta idea rondara las mentes de los científicos durante décadas. En los años cincuenta, cuando los ordenadores eran del tamaño de un pequeño planeta (o al menos, tan grandes que ocupaban una habitación entera) y rumiaban ecuaciones que ahora resuelven con facilidad pequeñas calculadoras de bolsillo, los investigadores ya intuían el potencial de la inteligencia artificial.

Uno de los primeros individuos que plasmó sus ideas sobre esta cuestión en sus escritos fue el matemático británico Alan Turing. De hecho, propuso el diseño de un programa informático capaz de simular la mente de un «ordenador bebé». De esta manera, los investigadores podían proceder a «educar» a este *ciberniño* para que adquiriera la inteligencia de un adulto. En su artículo publicado en los años cincuenta en la revista *Mind*, que trata cuestiones de índole filosófica, el autor compara el cerebro de un niño con el de un cuaderno que tuviera las hojas en blanco. Los programadores eran quienes debían llenar estas hojas de datos y la educación del ciberniño implicaba la imposición de un sistema de castigos y recompensas. Asimismo, el autor imaginaba máquinas capaces de sentir y, en el caso de que un ordenador recibiera una señal de «castigo», lo más probable era que no volviera a cometer el mismo error más adelante. Desafortunadamente, con los niños no ocurre lo mismo.

Lo espeluznante de estas máquinas capaces de aprender era que los programadores no sabían exactamente qué es lo que ocurría en el interior de la máquina. No obstante, Turing nunca llegó a construir su propio ordenador inteligente.





## TRES

# Acabar con los atascos o las maravillas del teletransporte



No hay otra forma de decirlo. Viajar todos los días hasta el lugar de trabajo es *lo peor*. Ya podemos ir en avión, tren o automóvil... desplazarse al lugar de trabajo es una de las necesidades más tediosas de la vida cotidiana. Si lo pones en duda, piénsalo otra vez, ya que no es necesario que te traslades todos los días para ver que cualquier viaje de carácter regular finalmente se convierte en un latazo (ya sea ir de tiendas, visitar a los suegros o acudir a clase).

Desgraciadamente, viajar todos los días resulta aún más desagradable cuando ya hemos adquirido nuestra propia María o Bautista, ya que el hecho de contar con un robot doméstico te ha permitido conocer de primera mano todas las cosas que puedes hacer con tu tiempo de ocio recién estrenado. Por suerte, existe una posible solución a este problema, aunque a primera vista, puede parecer que pertenece al reino de la ciencia-ficción. No te preocupes si no tienes un *tricorder* a mano para comunicarte ya que no es imprescindible que seas un fan de *Star Trek* para apreciar en lo que vale el maravilloso e instantáneo concepto del teletransporte. Pero lógicamente, ayuda... La serie original de *Star Trek* transcurre en el siglo XXIII. Se trata de una particular visión del futuro en donde el viaje espacial interplanetario se ha convertido en una rutina, ya no resulta preciso utilizar agujas para poner inyecciones y todas las mujeres usan minifaldas muy estrechas. En la serie podemos ver muchos aparatitos memorables pero, sin duda, destaca con mucho el sistema que se utiliza para el transporte. Se trata de un mecanismo que

permite transportar al Capitán James T. Kirk y a sus colegas allí donde tengan que dirigirse para cumplir su misión. Así, basta que los miembros de la tripulación Enterprise entren en la sala de teletransporte, miren hacia delante y antes de poder decir «teletransportame, Scotty» sus cuerpos comenzarán a desmaterializarse en pequeños fragmentos y volverán a materializarse, prácticamente de forma instantánea, en cualquier otro sitio. Bueno, normalmente se suelen materializar en un planeta con vientos huracanados y grandes rocas hechas de poliestireno.

Si bien el creador del programa Gene Roddenberry se rodeó de una serie de consultores científicos, la idea de crear un mecanismo de transporte súper rápido surgió a partir de una necesidad de carácter artístico. Roddenberry necesitaba un sistema que permitiese que sus exploradores se desplazaran de planeta en planeta. Había que hacerlo rápido ya que, en caso contrario, la mayor parte de los episodios mostraría a los miembros de la tripulación leyendo el tipo de revistas que suelen darte en los aviones. Y lo que es aún más importante, desde el punto de vista de los realizadores del programa, el presupuesto no podía estirarse tanto como para financiar los efectos especiales necesarios para representar una nave espacial despegando y aterrizando una y otra vez. Se optó por eliminar de un plumazo el sistema de transporte convencional, al tiempo que se mostraba a la audiencia un avance tecnológico de última generación. De esta forma, la tripulación podía pasar más tiempo explorando nuevos mundos y nuevas civilizaciones, al tiempo que el Capitán Kirk podía pasar más tiempo flirteando con la estrella invitada de la semana (Joan Collins's estaba en su mejor momento...).

Probablemente, toda una generación, o incluso dos, cree que la idea del teletransporte fue inventada en *Star Trek* pero esto no es así. Se trata de un concepto muy popular en la ciencia-ficción desde la década de los treinta. Así, por ejemplo, existe una historia corta escrita por George Langelaan que trata del teletransporte (sin éxito) en la década de los años cincuenta y que fue publicada en la revista *Play Boy*. Esto puede sonar un poco extraño, pero posteriormente, la historia aparece reflejada en la exitosa película de terror *La Mosca*. Algunos aficionados a la ciencia-ficción incluso afirman que el primer ejemplo de teletransporte en la literatura aparece en el siglo XIX, citando la historia que escribió en 1877 Edward Page Mitchell, «El Hombre Sin Cuerpo». En dicha historia, un hombre aparentemente (decimos «aparentemente» porque aún no hemos logrado localizar dicha historia y por tanto no hemos podido leerla) intenta trasladar un gato a través de un cable de la misma forma que la información se transmite por la línea del teléfono. Atención fans de Matrix. Y como ocurrió con la desgraciada mosca, parece que esta forma de teletransporte no sentó demasiado bien al gato.

Más allá de la falta de originalidad, resulta indudable que el sistema de teletransporte de Roddenberry, el transportador, constituyó un invento muy inspirado. El teletransporte sería el sistema ideal para poder ir a la oficina como nadie lo ha hecho jamás. Así, evitaríamos los embotellamientos de tráfico y los retrasos de los trenes. La gente tendría tiempo extra para dormir por la mañana y no correríamos los riesgos que implica andar en bicicleta en hora punta. Bueno, vale, esto no es del todo verdad. No podemos pasar por alto aquella vez que se produjo un extraño contratiempo. O, para utilizar la correcta terminología de *Star Trek*, debemos tener en cuenta ocasión en la que se produjo una «disfunción del transportador».

En un episodio llamado «El Enemigo Dentro» (fecha estelar 1672.1) una disfunción del transportador creó dos copias del Capitán Kirk, uno *bueno* y otro *malo*. Se trataba de dos mitades que pertenecían a un mismo todo y cada una de ellas era incapaz de sobrevivir sin la otra. La idea proporcionaba una interesante vuelta de tuerca filosófica al tiempo que proporcionaba a Kirk la ocasión de gruñir, importunar y toquetear a la guapísima Yeoman Janice Rand (aquella cuyo pelo rubio parecía una cesta de mimbre). En otra ocasión, el transportador extravió en el espacio exterior las partes deconstruidas de un miembro de la tripulación. Bueno, en cualquier caso, nunca se trataba de un personaje muy conocido (es lo que los fans suelen denominar «el síndrome de la camiseta roja»). Pero incluso aunque se produzcan extrañas dispersiones interestelares, centrémonos en la cuestión general: si deseamos evitar los atascos cotidianos, definitivamente hay que tener en cuenta la posibilidad de un transportador o sistema de teletransporte.

¿Es una pena que sólo se trate de ciencia-ficción...? Bueno, lo que viene a continuación seguramente te dejará atónito. En 1993, un equipo internacional de científicos publicó un artículo en la revista *Physical Review Letters*, afirmando que el que el teletransporte era teóricamente posible. El documento no estaba fechado según la escala estelar y sus autores no eran unos excéntricos sino respetables miembros de la comunidad científica. Su publicación tuvo un gran alcance: su propuesta se tomó tan en serio que hizo que varios equipos científicos de todo el mundo intentaran lograr que el sistema de teletransporte al estilo *Star Trek* se convirtiera en realidad. Pronto se obtuvieron resultados.

En 1997, físicos pertenecientes a las universidades de Innsbruck y Roma lograron que se hicieran juegos de palabras relacionados con *Star Trek* en todo el mundo mediante el anuncio del descubrimiento del primer sistema de teletransporte.

porte funcional. Poco después, científicos del instituto de Tecnología de California, la universidad Bangor de Gales y la universidad Aarhus de Dinamarca, afirmaron que habían conseguido teletransportar objetos de un extremo a otro de una mesa de laboratorio. Con audacia, pudieron alcanzar cotas nunca antes logradas con los tubos de ensayo.

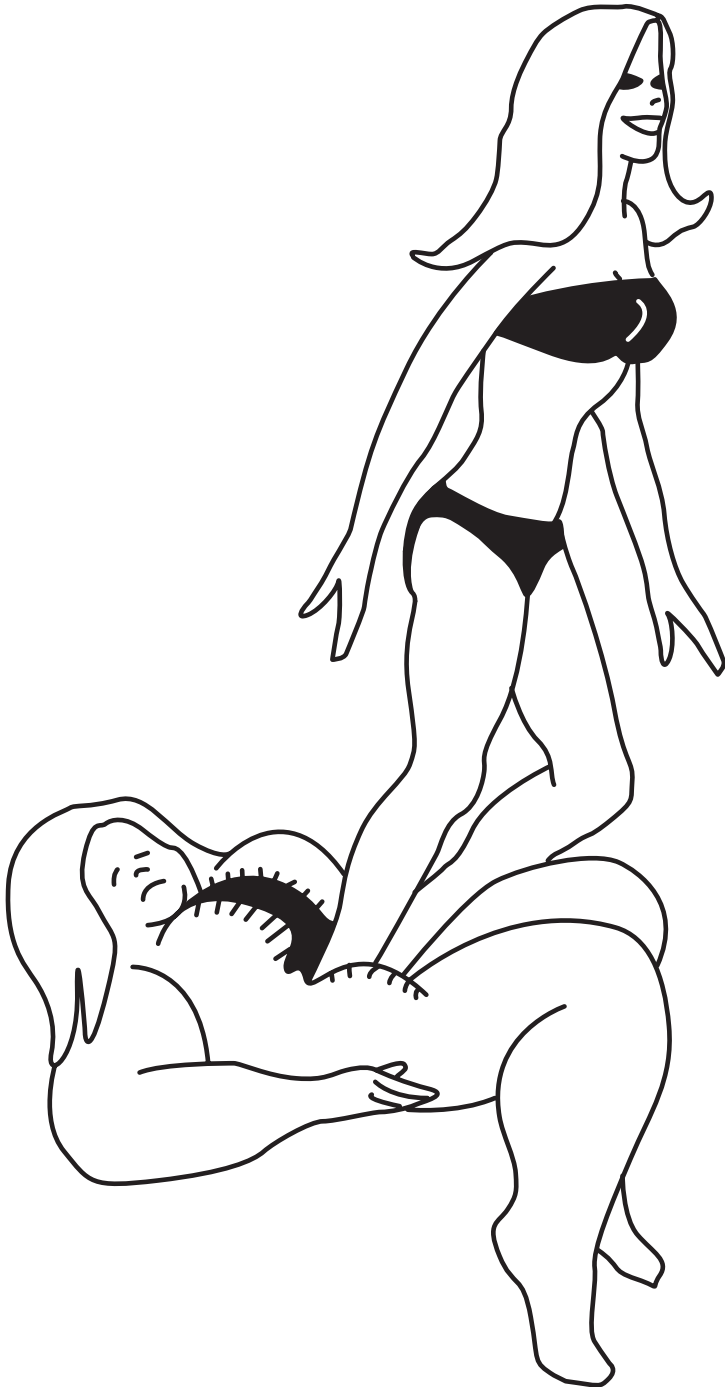
En 2002, científicos de la Universidad Nacional Australiana de Canberra lograron reproducir el trabajo y consiguieron mejorar la técnica produciendo aún más titulares estilo *trekkie*. Más recientemente, en enero de 2003, se informó acerca de la consecución del teletransporte en distancias que iban desde los 55 metros a los 2 kilómetros. ¿Estás impresionado? Deberías estarlo. Aun en el caso de que te hayas dado cuenta, todavía no hemos aclarado qué fue lo que lograron teletransportar los científicos. Pero antes, debemos entrar en el equivalente científico de la Dimensión Desconocida: se trata del mundo de la teoría cuántica.

## **Se trata de transporte... Pero no tal como lo conocemos**

Técnicamente, todos los científicos que acabamos de mencionar consiguieron realizar algo que se denomina teletransporte cuántico. La parte clave de esta expresión es «cuántico» que deriva de la locución latina *quantum* (que significa cantidad). En la jerga científica de hoy en día, esta expresión hace referencia a la cantidad más pequeña posible —o unidad discreta— de energía o materia. El teletransporte cuántico describe una forma de teletransporte en una escala mucho más pequeña que la que puede percibir el ojo humano y está situada en el corazón de la propia materia.

Las partículas de luz más pequeñas que conocemos son los fotones que, a su vez, pueden ser descritos gracias a sus propiedades o estados cuánticos. De la misma forma que un vestido tiene una serie de propiedades —color, estilo, fábrica, etc.— una partícula tiene una serie de propiedades que nos proporcionan datos acerca de sus características. Entre estas propiedades, cabe destacar la forma en que gira o la dirección en que vibra una partícula.

La razón por la que estamos explicando todo esto radica en el hecho de que el primer experimento de teletransporte no se realizó con fotones que saltaban de una parte a otra de la mesa de laboratorio sino que lo que lograron teletransportar los científicos fueron sus propiedades o estados cuánticos. Esto último equivale a transportar información acerca del color o el estilo de un vestido, pero no el



## CUATRO

# Cómo librarte de tus queridos michelines o la genética al rescate



Dicen que dentro de cada gordo hay una persona delgada intentando salir desesperadamente al exterior. A veces, hay más de una... Es fácil coger peso, muy fácil. Una barrita de chocolate ocasional, una bolsa de patatas fritas de cuando en cuando o una cucharada de helado (bueno, vale, una tarrina entera) y antes de que te des cuenta, estarás resollando mientras intentas coger el autobús y luchando a brazo partido para tratar de colarte por las puertas una vez que logres alcanzarlo.

¿Acaso no sería fantástico que la ciencia nos ofreciera una solución que nos permitiera comer todo lo que quisiéramos, cuando quisiéramos, sin «atesora» todos esos kilos? Incluso sería aún mejor si la tecnología nos permitiera acabar con la celulitis, mejorar el tono muscular y hacer que, una vez más, parezcamos jóvenes, esbeltos y bellos. Después de todo, ¿acaso no sería mucho mejor *atraer* a la rubia perfecta (o a la morena o a la pelirroja) en lugar de meterse en el lío que implica clonar una? En relación con la belleza, suelen decir que todo es según el color del cristal con que se mira, pero para aquellos no demasiado agraciados, éste es un flaco consuelo. ¿Qué tal si la ciencia pudiera cambiar tu aspecto para siempre, esculpiendo tu cuerpo a imagen del de Brad Pitt, Jennifer López o Jude Law? ¿Acaso la ciencia podría convertir en realidad tus sueños más frívolos?

Mediante terapia génica y modificaciones genéticas podemos reconstruirte. Poseemos la tecnología. Poner en práctica estos métodos no implica ninguna intervención quirúrgica de gran calado, pero sí cierto riesgo. Bueno, en realidad, bastante riesgo. Pero más tarde nos ocuparemos de ello. Por ahora, siéntate, relájate y ponte a masticar tu tentempié favorito, mientras te explicamos el daño que ocasiona a tu cuerpo.

## Ley del equilibrio

Mientras recogíamos información para elaborar el presente capítulo, consultamos un montón de textos médicos. Dentro de ellos, junto a algunos horribles diagramas, había una sección sobre la obesidad. En esencia, la gente coge peso cuando la energía que entra supera a la energía que sale. En otras palabras, la gente engorda cuando come demasiado y no hace suficiente ejercicio. Aunque el texto en cuestión fue escrito en la década de los treinta, cuando no estaba de moda achacar el sobrepeso al hecho de tener huesos fuertes o a las alergias, el mensaje sigue teniendo vigencia hoy en día. Si comes mucho, engordarás. Si bien hace 70 años la obesidad era un coto privado de las clases privilegiadas, hoy en día los expertos la consideran una enfermedad de proporciones epidémicas.

Probablemente, la mayor parte de nosotros tenemos unos kilos de más y tenemos un poco de sobrepeso (o mucho...). Lo que preocupa a los profesionales de la salud y, ciertamente, a la Organización Mundial de la Salud, es saber cuánta gente es actualmente obesa desde un punto de vista clínico. El exceso de grasa corporal puede medirse utilizando el llamado *índice de masa corporal* o IMC. El IMC se calcula estableciendo una relación entre el peso y la altura. La gente que tiene un peso «normal» tiene un IMC situado entre 18,5 y 25, la gente con sobrepeso tiene un IMC situado entre 25 y 30, y aquellas personas que se consideran obesas tienen un IMC igual a 30 o superior. Obeso: incluso la propia palabra suena mal.

Recientes estudios realizados por el Grupo de Trabajo Internacional sobre la Obesidad (Obesity Taskforce) afirman que 1.700 millones de personas de todo el mundo tienen sobrepeso o son obesas. El problema más grande lo encontramos en los Estados Unidos, donde engordar prácticamente es un derecho constitucional (volveremos sobre ello en un cuadro especial). Pero si no eres americano, tampoco tienes motivos para regocijarte. El resto del mundo no está mucho mejor. En el momento presente, prácticamente la mitad de todos los adultos del mundo tienen sobrepeso. La mayoría de nosotros deberíamos perder algunos kilos.

## Estar vivo

Obviamente, lo último que deseamos oír es que alguien nos diga que tenemos que comer menos y hacer más ejercicio. Deseamos con todas nuestras fuerzas poder comer más y *seguir llevando el estilo de vida sedentario que nos caracteriza*. Para poder hacerlo, en primer lugar resulta importante entender qué es lo que nos hace engordar.





## La nación de los hombres gordos



En vez de «la nación de los hombres libres», hay que decir «la nación de los hombres gordos». Estados Unidos está sufriendo lo que los médicos llaman una «epidemia de obesidad». Si alguna vez has tenido que compartir asiento con una víctima de la cultura de la comida rápida durante un vuelo en ese país, sabrás exactamente a qué nos referimos. En Mississippi, por ejemplo, se considera que más del 62 por ciento de la población tiene sobrepeso y el 24% se considera obesa. Por lo que se ve, el número de personas esbeltas es escaso. La tendencia más preocupante es el aumento de lo que se conoce como obesidad «mórbida», que tiene lugar cuando el IMC supera un valor de 40. El 6,3% de las mujeres americanas, es decir, una de cada 16, sufre de obesidad mórbida.

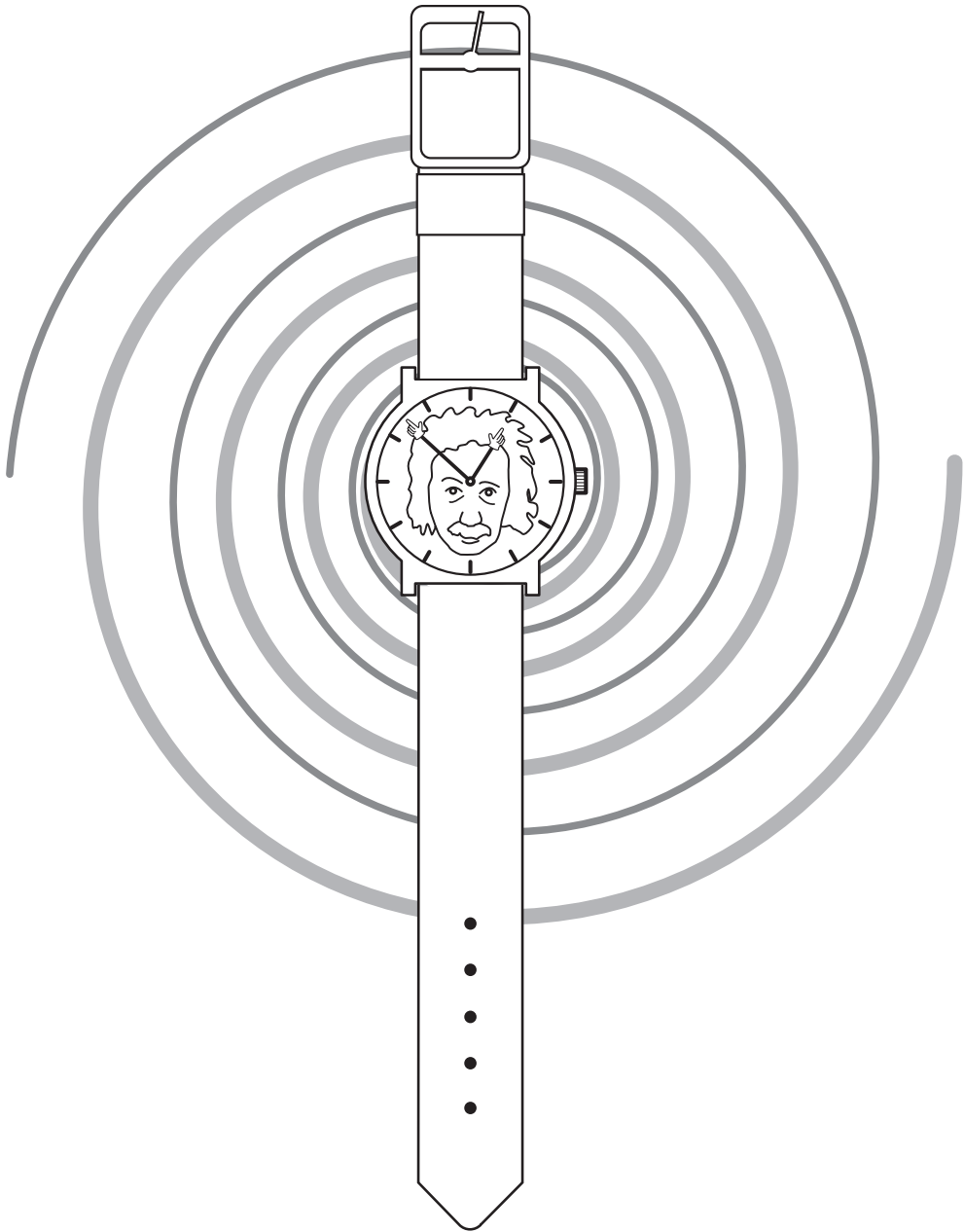
El hecho es que la obesidad mata. Cada año causa 300.000 muertes y supone un coste para el sistema de salud americano de aproximadamente 100.000 millones de dólares. La obesidad conduce a la diabetes, a la apoplejía y a los ataques al corazón. Acorta las carreras, las relaciones y las propias vidas. Y no sólo los adultos la sufren, también se ha producido un espectacular incremento de las cifras de obesidad infantil.

Algunos creen que se trata de una especie de castigo a la nación que ha atascado nuestras calles con incontables coches y ha inventado la hamburguesa doble con patatas fritas gigantes. En realidad, la causa de la epidemia se debe, probablemente, a una combinación de prosperidad, comida llena de grasa muy barata, la generalización del uso del coche y un mundo diseñado para reducir el ejercicio físico al mínimo. Intenta ir andando a las tiendas en la mayoría de los pueblos y ciudades de los Estados Unidos. La mayoría de las tiendas están situadas en grandes centros comerciales que están a muchos kilómetros y la única forma de llegar a ellos es utilizando el coche. Los grandes aparcamientos están diseñados para que los clientes vayan de un centro comercial a otro, en lugar de aparcar en un sitio y caminar. Todo ello resulta más fácil porque el petróleo les sale muy barato. Una vez dentro del supermercado, el comprador se encuentra ante unos pasillos llenos de comida procesada, tentempiés y alimentos azucarados. La comida «mala» es barata y abundante. Pero el caso es que, si bien engordar es un gran negocio, también lo es adelgazar. Los consumidores son bombardeados literalmente con productos para adelgazar, máquinas para hacer ejercicio y toda clase de trucos para perder peso utilizando canales de venta abiertos las 24 horas del día. Es fácil criticar a la gente que compra estos productos. Después de todo, si no desperdiciaran sus vidas viendo la televisión por cable, podrían hacer algo de ejercicio. Al igual que ocurre con el derecho a portar armas, la grasa es parte de la cultura americana. Pero antes de que lances la primera piedra, te recomendamos que eches un vistazo al espejo.

El proceso mediante el cual ganamos peso no ocurre de la noche a la mañana. Engordas de forma gradual, casi sin darte cuenta, a lo largo de un extenso periodo de tiempo. Como dijimos anteriormente, es el producto de la cantidad de energía que consumimos a la hora de comer y beber, que supera la cantidad de energía que consumen nuestros cuerpos. Idealmente, deberíamos ingerir la misma cantidad que gastamos. Esto es lo que los médicos llaman un equilibrio energético perfecto. El proceso que lleva a ganar peso es el resultado de un equilibrio energético positivo, cuando el exceso de energía queda almacenado en el cuerpo para utilizarla en el futuro. El problema es que, la mayor parte de las veces, no la utilizamos.

La energía se mide en calorías o en su equivalente métrico, julios. Para darte una idea, se aconseja que las mujeres ingieran un máximo de 2.500 calorías por día y los hombres un máximo de 3.000, pero, obviamente, estos requerimientos dependen del estilo de vida de cada uno. En términos alimenticios, esta cantidad de calorías equivale a una sola ración de comida basura compuesta de una hamburguesa doble de queso, patatas fritas grandes, un refresco de cola y un helado. Si ingieres varias de estas raciones por semana, observarás fácilmente cuál es la parte de tu cuerpo que más crece.

La buena noticia es que el cuerpo humano necesita una enorme cantidad de energía simplemente para estar plantado delante de la televisión o sentado ante un teclado de ordenador. Si nuestra principal tarea consiste en abandonar la cama dando tumbos, visitar el baño y luego sentarnos en una silla y ver la tele todo el día, aún así consumiremos casi la mitad de la ración de calorías diaria recomendada. Este uso de la energía se suele denominar *tasa metabólica de reposo*. La energía se consume en el mantenimiento de las funciones normales tales como la respiración, la división celular y la circulación. Afortunadamente, cuanto más gordo sea un individuo, mayor es su tasa metabólica en reposo. Por tanto, una persona obesa utiliza más energía no haciendo nada que una persona delgada. Otra función corporal que consume energía es un proceso llamado *termogénesis*. Se trata de un proceso que mantiene nuestra temperatura interna y que, parcialmente, se produce como resultado de la digestión de la comida. Asimismo, está vinculada a una fuente de los depósitos de energía del cuerpo, la grasa marrón que genera calor. Desafortunadamente, siguiendo una dieta normal, mantenerse joven y guapo requiere ejercicio. La actividad física no sólo consume calorías, sino que un cuerpo con músculos desarrollados consume incluso más energía permaneciendo en reposo.



## CINCO

# Viajar en el tiempo o Einstein nos da una segunda oportunidad

Existe un juego al que puede jugar cualquiera en la soledad de sus propios pensamientos. Se llama «si no hubiera...» No hace falta usar dados, no hay número mínimo de jugadores y las reglas son muy simples. Basta que construyas un catálogo mental de tu propia vida y recuerdes aquellos hechos que se beneficiarían de un «si no hubiera...».

Si no hubiera suspendido aquel examen... Si no hubiera bebido tanto... Si no me hubiera acostado con mi mejor amiga... Si no le hubiera pegado un puñetazo a aquel policía... O, si eres realmente desafortunado, todos estos «si no hubiera» juntos.

Imagínate el vértigo que podría causarte este juego. Podrías dedicarte a otra profesión, compartir tu vida con otra persona, vestir ropa mejor... (o si hubieras seguido los dictados de tu corazón, quizá podrías ir prácticamente sin ropa, ya que te habrías dedicado a construir barcos en un clima cálido en lugar de trabajar como contable en un clima horroroso...). Las posibilidades son infinitas pero, como con vendrá en afirmar cualquiera que haya jugado antes, el juego no está exento de cierto peligro. Ciertamente, nunca es tarde para cambiar muchas cosas pero algunos incidentes son irreparables. Seguir jugando a «si no hubiera» cuando no hay nada que hacer podría volverte adicto al Prozac durante el resto de tus días.

Dada la posibilidad de generar depresión permanente, es poco probable que «si no hubiera» se venda en las mejores jugueterías. En cualquier caso, ¿qué tal si hubiese una forma de volver atrás en el tiempo y reparar todo lo que hicimos

mal? ¿Quién podía anticipar que la eliminación de tus queridos michelines iba a descartar tus posibilidades de ser modelo de tallas grandes o que iba a arruinar tu incipiente carrera como cantante de ópera? ¿Qué pasaría si todos dispusiésemos de una segunda oportunidad real? De hecho, sería fantástico que la ciencia pudiera convertir nuestro juego «si no hubiera» en una realidad tangible. Si hubiera... alguna posibilidad de construir de una máquina del tiempo.

Antes de que empieces a resoplar y a refunfuñar diciendo que se supone que este es un libro de divulgación científica, recuerda esto: las leyes físicas no afirman nada que impida que alguien viaje en el tiempo. Pero antes de ponernos a construir frenéticamente nuestras propias máquinas del tiempo, detengámonos a considerar otra versión adaptada al viaje de nuestro juego «si no hubiera». Piensa en ello como si se tratara de la versión multiformato válida para todas las regiones geográficas. He aquí la razón: algunos científicos creen que es posible que ya estemos viviendo nuestra propia versión de «si no hubiera». La buena noticia es que el mundo en el que te casaste con tu primer amor puede existir. La mala es que tú no estás en él.

## Universos paralelos

La idea de la existencia de un universo paralelo resulta muy seductora. La vida está llena de elecciones y las decisiones que tomamos determinan la dirección de nuestras vidas. Imagina que existen muchos mundos, exactamente iguales al que conocemos, en donde se dan todas las posibilidades —cada uno de ellos es paralelo a los demás y ocurre simultáneamente. En un universo estás casado, en otro, te entra el canguelo típico de la noche anterior a la boda y finalmente, decides largarte. Puede existir un universo en el que aprendes a navegar a vela como pasatiempo y otro en el que ganas la Copa América. Cualquier cosa es posible.

Estos universos paralelos, llamados colectivamente «multiverso», hunden sus raíces en una rama de la física un tanto extravagante pero que, hasta el momento presente, ha resultado ser correcta. Si has leído el capítulo 3 del presente libro sabrás perfectamente a qué nos estamos refiriendo. Acertaste. Es la teoría cuántica. Si te saltaste ese capítulo, te recomendamos que dejes de actuar de forma anárquica y procedas a leerlo. Por favor.

Recapitulando, la teoría cuántica es la ciencia de lo infinitamente pequeño, en donde ocurren extraños sucesos que parecen no guardar relación con lo que cabe esperar en nuestro mundo macroscópico. La teoría cuántica presenta una serie de probabilidades e introduce un estado difuso indeterminado llamado *superposición*.

Así, por ejemplo, si tienes una partícula que puede tener dos estados de spin —arriba o abajo— la teoría cuántica afirma que hasta que comience a medirse el fenómeno, el spin de la partícula puede estar arriba, abajo o puede darse una superposición de ambos estados. En este difuso estado de superposición, la partícula dispone, en todos los sentidos, de su propio conjunto de universos paralelos.

De acuerdo con la teoría cuántica, estos estados de superposición sólo existen mientras el sistema en cuestión es observado o sometido a un procedimiento de medida. Tan pronto como alguien intenta medir un estado, los estados indeterminados se colapsan en tu propio universo, de tal manera que sólo queda uno. Al menos, eso es lo que creen algunos científicos.

En 1957, un licenciado de la universidad de Princeton decidió proponer un punto de vista alternativo en su tesis doctoral. Un tema algo arriesgado para escribir una tesis pero, afortunadamente, el director de tesis de Hugh Everett era John Wheeler, el físico que más tarde acuñaría las expresiones *agujero negro* y *agujero de gusano*. Wheeler estaba convencido de que el trabajo del doctorando debía tomarse en serio e incluso publicó un artículo junto con Everett para reforzar sus argumentos.

Everett decidió tomarse en serio la ecuación de onda de Schrödinger (la que describe una partícula como una onda o como una suma de múltiples ondas superpuestas). Imaginó una situación en la que todas las posibilidades o estados eran reales. En lugar de producirse un colapso al efectuarse la medida, los estados alternativos continúan existiendo en su propio universo. En un estado de superposición, la partícula dispone, a todos los efectos, de su propio conjunto de universos paralelos. Cuando se efectúa la medida, el producto o resultado particular —por ejemplo, el spin «arriba»- se convierte en parte de tu realidad. En lugar de desaparecer, el resto de los resultados posibles tienen su propia realidad. En estas realidades separadas, el producto de la medida efectuada —el spin hacia arriba— se convierte ahora en una de las alternativas posibles. Everett lo llamó «metateoría del estado relativo», aunque, afortunadamente, gracias a Bryce de Witt, se la conoce con un nombre mucho más «sexy»: la *teoría de los mundos alternativos*. Se trata de una interpretación de la mecánica cuántica en la cual todas las realidades existen en un *multiverso*, en lugar de que exista una realidad en un solo universo.

Aun cuando estas ideas se aplican en un marco propio de la teoría cuántica —lo que implica que los universos paralelos se distinguen exclusivamente en una escala microscópica— los escritores de ciencia ficción no tuvieron que hacer demasiados esfuerzos para extrapolar esta idea y llevarla aún más lejos. Desde entonces, muchos

escritores han utilizado el concepto para crear una realidad alternativa, basándose en un acontecimiento clave de la historia. Entre aquellos que han obtenido mejores resultados, cabe señalar el laureado libro de Philip K. Dick, *El hombre en el castillo* (publicado por primera vez en 1962), en el que la Segunda Guerra Mundial dejó como resultado una América dividida, ocupada por los japoneses en el norte y por los alemanes en el sur. Más recientemente, el libro de Robert Harris *Fatherland*, transcurre en un mundo en el que el Tercer Reich aún continúa en el poder en Alemania y Hitler va a celebrar su 75° aniversario. En un multiverso, ambos escenarios podrían existir simultáneamente, junto con nuestra realidad. En este sentido, cabe destacar la serie de televisión *Sliders*, basada en el concepto de la existencia de un portal que conduce a un amplio abanico de universos paralelos. En cada episodio, los personajes se encuentran con una realidad alternativa, en la que se dieron versiones distintas de sus propias vidas. Esta serie ha dejado de rodarse, pero creemos que en un universo paralelo se están filmando nuevos episodios de *Sliders* y ahora se halla en su temporada número 17.

Durante décadas, la teoría de los mundos paralelos de Everett atrajo con mayor frecuencia la atención de los escritores de ciencia ficción que la del resto de los científicos —hasta que en el provocador libro *La fábrica de la realidad*, el físico de la Universidad de Oxford David Deutsch defendió la idea del multiverso.

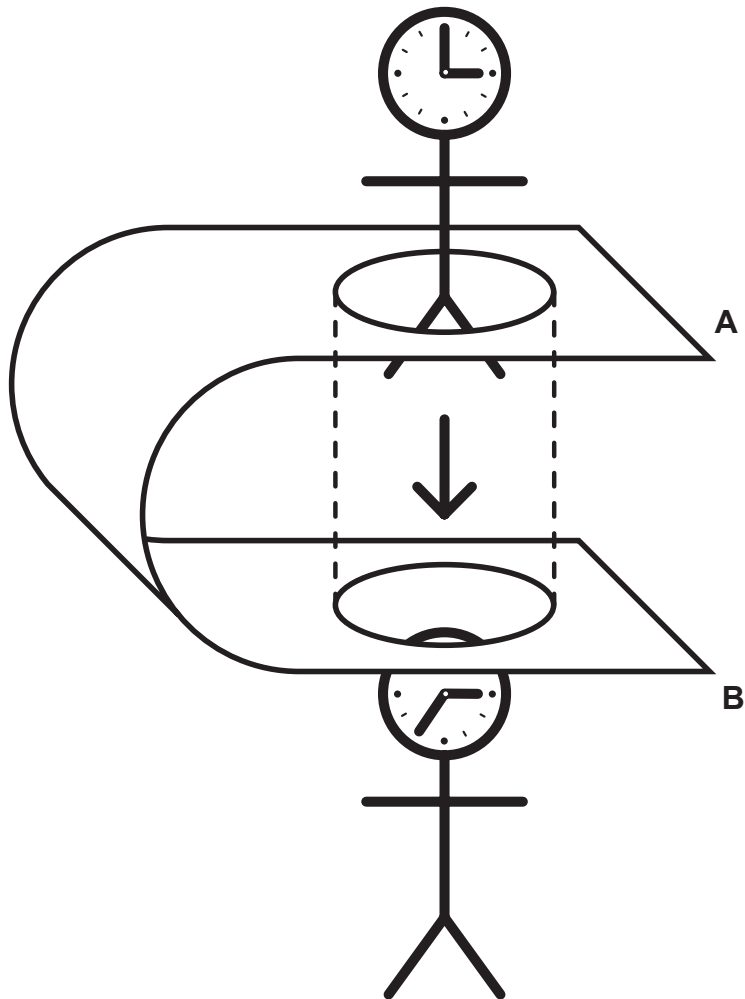
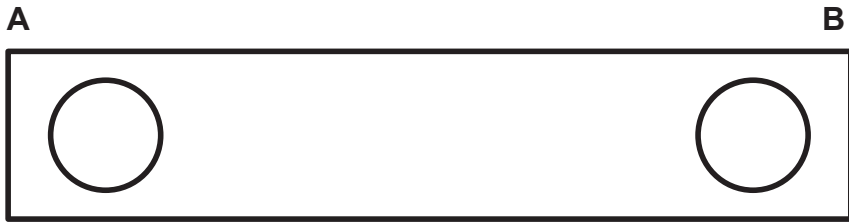


## Los universos paralelos y la ciencia ficción

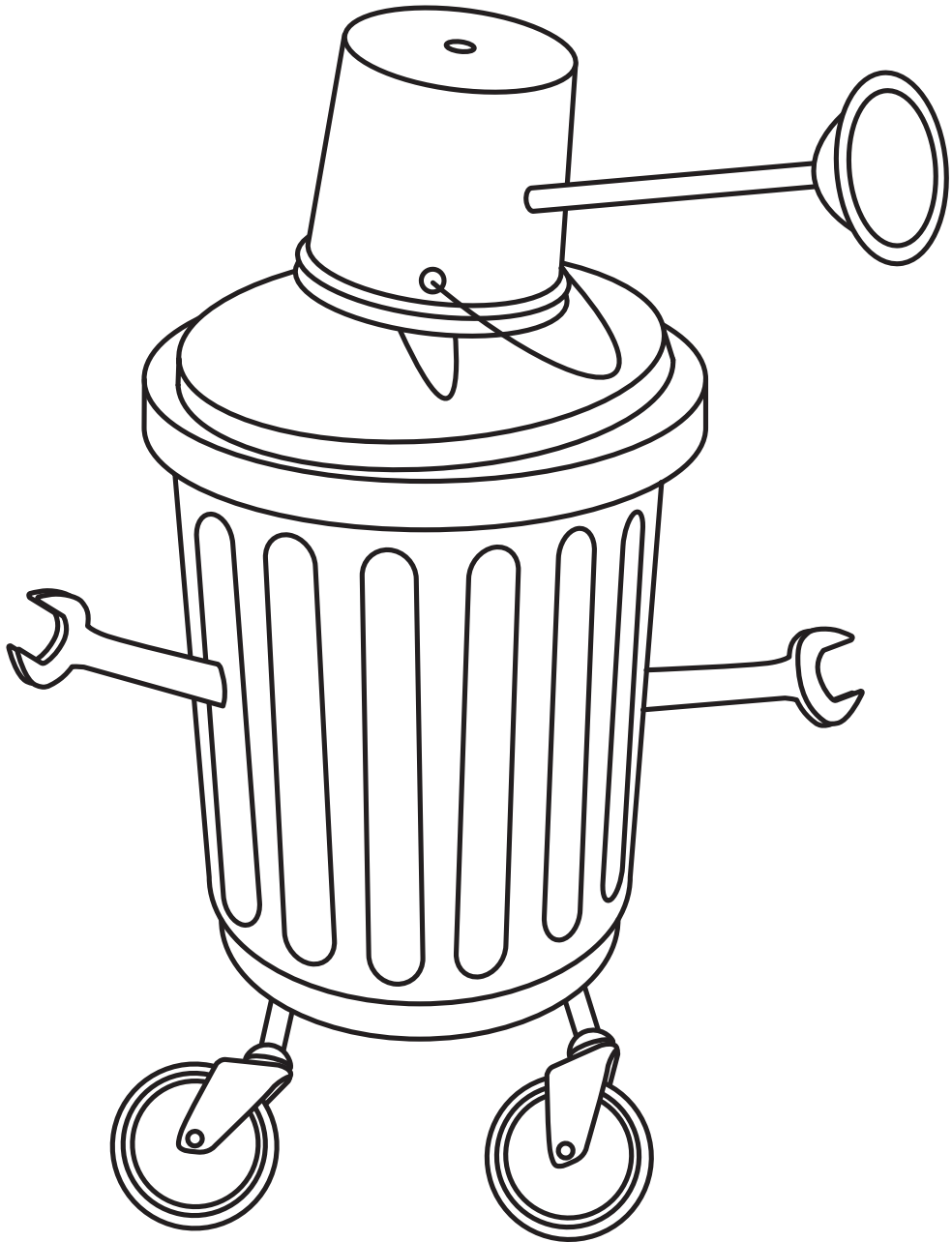


En primer lugar, cabe señalar tres novelas significativas: las *Aventuras de Alicia en el País de las Maravillas*, de Lewis Carroll (1865) y su continuación, *A través del espejo* (1871) y, finalmente, *El león, la bruja y el armario*, de C. S. Lewis (1950). Si bien no se trata de ciencia ficción en sentido estricto, hay que reconocer que, cuando Alicia pasa a través del espejo o entra en la madriguera del conejo y Lucy atraviesa un armario y aparece en el país de Narnia, sólo puede haber entrado en un universo paralelo. Lógicamente, a menos que la poción para menguar de Alicia haya reducido su tamaño sobremanera, en este caso no se trata de un universo paralelo cuántico.

Actualmente, la televisión produce las mejores versiones de la teoría de los mundos paralelos. Indudablemente, gracias a la tecnología informática, que permite crear los efectos especiales necesarios. En la serie *Stargate SG-1* se utilizaron los universos paralelos. A través de la introducción del «espejo cuántico», en los episodios «Allí, pero por la gracia de Dios» (primera temporada) y «Punto de vista» (tercera temporada). El







## SEIS

# Cómo perfeccionar tu cuerpo o el milagro de los implantes

**T**e quedas exhausto después de llevar las bolsas de la compra? ¿Te quedas sin aliento cuando corres detrás del autobús? ¿Te resulta imposible recordar números telefónicos, por no decir el cumpleaños de tu madre? ¿Acaso cualquier niño de nueve años te gana echando pulsos? Si has respondido afirmativamente a cualquiera de las preguntas formuladas aquí, necesitas mejorar tus capacidades físicas a base de silicio. En otras palabras, necesitas perfeccionar tu cuerpo. Después de todo, ¿de qué te sirve eliminar esos michelines si otras partes de tu cuerpo no están a la altura?

En comparación con el cuerpo humano, la tecnología puede realizar muchas tareas de una forma mucho más adecuada. De hecho, puede proporcionarte fuerza, conocimiento y resistencia. La tecnología puede mejorar tu vista, tu oído o tu olfato. No te estamos sugiriendo que descartes todas tus facultades físicas naturales, sino que les incorpores algunos atributos tecnológicos. Convertirse en un *cyborg* (organismos cibernético), parte hombre y parte máquina, ofrece posibilidades ilimitadas. Ser mejores, más fuertes y más rápidos, tal y como aparece en los envases. La buena noticia es que esto podría realizarse por menos de seis millones de dólares.

Los escritores de ciencia ficción sienten una gran simpatía por los cyborgs, desde los Daleks a Darth Vader, o de los hombres biónicos a los Borg. No te estamos sugiriendo que pases el resto de tu vida deambulando por ahí con un

desatascador como los Daleks de la serie *Doctor Who*, pero lo cierto es que ser un cyborg supone un sinfín de ventajas muy interesantes. El hombre de los seis millones de dólares no sólo era capaz de levantar coches, divisar objetos a grandes distancias y saltar de un edificio a otro de un solo movimiento (¿o era Superman?), sino que también sabía andar en cámara lenta. ¿Qué tal sería poder hacer todo eso?

Está bien, los Daleks, Darth Vader y los Borg también son los personajes malvados de la literatura de ciencia ficción más resistentes (y simpáticos), pero en realidad no tenemos por qué convertirnos en seres malignos. Utilizar tecnología cyborg no significa que tengas necesariamente que renunciar a tu humanidad y sentirte inclinado a dominar el mundo (si bien esto podría resultarte útil).

¿Cómo podría todo esto aplicarse en tu caso? Imagínate por un momento que estás de alguna manera conectado a un ordenador, un simple PC, y que éste está conectado a Internet. Supón que tienes acceso a una gran cantidad de datos: desde el número telefónico de tu dentista a datos generales como la distancia media de la Tierra a la Luna (que, por si no lo sabías, es de 384.500 kilómetros). Asimismo, conoces la ortografía de cualquier palabra, puedes conocer en tiempo real los últimos resultados deportivos, ver películas o escuchar música. Y todo esto en tu cerebro. Digamos que estás conectado por cables al mundo. Ahora imagina que cualquier otra persona está igualmente conectada al mismo sistema. Puedes comunicarte con cualquiera, en cualquier lugar y en el momento que desees, manteniendo conversaciones mentales con otras personas a miles de kilómetros de distancia.

¿Qué ocurre con tu cuerpo? Probablemente serás el primero en admitir que te has descuidado un poco últimamente. En lugar de destinar una fortuna en visitar el gimnasio, del cual te cansarás en pocas semanas, ¿por qué no costearse una cirugía definitiva? De esta manera podrías cambiar esas rodillas desgastadas por otras nuevas, o tus músculos por unos motores. Incluso podrías reemplazar tu propio cuerpo por un flamante cuerpo mecánico.

Esto no resulta tan lejano como parece, porque si deseas convertirte en un cyborg, gran parte de la tecnología necesaria ya existe. Los cyborgs ya están entre nosotros. Cualquiera que disponga de un marcapasos o una cadera artificial incorpora tecnología directamente en su cuerpo. Uno de los dispositivos cibernéticos más sofisticados que hay actualmente en el mercado es el implante de cóclea, que permite mejorar la audición. Justo lo que pensabas, tu abuela es un cyborg.

## Préstame tu oído

Del tamaño de un guisante congelado, la cóclea forma parte del oído interno y convierte las ondas sonoras que penetran en el oído en impulsos nerviosos que el cerebro interpreta. La cóclea es el equivalente humano de un micrófono, transformando el sonido en electricidad. En el caso de las personas con una audición normal, las ondas sonoras viajan a través del canal auditivo y hacen que la membrana vibre. Los huesos más pequeños del cuerpo humano —el martillo, el yunque y el estribo— amplifican el sonido. Las vibraciones atraviesan la ventana oval hasta llegar al oído interno.

La cóclea en sí tiene un aspecto similar al de un caracol (de hecho, *kochlias* significa «caracol» en griego). Está dividida en dos cavidades en espiral que contienen un líquido y se encuentran separadas por paredes óseas recubiertas de cilios. Una vez que la onda sonora llega al oído interno, se transforma en una onda de presión dentro del líquido. Distintas partes de la cóclea responden a distintas frecuencias del sonido. De esta manera, diferentes grupos de cilios captan «notas» específicas. Dentro de las células de estos cilios se produce una reacción química que genera una corriente eléctrica. Ésta es transmitida a las células nerviosas vecinas, que la conducen hacia al cerebro.

Todo el mecanismo es sumamente frágil, particularmente las células que conforman los cilios, y no resulta sorprendente que tienda a fallar. Por esta razón, en los años setenta, un equipo de científicos australianos dirigidos por el profesor Graeme Clark, de la Universidad de Melbourne, desarrollaron el implante de cóclea. Este mecanismo sustituye no sólo la cóclea, sino todo el oído mediante dispositivos electrónicos.

Cualquiera que tenga un oído electrónico «oye» a través de un pequeño micrófono que convierte las ondas sonoras en ondas eléctricas. Este aparato va conectado a un procesador de voz, que genera las señales electrónicas correspondientes (pulsos). Estas son transmitidas a unos electrodos situados en la cóclea, los cuales estimulan las células nerviosas.

Desde que se implantó la primera cóclea artificial en 1978, la tecnología electrónica ha reducido su tamaño y ha incrementado su grado de sensibilidad. Decenas de miles de personas ya han sido operadas, muchas de las cuales habían perdido por completo su capacidad auditiva. En la actualidad, los implantes no funcionan con la misma precisión que un oído humano sano, pero alcanzar este objetivo es

probablemente cuestión de tiempo. En lugar de estimular las células nerviosas de la cóclea, un futuro implante podría fijarse directamente en el cerebro.

La clave del éxito del implante de cóclea es la interfaz que hay entre el hombre y la máquina y esto es fundamental para cualquier tecnología cyborg. El implante de cóclea no se conecta directamente en el sistema nervioso, pero es capaz de estimular los nervios de la forma adecuada para producir algo que el cerebro pueda interpretar. De la misma manera, un Dalek debe tener algún tipo de conexión con la parte de su estructura que se asemeja a un desatascador. Un Dalek podría tener el desatascador más sofisticado de la galaxia y una mente maligna absolutamente lógica, pero si no puede combinar ambos elementos, toda la tecnología de que dispone de poco le serviría.

Algunos escritores, filósofos y científicos consideran que no nos integraremos adecuadamente a las máquinas si no nos sometemos a importantes intervenciones quirúrgicas. No obstante, otros defienden que esta tecnología ya ha sido asimilada.

## Alégrame el día, cyberpunk

Interactuamos con la tecnología en cada momento del día: desde la alarma que buscamos a tientas por la mañana, hasta los ordenadores a los que insultamos a gritos cuando éstos deciden que nuestro trabajo ya no aporta nada a la grandeza humana. Según los que defienden esta postura, son estas interacciones con la tecnología las que nos convierten en cyborgs. La exponente más citada de esta creencia es la académica californiana y escritora feminista Donna Haraway, autora de *Manifiesto para Cyborgs*, que se ha convertido en un referente para los escritores de la corriente *cyberpunk* y, en realidad, ha dado en el clavo. ¿Qué diferencia hay entre estar conectado directamente al ordenador e interactuar con él usando las manos y los ojos?

A medida que la tecnología vaya avanzando, la interfaz humana progresará en consonancia: la facilidad de uso de estas herramientas es inherente al sueño cyborg. Los ordenadores constituyen un buen ejemplo de la forma en que la relación hombre-máquina ha ido transformándose. A pesar de nuestras frustraciones cotidianas con los productos del imperio de Bill Gates, los PC que utilizamos en la actualidad han sido diseñados —lo creas o no— para nosotros, los usuarios.



## Cibervisión



Cualquier cyborg que se precie tiene una vista más clara que la de su homólogo humano. El hombre biónico es capaz de divisar a una afligida fémina semidesnuda llorando a lo lejos. El Borg de Star Trek también tenía una vista perfecta. ¿Qué ocurriría si el mismo tipo de tecnología que permite crear un hipocampo artificial se utilizara para mejorar la vista, orientando una cámara digital a través de un chip implantado en el cerebro?

La cámara no sólo sería capaz de captar distancias mucho mayores que el ojo humano, sino que permitiría utilizar distintos tipos de visión, ofreciendo visión de infrarrojos en la oscuridad, o incluso visión de rayos X para hacer bromas a los amigos. De hecho, si tuvieras ojos de rayos X, no podrías verlos desnudos a través de la ropa, sino que verías sus huesos. Y los huesos de una persona muy atractiva no son muy distintos de los de una persona poco agraciada. A menos que, por supuesto, seas un cirujano ortopedista. En primer lugar, los científicos están intentando devolver la vista a las personas que han perdido esta capacidad. Millones de personas se quedan ciegas todos los años por causa de numerosas enfermedades que afectan la retina. Se trata de una zona que está en la parte trasera del ojo y en la que se forman las imágenes, y que contiene unas células denominadas fotorreceptores.

Existen dos clases de fotorreceptores —bastoncillos y conos—, los cuales convierten la luz que llega a la retina en impulsos eléctricos. Estos son canalizados hacia el nervio óptico y viajan hasta el cerebro, donde se forman las imágenes (lo que el cerebro realmente «ve» es ligeramente más complejo, pero esto lo analizaremos en el capítulo 8).

Varios equipos de científicos de todo el mundo están buscando la manera de sustituir fotorreceptores dañados. No obstante, ninguno puede afirmar haber devuelto la vista a un ciego, pero los últimos experimentos ya ofrecen resultados prometedores. La empresa americana Optobionics ha realizado ensayos clínicos en una «retina de silicio artificial». Con un espesor de tan sólo 2 milímetros, se implanta directamente en los fotorreceptores dañados. El chip está cubierto de miles de celdas solares microscópicas, las cuales, al igual que las células biológicas que sustituyen, convierten la luz en impulsos eléctricos. Los escasos pacientes que han recibido el implante han registrado una mejora en su capacidad de visión. Por ejemplo, un hombre pudo volver a ver su cara una vez más.

Los científicos de la Agencia Espacial Norteamericana (NASA) siguen un enfoque distinto. En lugar de utilizar celdas solares incrustadas en silicio, están intentando emplear pequeñas películas cerámicas fotosensibles. Todo el detector está constituido por



## SIETE

# Cómo eliminar las chapuzas o el misterio de los agujeros negros

Una chapuza puede significar cosas diferentes para cada persona. Puede ser una obra de arte desastrosa (¿recuerdas la *cama sin hacer*?). Puede ser un edificio horrible (date una vuelta por el South Bank de Londres y escoge a placer) o incluso, puede tratarse de una ciudad entera.

«Slough» es un poema que escribió John Betjeman en 1937, cuando esta ciudad del sur de Inglaterra cambió de aspecto a causa de un proceso de industrialización. Al parecer, a Betjeman no le gustó mucho el resultado, ya que desde la primera línea del poema solicita que alguien arroje bombas «caritativas» sobre el lugar. El laureado poeta obviamente decidió que no había nada que hacer y que era mejor acabar con todo. Indudablemente, algunos hemos experimentado la misma sensación al contemplar ciertas zonas de Gran Bretaña, por ejemplo, el Bull Ring de Birmingham o incluso la ciudad de Birmingham en su totalidad.

Hoy, Slough tiene mucho más que ofrecer. Se ha convertido en la sede del mercado inmobiliario más importante de Europa, mientras que el Bull Ring está siendo sometido a un largo proceso de cambios. Pero piensa en la posibilidad de que el resto de las chapuzas que hay por ahí, lo que consideres tu propio *Slough* pudieran eliminarse de un plumazo. Después de todo, ahora que has conseguido reconstruir tu cuerpo con tanto esfuerzo, el entorno tiene que dar la talla. En este capítulo aprenderás cómo lograr que todo aquello que no resulte de tu agrado



simplemente desaparezca. Para ello, basta que aprendamos a utilizar un agujero negro con sumo cuidado.

## Remolinos cósmicos

Un agujero negro es un remolino cósmico invisible. Si te acercas demasiado a uno de ellos serás atraído gradualmente a su interior, girando en espirales decrecientes y acelerando a medida que te acercas al punto central. Contemplado desde lejos, tendría el aspecto que presenta el agua de la bañera cuando quitamos el tapón y el agua escapa por el desagüe salvo que, en este caso, en lugar de agua este remolino utiliza la gravedad. Y, a diferencia de lo que ocurre con un anillo que haya caído por el desagüe —que puede recuperarse mediante trabajos de fontanería- *nada* puede escapar del centro de un agujero negro.

Supongamos que ignoras todas las advertencias que dicen «Cuidado con el agujero negro» y te acercas demasiado. En primer lugar, empezarás a dar vueltas en espiral dirigiéndote hacia el corazón del agujero negro. Si las cosas no van del todo mal, en algún momento de tu mareante travesía, pasarás por un límite invisible con un cartel que dice «Punto de no retorno. Los que entréis aquí, abandonad toda esperanza». Y otro cartel que dice «No envíen correos basura». Una vez que pases el sitio donde está el cartel, tus amigos, que te están mirando desde una nave espacial situada a una distancia segura, podrán contemplar cómo ocurren una serie de extraños sucesos. Primero parecerá como si estuvieras quieto, congelado en el tiempo, antes de que simplemente desaparezcas de su vista. Desafortunadamente, mientras intentas encender una bengala de socorro, tú verás las cosas de otra manera. Seguirás hundiéndote cada vez más profundamente en el agujero negro, hasta que sus fuerzas gravitatorias sean tan fuertes que tu cuerpo quede aplastado y sea comprimido hasta el infinito. Nadie podrá oír tus gritos. No habrá ningún testigo de tu horripilante muerte, producida por lo que algunos científicos han denominado «espaguetificación». Ni siquiera habrá una sola persona capaz de ver la luz de la bengala.

¿Estás aterrorizado? Deberías estarlo. La razón que justifica este mini relato de horror es dejar una cosa bien clara. Los agujeros negros deben «manipularse» con cuidado. Considéralos como el equivalente astronómico de los leones del circo. Un movimiento en falso y adiós mundo cruel. Si vamos a utilizar un agujero negro para eliminar un adefesio, debemos asegurarnos de que lo hacemos

adecuadamente. En caso contrario, es posible que el agujero negro empiece a tragarse todo lo que hay en su camino hacia la Tierra y destruya bastante más que la ciudad de Slough. Por tanto, concedamos a los agujeros negros el respeto que se merecen y procedamos a conocer la naturaleza de estos Darth Vaders del universo.

Curiosamente, teniendo en cuenta que se han convertido en uno de los hitos de la ciencia ficción del siglo XX, el concepto de agujero negro tuvo su origen hace más de 200 años. A finales del siglo XVIII, John Michell en Inglaterra y Pierre Simone de Laplace en Francia, utilizaron independientemente las leyes de Newton para calcular la velocidad de escape de un objeto específico. La velocidad de escape es la velocidad que necesita un objeto para poder escapar a la gravedad de un planeta o una estrella. Dicha velocidad depende de la masa o el tamaño del planeta o la estrella y es la misma para cualquier objeto que intente escapar a su atracción gravitatoria —ya sea un cohete o una pelota de fútbol. En el caso de la Tierra, esta fuerza es de al menos 11 kilómetros por segundo. Por tanto, para poder salir de la Tierra y ponerse en órbita, todos los cohetes deben alcanzar o exceder esta velocidad. En el caso de la Luna, su velocidad de escape es significativamente menor (sólo es de 2,4 kilómetros por segundo). Por tanto, cualquier nave espacial que sea lanzada desde la superficie de la Luna necesitará bastante menos combustible para su lanzamiento en relación con el que requeriría si fuera lanzada desde la Tierra.

Tanto Michell como Laplace decidieron examinar un objeto imaginario: una estrella cuya materia estuviera comprimida en un espacio extremadamente pequeño, lo cual la haría muy densa. Calcularon que si fuese suficientemente pequeño o estuviese suficientemente comprimido, su velocidad de escape tendría que ser más rápida que la velocidad de la luz, lo cual implicaría que nada podría escapar de dicho objeto (incluyendo la propia luz). Sugirieron que esta clase de objetos tendrían el aspecto de una «estrella invisible». Hubieron de pasar más de dos siglos hasta que los científicos cayeron en la cuenta de que aquellos dos estudiosos que utilizaban pantalones bombachos describieron algo parecido a un agujero negro. Esto último no resulta nada sorprendente, ya que el físico John Wheeler acuñó el concepto astronómico de «agujero negro» a finales de la década de los sesenta.

Estos objetos compactos de carácter teórico (o «estrellas invisibles») volvieron a aparecer cuando en 1916 Albert Einstein publicó su Teoría General de la Relatividad (también conocida como su teoría de la gravedad). Se utilizaron

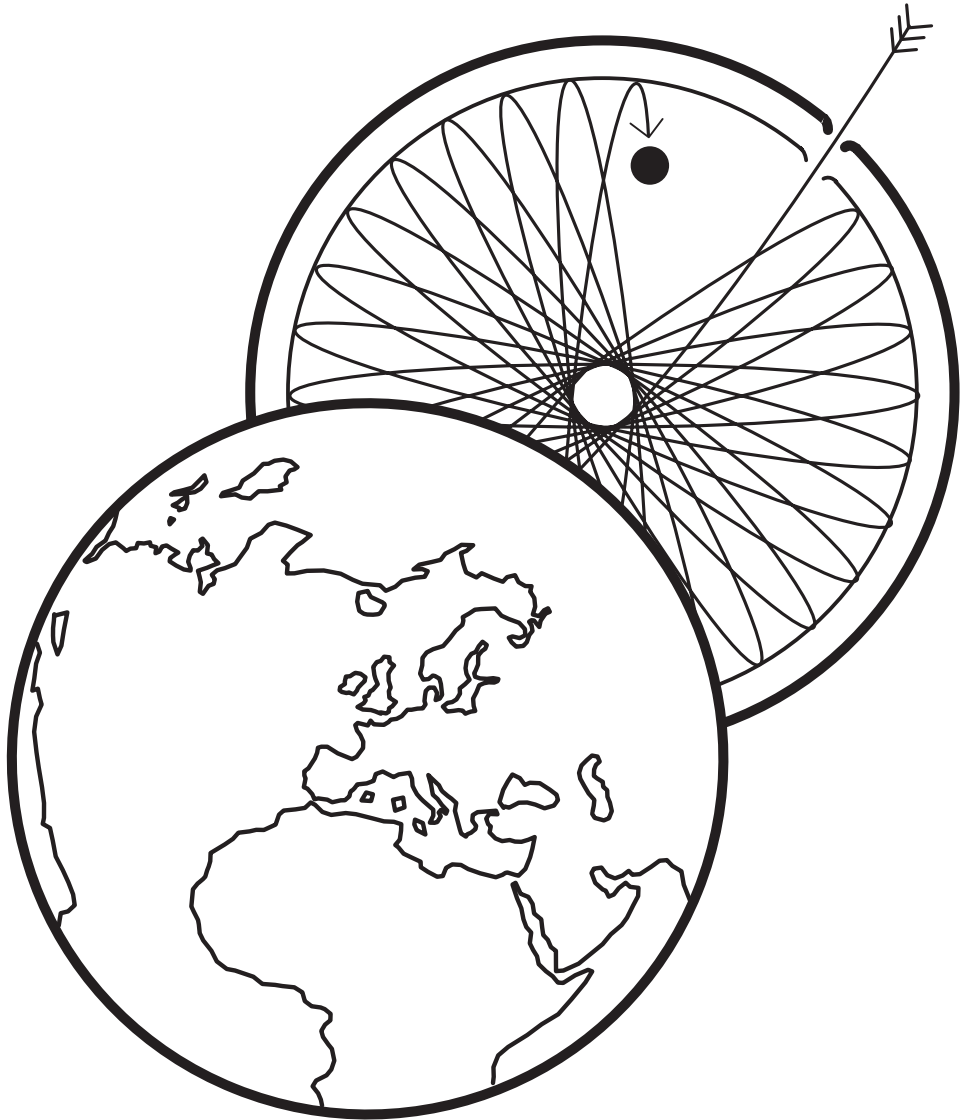
las mismas predicciones: un objeto muy pequeño y denso tendría un campo gravitatorio de una fuerza tal en su superficie, que nada podría escapar de él, incluyendo la luz. Esto sucede porque la velocidad de escape de dicho objeto tendría que ser superior a la velocidad de la luz, y uno de los principios fundamentales que sostiene Einstein es que nada puede tener una velocidad superior a la de la luz. Por tanto, un agujero negro es como una especie de trampa para insectos o como uno de esos moteles que hay en los Estados Unidos en los que duermes en una tienda de campaña. Si te acuerdas del motel de Norman Bates, entenderás a qué nos referimos. Puedes entrar, pero salir es otro cantar...

## Los agujeros negros no tienen pelo

Como vimos en el capítulo 5, la Relatividad General de Einstein presentó una serie de conceptos novedosos. Las matemáticas asociadas, conocidas colectivamente como *ecuaciones de campo de Einstein*, tienen un abanico de respuestas teóricas y científicos del todo el mundo comenzaron a trabajar sobre ellas inmediatamente. Algunos meses después de que Einstein presentara su teoría de la gravedad, la primera solución de las ecuaciones de campo que apareció describía un agujero negro.

El científico que dio con la solución era un soldado alemán que luchó en el frente ruso durante la Primera Guerra Mundial. El soldado, el astrónomo Karl Schwarzschild, obviamente, tuvo que abstenerse de la guerra de trincheras para resolver las cuestiones matemáticas que había planteado la Relatividad General de Einstein en relación con una pequeña masa esférica.

Los cálculos de Schwarzschild dieron como resultado una descripción matemática de un agujero negro estático o no rotatorio con un punto central. Se trata de un elemento poco habitual, ya que no tiene una superficie y, en su lugar, posee un límite más allá del cual nada puede escapar a las fuerzas gravitatorias del agujero negro. El límite es el punto de no retorno que nuestro explorador de agujeros negros describió anteriormente, conocido también con el nombre de *horizonte de sucesos*. En astronomía, el horizonte de sucesos es un límite esférico que rodea al agujero negro y, en recuerdo del hombre que lo describió por primera vez, el radio de este horizonte de sucesos se conoce como *radio Schwarzschild*. Por cierto, Schwarzschild sobrevivió a la guerra, pero contrajo una enfermedad y murió varios meses después. A veces, la vida es bastante injusta.



## OCHO

# Cómo vivir eternamente o el dilema del cuerpo y la mente

**P**ensándolo bien, sólo hay una certeza en esta vida y es el hecho de que vamos a morir. Pero ¿qué tal si la ciencia pudiera cambiar este destino?

En el transcurso de una vida apenas nos da tiempo a hacer unas pocas cosas: estudiar un poco, tener unas diez relaciones sentimentales y algunos hijos, unos cuantos trabajos y unas vacaciones para recordar. Durante el trayecto, el corazón palpitará unas mil millones de veces, veremos la televisión durante al menos tres años y pasaremos unos 100 días practicando sexo (a veces, puede que lo hagamos simultáneamente). Podremos tener mucho éxito, riqueza y glamour, o simplemente llevar una vida mediocre. No obstante, independientemente de cómo hayamos vivido nuestra vida y de lo que hayamos conseguido, el resultado siempre es el mismo: finalmente, morimos.

Pero ¿qué ocurriría si la vida no estuviera determinada por la biología? ¿Qué pasaría si pudiéramos vivir cien, doscientos, quinientos, un millón de años o eternamente? Piensa en todo lo que podrías hacer, el dinero que podrías ganar, los lugares que podrías visitar, las relaciones sexuales que podrías tener...

Actualmente, la esperanza de vida de nuestra especie es de unos 65 años para los hombres y de 70 para las mujeres. Las mujeres japonesas son las más longevas, con una media de edad de casi 85 años. En este sentido, los británicos salen un poco peor parados en este sentido, ya que, en promedio, las mujeres mueren a los 79 años, mientras que los hombres lo hacen a los 75. Sin embargo, hay buenas

noticias a corto plazo. Un reciente estudio efectuado por científicos de la Universidad de Cambridge sugiere que las personas, al menos en el mundo occidental, tendrán una esperanza de vida mayor y, por regla general, vivirán cien años en unas cuantas décadas.

Pero seguimos sin conseguir vivir para siempre, ¿verdad? Vivir cien años está muy bien, pero una vez que llegamos a esa edad, sinceramente nos gustaría prolongar nuestra existencia. Ahora bien, de nada sirve vivir eternamente si no podemos disfrutar de vez en cuando de las ventajas que ofrece un cuerpo joven. Y lo que es más importante, es necesario tener la mente en forma, puesto que de nada sirve alargar la vida si no podemos recordar quiénes somos. Por supuesto, puede que haya vida en el más allá, pero aun creyéndolo, ¿no sería estupendo permanecer en *esta* vida un poco más?

## ¿Quién quiere vivir para siempre?

Seremos sinceros contigo: no será fácil vivir para siempre. Para empezar, respetaremos los límites que establece la realidad. Existen muchas situaciones, algunas más probables que otras, en las que podrías cumplir tu sueño de alcanzar la vida eterna. Lo que ocurre es que los científicos no se han detenido a analizar los detalles.

Cabría dividir el problema en dos partes: el cuerpo y la mente. En lo que respecta al cuerpo, lo bueno es que los científicos saben más o menos cómo funciona, conociendo desde la forma en que la circulación sanguínea reparte oxígeno a todos los órganos, hasta qué procesos químicos tienen lugar en cada una de las células. Lo que queremos decir con esto es que la ciencia finalmente encontrará un medio para mantener el cuerpo vivo durante más tiempo, tanto si es mediante un tratamiento con terapia génica, como si se mejoran nuestras facultades mediante la cibernética, o a través de las aplicaciones de la nanotecnología.

Las células del cuerpo se sustituyen constantemente. Mírate la mano por un momento. Si te das cuenta, es totalmente distinta a la mano que tenías hace unos pocos años. Aun cuando tenga el mismo aspecto que antes y siga siendo tu mano, en ese tiempo casi todas las células han sido reemplazadas. Evidentemente, este hecho no te rebaja como individuo —sigues siendo la misma persona, con la misma personalidad y conciencia de ti mismo. Lo que siempre permanece intacto

es tu programa genético. Cuando una célula muere, se crea otra célula genéticamente idéntica para sustituirla.

No obstante, incluso si perdieras parte de ese ADN único, las cosas no cambiarían demasiado. Hay miles de personas en el mundo que llevan en el cuerpo partes de otras personas. Los trasplantes de corazón, pulmón, riñón y médula ósea introducen en el cuerpo células genéticamente extrañas. O bien, recuerda lo que explicamos en el capítulo 6. En la mayoría de los casos, el receptor no es menos persona por llevar en el cuerpo implantes artificiales.

De esta manera, lo que le ocurra a nuestro cuerpo no es tan importante; el secreto de vivir para siempre consiste en encontrar un modo de conservar nuestra mente o autoconciencia. Esto podría suponer «inyectar» nuestra mente en el cuerpo de otro, transferirla a un ordenador, o bien construir un cerebro artificial para alojarla en él. Pero antes de intentar siquiera abordar uno de los problemas más fundamentales de la ciencia —es decir, ¿qué es, en cualquier caso, eso que llamamos conciencia?— existe una preocupación más inmediata. El tiempo se agota.

## Congelar el problema

Cada minuto de cada día que pasa, la muerte está más cerca. Sinceramente, los científicos tienen ahora mismo muchos proyectos sobre sus platos Petri y las investigaciones sobre cómo conservar la conciencia no están, por el momento, en su lista de la compra. Por esta razón, nuestra prioridad inmediata es obtener más tiempo hasta que logren descubrirlo. Por el momento, la mejor tecnología de que disponemos no es tanto la conservación de la vida, sino simplemente nuestra propia conservación.

La *criónica* constituye un proceso que permite conservar a los seres humanos. Está en fase experimental, no ha sido probada aún y las personas que se someten a ella deben haber muerto con anterioridad. Sus defensores afirman que se trata de la última red antes de caer al vacío. Los detractores la consideran otra pseudociencia. No obstante, a diferencia de muchas de las áreas de investigación poco conocidas de la ciencia, la criónica tiene su base en la realidad científica. Antes de continuar, conviene que, en este caso, recuerdes que el optimismo ciego es un requisito indispensable.

La idea de la suspensión criónica consiste en conservar un individuo a una temperatura lo suficientemente baja como para evitar el deterioro celular. Se espera que generaciones futuras estén en condiciones de revivir a la persona, permitiéndole volver a la vida. Por supuesto, es muy probable que las futuras generaciones tengan mejores cosas que hacer que resucitar a los muertos.

La criónica se basa en el principio de la criogénesis, ciencia del frío extremo. Las bajas temperaturas ya se están utilizando para conservar embriones para emplearlos en programas de fertilización humana, así como para guardar el material genético de especies en peligro de extinción en bancos de ADN. La ciencia que subyace a todas estas investigaciones es bastante fiable y sabemos que tanto los embriones como el ADN pueden sobrevivir a este proceso. La cuestión es ¿podría sobrevivir el resto del cuerpo humano?



## Legalmente muerto



Dejando de lado el problema de que las cosas podrían no funcionar, existen numerosas cuestiones legales que dificultan el futuro de la criogénica. La más difícil de resolver es establecer qué significa exactamente la muerte. La definición puede variar de un país a otro y, en los Estados Unidos, de un estado a otro.

En términos generales, se dice que alguien está legalmente muerto cuando su cuerpo deja de funcionar y no hay nada que la ciencia médica pueda hacer. En la actualidad, esto implica la «muerte cerebral», si bien incluso esta definición está abierta a diversas interpretaciones en relación con la dualidad alma-cuerpo. Decidir el significado de la muerte también depende de los avances médicos en un momento dado. Hace cien años, las personas que dejaban de respirar por ahogamiento solían declararse muertas. Hoy en día, si son puestas a tiempo en manos de una persona que tenga nociones de primeros auxilios, tendrán posibilidades de sobrevivir.

Por el momento, la industria criónica tiene su sede en los Estados Unidos, lo que la somete a las leyes de ese país. Puesto que la criónica no aparece definida en el código legal norteamericano como «procedimiento para salvar vidas», cualquier «paciente» debe estar muerto antes de poder ser congelado. Si esto pudiera cambiar,



## LECTURAS RECOMENDADAS

En vez de volver a citar los documentos científicos que aparecen a lo largo del libro, preferimos enumerar una serie de lecturas recomendadas que constituyen libros de gran calidad. Lógicamente, existen muchas otras posibilidades, pero si deseas seguir con detenimiento los temas tratados a lo largo de los capítulos del presente trabajo, creemos que éstas son las mejores fuentes a las que puedes dirigirte.

*Hello, Dolly: el nacimiento del primer clon*, Gina Kolata (Ed. Planeta, 1988). Se trata de un maravilloso relato sobre los desarrollos científicos que hicieron posible el nacimiento de la oveja Dolly.

*La segunda oportunidad: la era del control biológico*, Ian Wilmut, Keith Campbell y Colin Tudge (Ediciones B, 2000).

*Genoma*, Matt Ridley (Punto de lectura, 2001) o cualquier otro libro de Ridley.

*Pasión por el ADN: genes, genomas y sociedad*, James D. Watson (Editorial crítica, 2002). Serie de ensayos escritos por el codescubridor de la doble hélice.

*Robot*, Rodney A. Brooks (Penguin). Escrito por el director del laboratorio de inteligencia artificial del MIT. Se trata de un libro muy interesante, escrito por alguien que forma parte de la vanguardia de la investigación en inteligencia artificial.

*Sistemas emergentes : o qué tienen en común hormigas, neuronas, ciudades y software*, Steven Johnson (Ediciones Turner, 2003). Fantástica introducción a esta fascinante rama de la ciencia.

*Computer*, Campbell-Kelly, William Aspray (Basic Books). Es uno de los pocos libros que existen sobre la historia de los ordenadores. Si estás interesado en estos temas, otra lectura recomendable es *Fire in the Valley*, Freiburger y Swaine (McGraw-Hill).

*The Physics of Star Trek*, Lawrence Krauss (Flamingo).

*Los viajes en el tiempo : y el universo de Einstein*, J. Richard Gott (Círculo de lectores, 2004). Algunos pasajes resultan un tanto complicados, pero, en general, constituye una lectura muy recomendable.

*The Future of Spacetime*, Stephen Hawking, Kip Thorne, Igor Novikov, Timothy Ferris y Alan Lightman (Norton). Como puedes suponer, viendo la lista de autores, es una colección de artículos. Se trata de una serie de entretenidos relatos sobre agujeros negros, ondas gravitatorias y viajes en el tiempo.

*How to Build a Time Machine*, Paul Davies (Penguin).

*La estructura de la realidad*, David Deutsch (Editorial Anagrama, 2002).

*En busca del gato de Schrodinger*, John Gribbin (Salvat Editores, 1988). De hecho, recomendamos cualquier libro científico de John Gribbin, ya que tiene la facultad de explicar las cosas de una forma simple.

*Agujeros negros y tiempo curvo*, Kip Thorne (Editorial Crítica, 1995). Trata el tema en profundidad, pero, en nuestra opinión, algunas partes del libro resultan muy difíciles para el lector medio.

*Consciousness*, Rita Carter (Weidenfeld and Nicolson). No hay muchos libros científicos realmente populares sobre la mente, pero éste está entre los mejores.

*Robot*, Hans Moravec (Oxford University Press). Interesante visión sobre el futuro o los desvaríos de un loco. Tú decides.

*The Five Ages of the Universe*, Fred Adams y Greg Laughlin (Simon and Shuster). Algunos pasajes resultan algo difíciles, pero se trata de una excelente guía sobre el desarrollo del universo a largo plazo.

Existen algunos libros de ciencia ficción que vale la pena mencionar: *La máquina del tiempo* (*The Time Machine*), de H. G. Wells; *About Time*, de Jack Finney (Simon and Shuster); *Yo, robot*, (*I, robot*), de Isaac Asimov; *La guía del autoestopista galáctico* (*The Hitchhiker's Guide to Galaxy*), de Douglas Adams; *¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?* (*Do Androids Dream of Electric Sheep?*) (también conocido como *Bladerunner*) de Philip K. Dick.. En relación con las películas que hemos recomendado en el libro, te aconsejamos que, para salvaguardar tu salud mental, evites ver *Viaje fantástico* (*Fantastic Voyage*) (Twentieth Century Fox) o, por lo menos, no acudas a verla sobrio. Hace treinta años resultaba cómica y, ciertamente, no ha mejorado con la edad.



## ÍNDICE ALFABÉTICO

*12 monos*, 164165

*2001: una odisea en el espacio*, 67

### A

aceleración, 86, 150, 153, 158, 159

acrecentamiento, discos de, 228, 229,  
230, 233, 234

Adams, Douglas, 189

ADN (ácido desoxirribonucleico), 9  
definición y descubrimiento, 10  
y la clonación, 4, 17, 20, 21, 23,  
24, 129

y la terapia génica, 111, 122

ADN basura, 118

mitocondrial, 15

transgénica, 136

*Agrobacterium*, 136

agujeros de gusano, 162, 163, 167-  
172, 178

agujeros negros, 167, 169, 178, 218-  
221

acústicos, 242

artificiales, 242

cazadores de, 227-231

como estrellas de la muerte,  
221-227

de tipo helio, 243

estelares, 229, 232

mini, 241, 245

ópticos, 242-247

radiación brillante, 241

singularidades, 221

supermasivo, 232

teoría cuántica de los, 241

tipo Kerr (rotatorios), 162, 221

tipo Schwarzschild (no rotatorio),  
220, 221

alienígenas, 5, 168, 225

Allen, Woody, 254

alma, 109

aminoácidos, 125

AMP-quinasa, 116-117

antigravedad, 172-174

Antinori, Severino, 29, 31

apetito, control del, 115-118

aprendizaje, 58-59, 109

Armageddon, 275

ARN (ácido ribonucleico), 125, 126  
 arroz dorado, 139  
 artificial, inteligencia (IA), 42-43, 44,  
 46-47, 67, 258, 264, 269  
 amenaza para la humanidad, 67-68  
 ascendente, 48, 56-57, 70  
 descendente, 48-53, 70  
 enfoque evolutivo, 59, 60  
 Asimo, robot, 72-73  
 Asimov, Issac, 43, 73, 287  
 Aspect, Alain, 98  
 asteroides, 235, 274-275  
 ataque de los clones, 5  
 atómicos, relojes, 155  
 átomos, 87-88, 98, 107-109, 210  
 ATP (adenosín-trifosfato), 116, 212  
*Atrapado en el tiempo*, 164-165  
 autoconsistencia, principio de la, 166  
 Avanzada, Tecnología Celular (ACT),  
 21, 22-23  
 aviones espías, robótica, 68  
 azúcar, 8, 11, 62, 117

## B

Barlow, Horace, 271, 272  
 Bell, John, 97  
 Bennett, Charles, 99-101, 103, 106  
 Big Bang, 175, 179, 241, 245  
 Bill y Ted, la excelente aventura de,  
 177  
 bits, 50, 104  
*Blade Runner*, 44  
 blancas, enanas, 225

Bohr, Niels, 88, 89, 91  
 Boisselier, Brigitte, 31, 33  
 Bond, James, 122-123  
 booleana, lógica, 50  
 Bose-Einstein, condensado, 242  
 Briggs, Robert, 10  
 burbuja, niños, 124  
 Burnell, Jocelyn Bell, 226  
 bytes, 50

## C

calvicie, 122, 140, 221  
 Campbell, Keith, 13, 14, 35  
 Câpek, Karel, 43  
 carbón, copia de (CC), 17-18  
 carbono, nanotubos de, 212  
 Carlsson, Andrew, 171  
 Carroll, Lewis, 146  
 Casimir, fuerza de, 173  
 causalidad, 164-166  
 ceguera de cambio, 265  
 ceguera por déficit de atención, 265  
 cerebral,  
     cirugía, 261-262  
     corteza, 261, 266  
 cerebro, 35, 42, 199  
     frenología, 199-201  
     y la cibernética, 196-198, 250  
     y la conciencia, 250-251, 253, 258-  
     261  
     y la visión, 261  
 cerradas, curvas temporales (CTC),  
 162-164

- cibernéticos, dispositivos; injertos realizados en el sistema nervioso, 184-189, 190-193
- Clarke, Arthur C., 258
- clonación, 1-39
- Clonaid, 27, 31, 32, 33
- clones, guerras de los, 22-23
- cóclea, implantes de, 181, 185-186
- complejidad, ciencia de la, 64-65
- Compton, Arthur, 90
- conciencia, 251-261
  - elementos de la (qualia), 264
  - evolución, 267-271
  - ilusión, 265, 269
  - problema de la vinculación, 262, 268
- conjetura, proyección cronológica de la, 171, 172
- conservación, 19-22
- Contact*, 168-172
- control remoto,
  - de ratas, 198-199
  - de robots, 197
- cósmica, cuerda, 178-179
- Crichton, Michael, 4, 67, 213
- Crick, Francis, 11, 263
- criónica, 251-254, 255, 257
- cristales no lineales, 68
- cromosomas, 9, 11, 23, 30
- cuántica,
  - encriptación, 106-107
  - espuma, 168
  - teoría, 80-109, 144-146, 168, 176
- cuántico, teletransporte, 80-82, 99-105, 109
- cuánticos, ordenadores, 104-105
- cuantos, 83, 84, 86, 90
- cuerdas, teoría de las, 174-176
- cuerpo, 111, 114
  - inmortal, 273-274
- CyberGlove (ciberguante), 197
- cyborgs, 183-215
  - barreras, 215
  - y formas de vida superiores, 215
- Cyc, 55-56
- Cygnus X-1, 232-234
- D**
- Daleks, 183
- Dark Angel*, 122
- Davies, Paul, 178, 180
- De Broglie, Louis Victor, 90
- Deep Impact*, 270
- dendritas, 47
- Deutsch, David, 104
- diabetes, 35, 114, 117
- Dick, Philip K., 146
- dietéticas, píldoras, 116-117
- Doctor Who*, 177, 184
- dodos, 19
- Dolly, la oveja, 8-9, 14-15, 22, 29-31
- dormilón, El, 254
- E**
- Einstein, Albert, 46
  - cruz de, 161

- ecuaciones de campo de, 162, 170, 220-221
- Teoría Especial de la Relatividad, 99, 150-155, 157, 162
- Teoría General de la Relatividad, 150, 157-160, 167, 179, 219
- Einstein-Rosen, puente, 167, 221
- electroactivo, polímero, 206, 209, 210
- electromagnético, espectro, 82
- electromagnetismo, 174
- electrones, 86, 88, 89, 98
- Elohim, Yahweh, 32
- emergencia, 63, 65, 70
- en peligro de extinción, especies, 19-22, 252
- encriptación, cuántica, 107
- energía del cuerpo, 114
- enfermedades,
  - genéticas, 118, 126, 127
  - zoonosis, 36
- Engelberger, Joseph, 42
- Enigma, 46, 108
- entorno, 2-3, 54-55
  - véase también* conservación
- EPR, paradoja, 97-99
- ESA (Agencia Espacial Europea), 228, 229, 240
- escape, velocidad de, 219
- espacial, viaje, 77, 157
- espacio-tiempo, 154, 158, 160, 161, 163, 167, 179, 221
- espaguetificación, 218
- espectrógrafos, 231
- esperma, 128
- estrellas, 150, 160, 175, 219
  - muertas, 224
- ética, 28, 37, 140
- eugenesia, 128-130
- Eva («clon humano»), 32
- evento, horizonte de, 220, 226, 228, 233, 241
- Everett, Hugh, 145
- evolución, 20, 59, 271, 272
- exótico, material, 170, 172, 174, 179
- Expediente X*, 146-147
- experto, conocimiento, 54-55
- extintas, especies, 24
- ## F
- facilidad de uso, 186
- fármacos, cultivo de, 139
- Feynman, Richard, 93
- fiesta del muerto congelado, 257
- Finney, Jack, 180
- físico, ejercicio, 113
- fotoeléctrico, efecto, 85, 87
- fotones, 80, 86, 91, 102, 105-109
- fotorreceptores, 204-205
- Fourier, análisis de, 92
- Franklin, Rosalind, 11
- frenología, 199
- fuentes de rayos X ultraluminosas (ULX), 237
- Furusawa, Akira, 105
- Futurama*, 254



## G

galaxias, 228-229, 231  
 Galilei, Galileo, 85  
 Galton, Francis, 128  
 Garis, Hugo de, 75  
 GATA-2/GATA-3, genes, 121  
 Gattaca, 11  
 gemelos, 2, 5, 6, 9, 34  
     paradoja de los, 155, 162  
 genes,  
     cultivos modificados genéticamente, 138  
     marcadores genéticos, 136  
     mutación de, 121  
     patente de, 134-134  
     transferencia de, 136  
 Genetic Savings and Clone, 18  
 genética, 1-39  
     clonación, 123  
     variación, 60  
     enfermedades, 3, 118, 122, 127  
 genéticos, algoritmos, 59-75  
 génica, terapia, 111, 122-124, 126, 127, 128, 136, 250  
 genoma, 23, 118-120, 139-141  
     humano, 11, 118-120, 123, 127, 141  
     y retrovirus, 124-126  
 Geron Corp, 22  
 gestión, 64-65  
 Gilliam, Terry, 164  
 global, teoría del espacio de trabajo, 272

Gödel, Kurt, 162  
 Gott, J. Richard, 179  
 grasa, 18, 112-114, 120, 210  
 gravedad, 172-176  
     de las estrellas, 219, 220, 221  
     de los agujeros negros, 220, 227  
     ley de Newton, 85  
     teoría de Einstein de, 150, 158, 159-161, 162, 175  
 gravitatorias, ondas, 158, 238-240  
 Greenfield, Susan, 270  
 Groening, Matt, 254  
*Guerra de las Galaxias, La*, 2, 5, 207  
*Guía del autoestopista galáctico, La*, 189, 194, 254, 287

## H

Habitación china, argumento de la, 45-47  
 hadrones, 89, 244  
 Hafele-Keating, experimento, 156  
 Hall, Jerry, 34  
 háptica, 196-197  
 hardware evolutivo, 61  
 Harris, Robert, 146  
 Hawking, Stephen, 171, 172, 233, 241  
     radiación de, 241, 243, 245  
 Heisenberg, Werner, 92, 172-174  
 helio-3, 243  
 Hewish, Antony, 225  
 hidrogel, 206  
 hipocampo, 201-202  
 hipotálamo, 115

hipótesis de la tierra rara, 279  
 Holodecks, 198  
*hombre con dos cerebros*, *El*, 194  
 Hombre sin cuerpo, *El*, 78  
 hombrecillos verdes, 225  
 homosexualidad, 46-47  
 Honda, 72  
 Honolulu, técnica de, 28  
 hormigas, 61-63  
 Hubble,  
     constante, 280  
     telescopio espacial, 229-231, 233  
 Huxley, Aldous, 4

**I**

*IA*, 44  
 Idaho Gem, 18-19  
 impuestos, 254  
 in vitro, fertilización (IVF), 6, 16, 18,  
     252  
 incertidumbre, 91, 93, 99, 173  
 Índice de Masa Corporal (IMC), 112,  
     113  
 infertilidad, 31, 34  
 Infigen, 22  
 inmortalidad, 249-283  
 inmunodeficiencia combinada severa  
     (SCID), 124  
 inmunológico, sistema, 203-207  
 Integral, 228  
 interferencia, patrones de, 81  
 interferómetros, 239  
*Invasión de los ultracuerpos*, 5

**J**

Joyce, James, 90  
 julios, 114  
 Júpiter, 174

**K**

K-bot, 68-70  
 Kerr, Roy, 162, 221  
 King, Thomas, 10  
 Kismet, 69  
 Kubrick, Stanley, 67

**L**

Langelaan, George, 78  
 Laplace, Simone de, 219  
 Leonardo da Vinci, 43  
 leptina (hormona de la grasa), 115,  
     120  
 leptones, 89  
 Levin, Ira, 4  
 Lewis, C.S., 143  
 LIGO (Observatorio de Ondas  
     Gravitatorias de Interferómetro  
     Láser), 240  
 limo, 61-63  
 linfa, 205  
 linfocitos, 205  
 LISA (Antena Espacial de  
     Interferómetro Láser), 240  
 lobotomía, 262  
 lóbulos frontales, 262  
 lógicas, puertas, 48, 50-51  
 Lorentz, transformación, 155

luz, 81-87  
 composición de la luz blanca, 81, 86  
 dualidad onda-partícula, 83, 90  
 interferencia, 154, 180-183  
 naturaleza de la, 81  
 ondas, 82, 90  
 Teoría Especial de la Relatividad, 150-155  
 Teoría General de la Relatividad, 157-160, 167  
 velocidad de la, 99, 101, 150-153, 219

## M

M, teoría, 176  
 mamuts, 24  
*máquina del tiempo, La*, 153, 165, 176  
 marcadores genéticos, 136  
 marcos de referencia, 150, 154, 155, 156  
 masa, 112, 138, 155, 158, 160, 175  
 Massachusetts, Instituto de Tecnología de (MIT), 66, 69, 70, 168, 189, 197, 245, 267  
 materia oscura, 235, 247  
 Matilda, la oveja, 30  
*Matrix*, 209  
 MC4R, gen, 121  
 McFadden, Johnjoe, 268  
 memoria, 199-203  
 mente,  
     conservación criónica, 255  
     inmortalidad de la, 273

meteoritos/meteoroides/meteoros, 274  
 Michell, John, 219  
 Michelson, Albert, 153, 239  
 micromanipulador, 25  
 miosina, 208  
 Missiplicity, proyecto, 17-18  
 Mitchell, Edward Page, 78  
 mitocondria, 15, 47, 209-210  
*momento*, 96  
 Moniz, Antonio, 261-262  
 Monsanto, 130-133  
 Moore, ley de, 105  
 Morley, Edward, 154  
 Morstøl, Bredo y Trygve, 257  
 Mosca, La, 78  
 movimiento, leyes de Newton del, 85  
*Muere otro día*, 123  
 muerte, 250-254  
 Mullis, Kary, 23  
 multiversos, 144, 145, 146  
 Murray, Bill, 163  
 músculo, artificial, 207-209  
 mutágenos, 123

## N

nanotecnología, 210, 212-213, 250  
 NASA, 204, 212, 229, 230, 233  
 natural, procesamiento del lenguaje, 54, 68  
*Nature*, 13, 15, 62, 105, 106, 195  
 nervioso, sistema, dispositivos de implantes cibernéticos, 186-192, 193-194, 198-199

- neurales, redes, 202  
 neuronal, sincronía, 268  
 neuronas, 56-59, 75  
 neurotransmisores, 48, 270  
 neutrones, 89  
     estrellas de, 224, 225, 226, 233  
 Newton, Sir Isaac, 81, 85, 91, 153, 158, 161, 219  
*Niños del Brasil, Los*, 2, 4  
 no localidad, 97  
 nuclear, transferencia, 9, 10, 13, 16, 17, 25  
 nucleótidos, 11
- O**
- obesidad, 112, 115, 118, 120, 121, 133  
 objetos cercanos a la Tierra, 274-275  
 Observatorio de rayos X Chandra, 228, 238  
 oído, cyborg, 185-186  
 onda, funciones de, 92  
 ondas, ecuación de las, 91, 145  
 opioides, 117  
 ordenadores, 41-42, 44-45, 57-58, 68, 258, 260  
     cuánticos, 104-105  
     realidad generada por, 259  
 órganos, trasplantes de, 36, 194  
 óvulos, humanos, 6, 14, 17, 26, 27
- P**
- pantallas «heads-up», 188  
 paralelos, universos, 144-149, 172  
*Parque Jurásico*, 4  
 partículas, aceleradores de, 244  
 patentes, 134-135  
 p-branas, 176  
 Perceptron, 56-57, 58  
 pérdida de peso, 113, 116, 127  
 perros, 17-18  
 persistente, estado vegetativo (PVS), 253  
 personales, asistentes digitales (PDA), 188-189, 214  
 peso corporal, 111-118  
*Physical Review Letters*, 79, 99, 170, 179  
 píxeles, 57  
 Planck, Max, 83, 84, 86, 213  
     constante de, 85  
*planeta prohibido, El*, 49  
 población, explosión de la, 256  
 Podolsky, Boris, 96  
 polarización, 102, 103  
 polimerasa, reacción en cadena (PCR), 23  
 polímeros, 206  
 principio de conservación del momento, 97  
 principio de equivalencia, 159  
 probabilidad, 91-93  
 propagación retroactiva, 59  
 proteínas, humanas, 36  
 proteínica, terapia, 124, 126  
 protones, 89  
 púlsars, 225

## Q

quarks, 89  
 quasares, 225, 234  
 qubits, 104, 105  
 QWERTY, teclados, 53

## R

radiación, 122, 149, 223, 225, 229  
 Raeliano, Movimiento, 31, 32, 33  
 realidad,  
     generada por ordenador, 259  
     percepción de, 264-265  
 Regreso al Futuro, 166, 178  
 Relatividad, 87  
     Teoría Especial de la, 150-155, 157,  
         162  
     Teoría General de la, 150, 157-160,  
         167, 179, 219  
 reposo, tasa metabólica de, 114  
 retina, 204, 205, 265  
 retrovirus, 125, 126, 127, 130  
 ribosomas, 125  
 robots que caminan, 70-71  
*Robots universales*, 43  
 robots, 41-75, 196-199, 254  
 Roddenberry, Gene, 78  
 ropa inteligente, 189-190  
 Rorvik, David, 27  
 Rosen, Nathan, 96  
 Roslin, Instituto, 8-9, 13, 22, 29  
 Rossi, Explorador cronológico de  
     rayos X, 229

Rutherford, Ernest, 88

Ryder, Oliver, 20

## S

Sagan, Carl, 168, 169, 170  
 SAGE, red, 187  
 Sagitario A\*, 236  
*Salto cuántico*, 81  
 San Diego, zoo congelado, 20  
 Schrödinger, Erwin, 91-96, 145  
 Schwarzschild, radio, 220  
*Science*, 3, 15, 30  
 Searle, John, 45  
 Seed, Richard, 31-32  
 segundos, 149  
 sexual, reproducción, 6  
 SHRLDU, 53  
 siete enanitos (robots), 64  
 sinapsis, 48, 259  
 sirvientes, robots, 41-42, 71-74  
 Sistema de colisión de hadrones  
     (LHC), 244  
*Sliders*, 146, 167  
 SNP (polimorfismos nucleótidos  
     individuales), 118  
 social, robótica, 68  
 Sol, 154, 160, 175, 222-224, 234  
 solar, sistema, 234  
 solares, masas, 232  
 Sony, 72  
 Spemann, Hans, 9, 11  
*Spiderman*, 122

*Star Trek*, 43, 50, 66, 77-80, 101, 147,  
204, 212

*Stargate SG-1*, 146

Stillman, Robert, 34

sueños, 74, 272

supercuerdas, teoría de las, 175-176

supernovas, 224

superposición de estados, 94

suspendida, animación, 253

## T

tacto, 196-198

TARDIS, 177

Tasmania, tigres de, 23-24

teleservicios, 73

teletransporte, 77-109

temporal, dilatación, 155

teoría de los mundos alternativos,  
144-147

terapéutica, clonación, 37, 129

*Terminator*, 67

termogénesis, 114

Thorne, Kip, 169, 170, 172, 233

tiempo, 149-189

Tierra, 118, 138, 149, 157, 160,  
168

totales, eclipses, 160, 222

traducción, 54, 126

transcripción, 125

*túnel del tiempo*, *El*, 177

Türing, Alan, 44, 45, 54, 56, 70

## U

ultravioleta, catástrofe, 84

*Un mundo feliz*, 4

universo, abierto (expansivo), 280

universo, cerrado, 280

universo, plano, 281

universo, rotatorio, 162

## V

Vía Láctea, 232, 235, 236, 240

viaje en el tiempo, 144, 149-150, 155,  
157, 162, 281

*Viaje fantástico*, 87, 212

vida, esperanza de, 248

VIH, 205

vinculación, el problema de la,  
262, 268

violencia, 3

virtuales, partículas, 173

visión ciega, 265-267

vitamina A, 139

Vorilhon, Claude, 32

## W

Wabot-1/Wabot-2, 72

Warwick, Kevin, 190, 191, 196

Watson, James, 11, 129

Weiskrantz, Larry, 265

Wells, H. G., 129, 153, 176

Wheeler, John, 145, 167, 219

Wilkins, Maurice, 11

Willadsen, Steen, 12

Wilmot, Ian, 13, 29, 35

## **X**

xenotrasplante, 36

XMM-Newton, satélite, 229, 237

## **Y**

*Yo, robot*, 43

Young, Thomas, 81, 91

## **Z**

Zavos, Panayiotis, 31

Zeilinger, Anton et al., (equipo de  
Innsbruck), 102, 103

zoonosis, 36