

PACK 16

TERMINATOR™

CONSTRUYE EL T-800

ESCALA
1:2

¡CREA EL
CYBORG MÁS
LEGENDARIO
DE LA
HISTORIA DE
LA CIENCIA
FICCIÓN!

STUDIOCANAL
A CANAL+ COMPANY

T1, TERMINATOR, ENDOESQUELETO y todas las representaciones del endoesqueleto son marcas comerciales de Studiocanal S.A.S. Todos los derechos reservados.
© 2023 Studiocanal S.A.S. © Todos los derechos reservados.

SALVATI

TERMINATOR™

CONSTRUYE EL T-800

PACK 16

+

ÍNDICE

ENSAMBLAJE DEL T-800.....	1
LEYENDAS DEL CINE DE CIENCIA FICCIÓN.....	16
CIENCIA DEL MUNDO REAL	28

EDICIÓN, DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN

Editorial Salvat, S.L.
C/ Amigó, 11, 5.º planta.
08021 Barcelona, España.

DIRECCIÓN GENERAL

Mauricio Altarriba

DIRECCIÓN DIVISIÓN FASCÍCULOS

Oscar Ferrer

DIRECCIÓN EDITORIAL

Sergi Muñoz

EDICIÓN

Javi Moreno

PRODUCT MANAGER

Anna Marro

HAN COLABORADO EN LA REALIZACIÓN DE ESTA OBRA COLECTIVA:

Edición: Andrew James, NAONO, SL.
Ensamblaje del T-800: Antonio Martínez
Corrección: Miguel Vándor
© 2024, Editorial Salvat, S.L.

T1, THE TERMINATOR, ENDOSKELETON, and any depiction of Endoskeleton are trademarks of Studiocanal S.A.S. All Rights Reserved. © 2024 Studiocanal S.A.S. ® All Rights Reserved.



ISBN: 978-84-471-4639-0 Obra completa
ISBN: 978-84-471-4640-6 Fascículos
Depósito legal: B 29188-2019
Printed in Spain

SERVICIO DE ATENCIÓN AL CLIENTE

(solo para España)
Para cualquier consulta relacionada con la obra:
Tel.: 900 842 421, de 9 a 19 h, de lunes a viernes.
Fax: 93 814 15 69
Correo: C/ Amigó, 11, 5.º planta.
08021 Barcelona, España.
Web: www.salvat.com
E-mail de atención al cliente:
infosalvat@mail.salvat.com

DEPARTAMENTO DE SUSCRIPCIONES

(solo para España)
Tel.: 900 842 840, de 9 a 21 h, de lunes a viernes.
Fax: 93 814 15 69
Web: www.salvat.com

Distribución España

Logista Publicaciones
C/ Trigo 39, Polígono industrial Polvoranca
28914 Leganés (Madrid)

Distribución Argentina

Distribuidor en Cap y GBA:
Distribuidora Rubbo
Río Limay 1600. C.A.B.A.
Tel.: 4303 6283 / 6285
Interior: Distribuidora General de Publicaciones S.A.
Alvarado 2118 C.A.B.A.
Tel.: (11) 4301-9970
E-mail: dgp@dgpsa.com.ar

Distribución México

Distribuidora Intermex S.A. de C.V.
Lucio Blanco n.º 435
Col. San Juan Tihuaca, Azcapotzalco
CP 02400 Ciudad de México
Tel.: 52 30 95 00

Distribución Perú

PRUNI SAC
Av. Nicolás Ayllón 2925 Local 16A
El Agustino - Lima
E-mail: suscripcion@pruni.pe
Tel.: (511) 441-1008

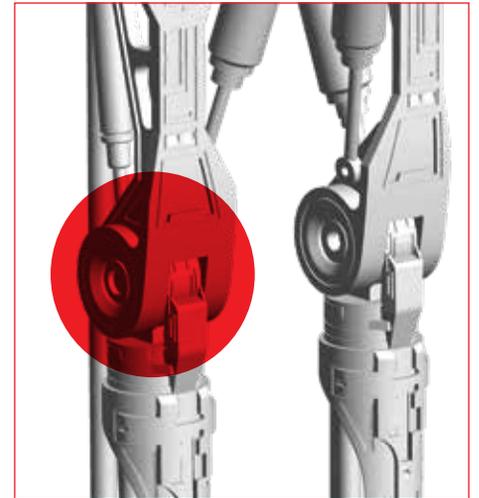
NOTA DE LOS EDITORES

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar, escanear o hacer copias digitales de algún fragmento de esta obra.

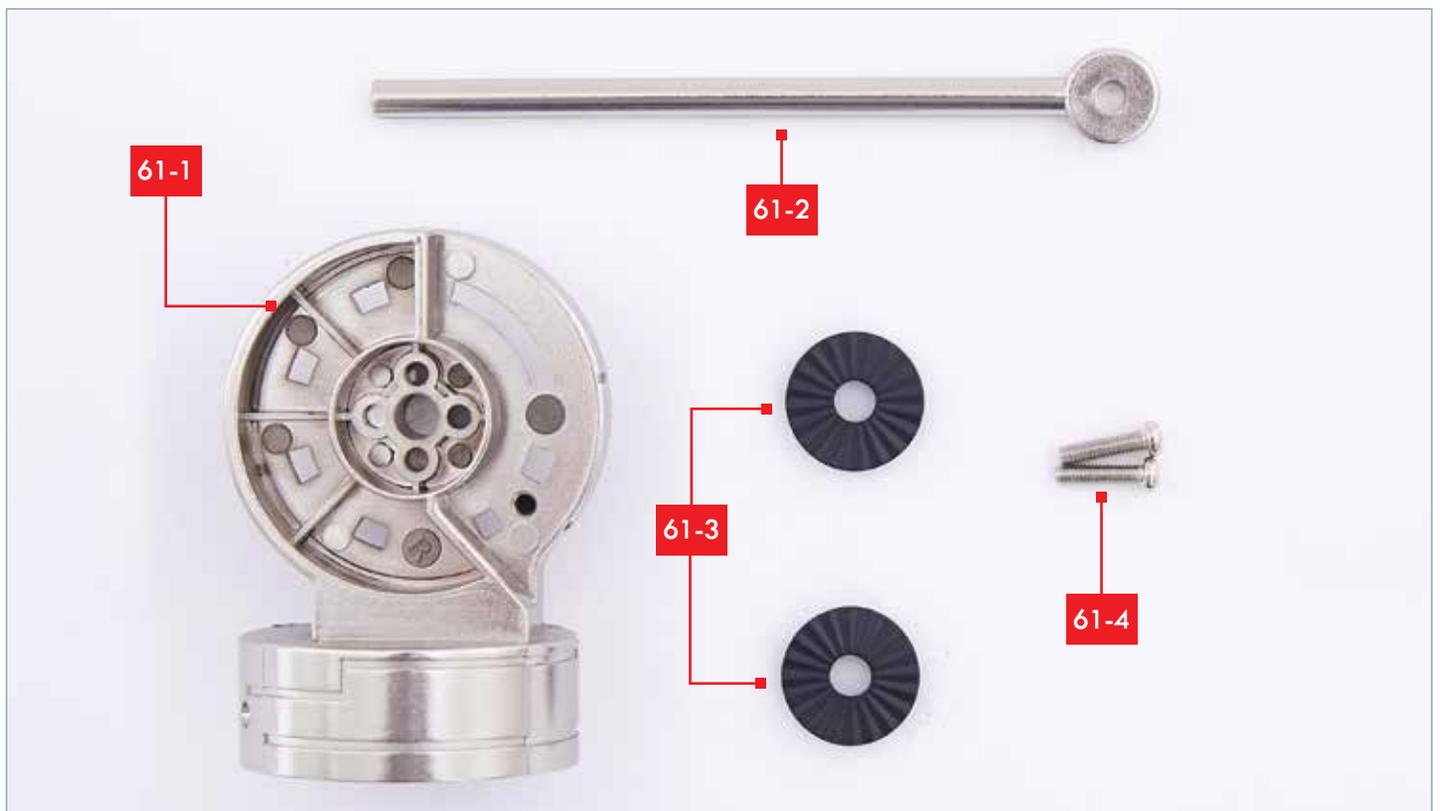
Está prohibida cualquier forma de comercialización individual y separada de la obra editorial fuera de los canales habituales de los editores que figuran en los créditos de los fascículos. El editor se reserva la posibilidad de modificar el orden y/o la periodicidad, si las circunstancias así lo exigieran. En caso de aumento significativo de los costes de producción y transporte, el editor puede verse obligado a modificar sus precios de venta.

La norma del editor es utilizar papeles fabricados con fibras naturales, renovables y reciclables a partir de maderas procedentes de bosques que se acogen a un sistema de explotación sostenible. El editor espera de sus proveedores de papel que gestionen correctamente sus demandas con el certificado medioambiental reconocido.

PARTE CENTRAL DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA DERECHA



En esta sesión iniciarás el ensamblaje de la parte central de la articulación de la rodilla derecha.



LISTA DE PIEZAS

61-1	Parte central de la articulación de la rodilla derecha	61-3	2 arandelas estriadas para la parte central de la articulación de la rodilla derecha
61-2	Tendón conector de la rodilla	61-4	2 tornillos PM de 3 x 12 mm (1 de repuesto)

NECESITARÁS...

Un destornillador de estrella de punta fina.

Pegamento instantáneo y un palillo para aplicarlo.



PASO 1

Coloca una de las arandelas estriadas **(61-3)** sobre la superficie de trabajo, con el dorso hacia arriba. Observa los cuatro soportes circulares (señalados con círculos azules en la imagen). A continuación, lee las instrucciones del paso 2. Después, con la ayuda de un palillo, aplica un poco de pegamento en los laterales de los cuatro soportes circulares de la arandela **(61-3)**.



PASO 2

Observa bien la parte central de la articulación de la rodilla derecha **(61-1)** e identifica, en el centro de la misma, los cuatro orificios (señalados con círculos azules) donde deberás encajar los cuatro soportes de la arandela estriada **(61-3)**.



PASO 3

Después de aplicar el pegamento en los soportes de la arandela **(61-3)** colócala en el medio de la parte central de la articulación de la rodilla derecha **(61-1)**, asegurándote de que los cuatro soportes queden totalmente encajados en los cuatro orificios de la articulación.



PASO 4

Voltea la pieza **61-1** de modo que tengas a la vista la otra cara de la misma y repite los pasos 1 y 2 para, después, encajar la segunda arandela estriada (**61-3**) en el centro de la pieza **61-1**.



PASO 5

Este es el aspecto de la parte central de la articulación de la rodilla (**61-1**) con la segunda arandela (**61-3**) colocada. Comprueba que esta queda completamente introducida en el alojamiento.



PASO 6

Coloca sobre la superficie de trabajo, además de la articulación, el tendón conector de la rodilla (**61-2**) y el tornillo PM de 3 x 12 mm (**61-4**). Asegúrate de que la articulación de la rodilla (**61-1**) está orientada como se muestra en la imagen. Localiza el punto de fijación del tendón conector (**61-2**) (señalado con un círculo azul en la imagen).



PASO 7

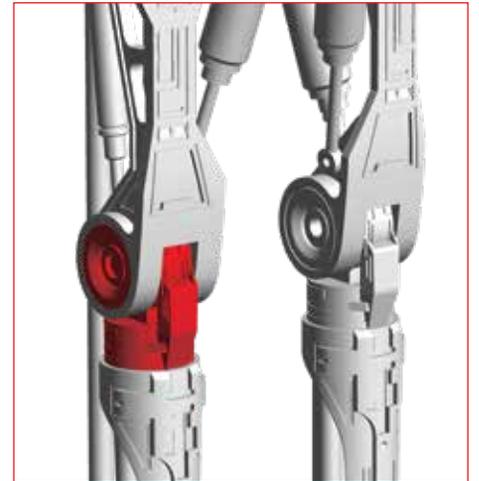
Sitúa el extremo circular del tendón conector **(61-2)** en la articulación **(61-1)**, tal como se muestra en la imagen, de manera que el orificio indicado en el paso 6 y el del extremo circular del tendón queden alineados. Fija el tendón **(61-2)** con el tornillo PM de 3 x 12 mm **(61-4)**. No lo aprietes demasiado, ya que la pieza tiene que poder moverse hacia abajo y hacia arriba, como indica la flecha azul en la imagen.



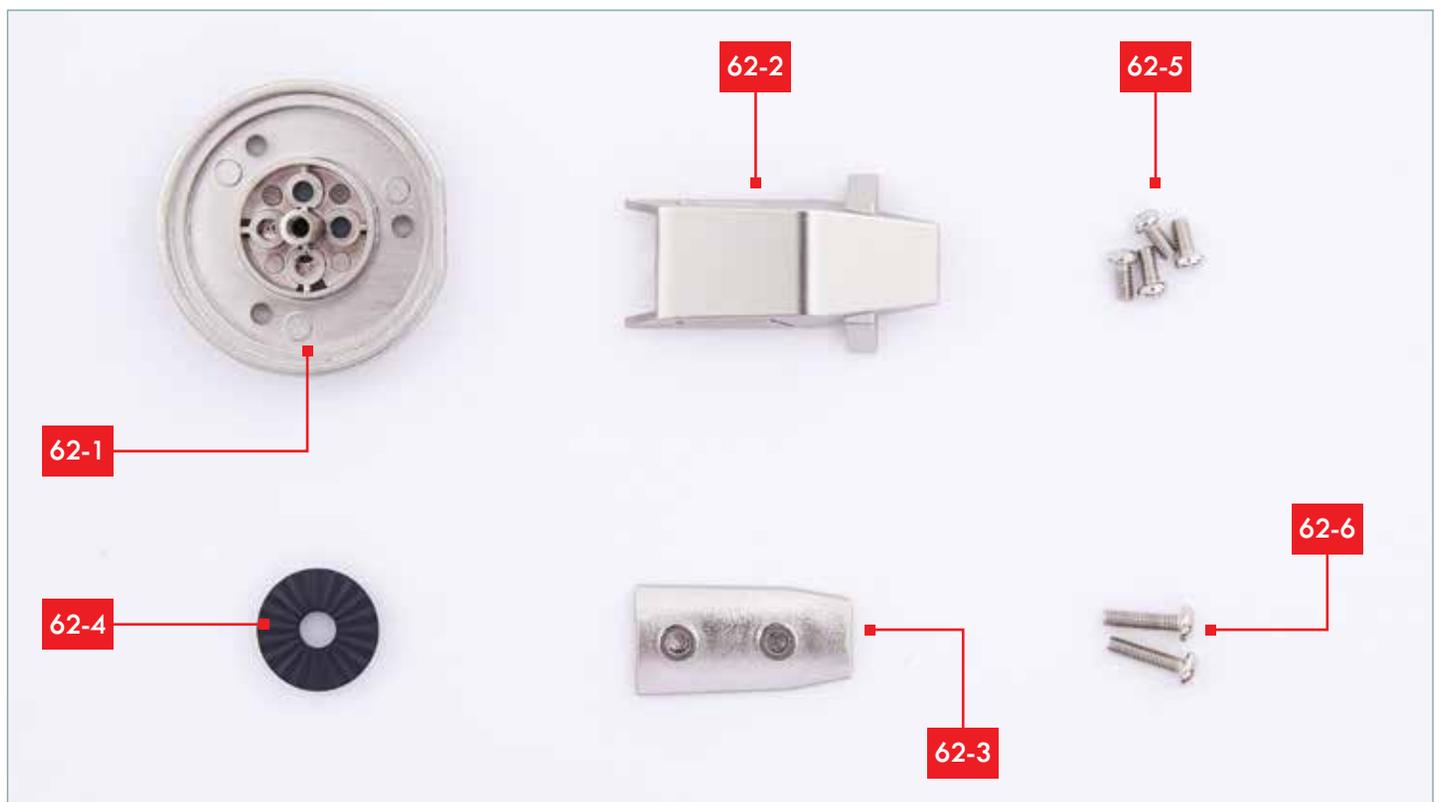
¡FASE COMPLETADA!

Este es el aspecto de la parte central de la articulación de la rodilla derecha después de esta sesión de ensamblaje.

NUEVAS PIEZAS DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA DERECHA



Completa la articulación de la rodilla derecha ensamblando todos sus componentes.



LISTA DE PIEZAS

- 62-1** Base de la articulación de la rodilla derecha
- 62-2** Parte exterior de la rótula derecha
- 62-3** Parte interior de la rótula derecha
- 62-4** Arandela estriada para la base de la articulación de la rodilla derecha
- 62-5** 4 tornillos PM de 3 x 6 mm (1 de repuesto)
- 62-6** 2 tornillos Allen PM de 3 x 12 mm (1 de repuesto)

NECESITARÁS...

Pegamento instantáneo y un palillo para aplicarlo.

Un destornillador de estrella de punta fina.

La llave Allen que recibiste con el fascículo 26.

El conjunto de tu T-800 y todos los grupos de piezas ensamblados hasta ahora.



PASO 1

Empieza con la base de la articulación de la rodilla derecha (**62-1**) y la arandela estriada (**62-4**). Observa los soportes circulares de esta última, que encajarán en los orificios de la base de la articulación (**62-1**). Después, aplica un poco de pegamento en los laterales de los soportes de la arandela (**62-4**).



PASO 2

Coloca la arandela estriada (**62-4**) en el centro de la base de la articulación de la rodilla derecha (**62-1**). Asegúrate de que los cuatro soportes de la arandela queden totalmente encajados en los cuatro orificios de la articulación.



PASO 3

Sitúa sobre la superficie de trabajo las dos partes de la rótula derecha (**62-2** y **62-3**), orientadas como en la imagen, y comprueba el encaje entre ambas: los dos salientes de la pieza **62-2** encajan en los orificios de la pieza **62-3**. Con un palillo, aplica un poco de pegamento en el interior de los orificios de la pieza **62-3**.



PASO 4

Después, encaja la pieza **62-3** sobre la pieza **62-2**, de modo que los salientes de esta última se introduzcan en los orificios de la primera.



PASO 5

Recupera el conjunto de la parte central de la articulación de la rodilla del fascículo 61 y comprueba que la pestaña de la parte superior de la rótula (**62-2/62-3**) y los dos salientes laterales encajan en los orificios correspondientes de la pieza **61-1** (flechas azules en la imagen).



PASO 6

Aplica un poco de pegamento en los laterales de la pestaña y en los salientes de la rótula (**62-2/62-3**) indicados en el paso 5.



PASO 7

A continuación, encaja la rótula (**62-2/62-3**) en la pieza **61-1**, en los puntos indicados en el paso 5.



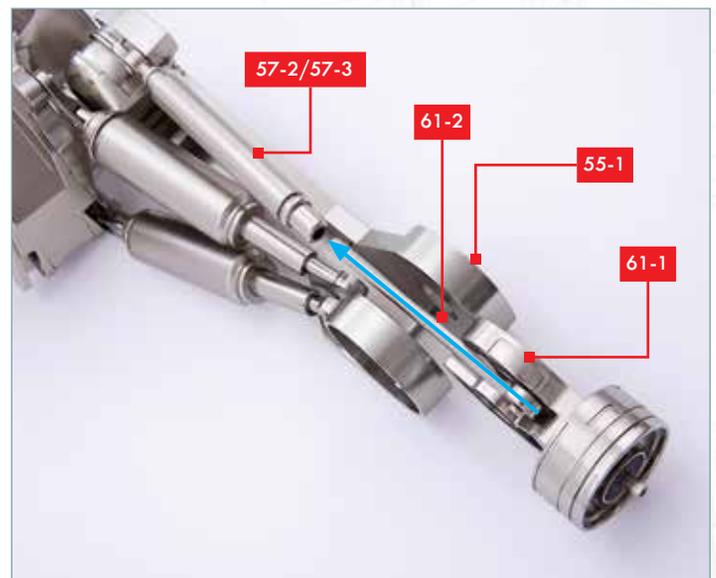
PASO 8

Recupera las piezas ensambladas en los pasos 1 y 2 y coloca el conjunto del paso 7 como se muestra en la imagen. Observa que la pieza **62-1** tiene una sección aplanada en el borde (flecha azul) que coincide con la parte que sobresale de la rótula (flecha roja), por lo que solo tiene una posición de ensamblaje.



PASO 9

Coloca la pieza **62-1** en la pieza **61-1** como muestra la imagen y fíjala con tres tornillos PM de 3 x 6 mm (**62-5**) (señalados con círculos azules en la imagen).



PASO 10

Recupera el conjunto de tu T-800 y colócalo sobre la superficie de trabajo boca abajo. Sitúa el conjunto ensamblado en el paso anterior de manera que la parte superior de la pieza **61-1** encaje entre los dos extremos circulares del muslo derecho (**55-1**). El tendón conector (**61-2**) debe quedar en la parte de arriba, orientado hacia el tendón (**57-2/57-3**) que acoplaste en el muslo en la entrega 58, e introducirse en su interior (flecha azul) a medida que encajas la pieza **61-1**.



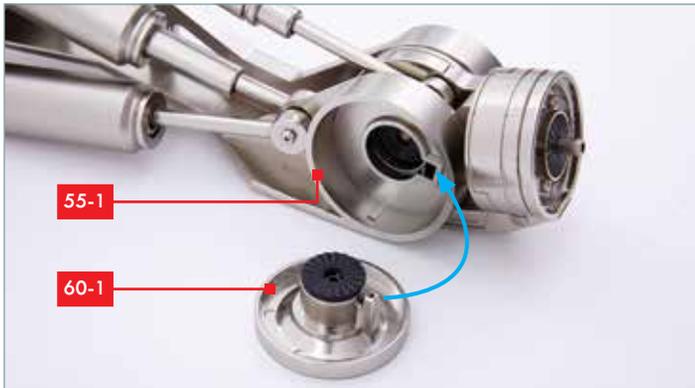
PASO 11

Este es el aspecto que debe tener la parte central de la articulación de la rodilla derecha una vez colocada y con el tendón completado.



PASO 12

Recupera las dos partes exteriores de la articulación de la rodilla derecha ensambladas en las entregas 59 y 60. Tu T-800 debe continuar colocado boca abajo.



PASO 13

Coloca primero la parte exterior izquierda de la articulación de la rodilla, la ensamblada en el fascículo 60. Observa que la pieza **60-1** tiene un soporte rectangular cuya forma coincide con la del orificio del muslo **55-1** señalado con una flecha azul en la imagen, por lo que solo tiene una posición de ensamblaje.



PASO 14

Después, coloca la parte exterior derecha de la articulación, la ensamblada en el fascículo 59. Observa que el borde de la pieza **59-1** dibuja un pequeño ángulo que coincide con la forma de su alojamiento en la pieza **55-1** (flecha azul), por lo que solo tiene una posición de ensamblaje.



PASO 15

Encaja las dos partes exteriores de la articulación en sus respectivos alojamientos del muslo. Fija el conjunto con el tornillo Allen PM de 3 x 12 mm (**62-6**) en el centro de la pieza **60-1**, apretado con la llave Allen del fascículo 26. Más adelante, deberás «jugar» con el apriete de este tornillo para dar más o menos resistencia a la articulación.



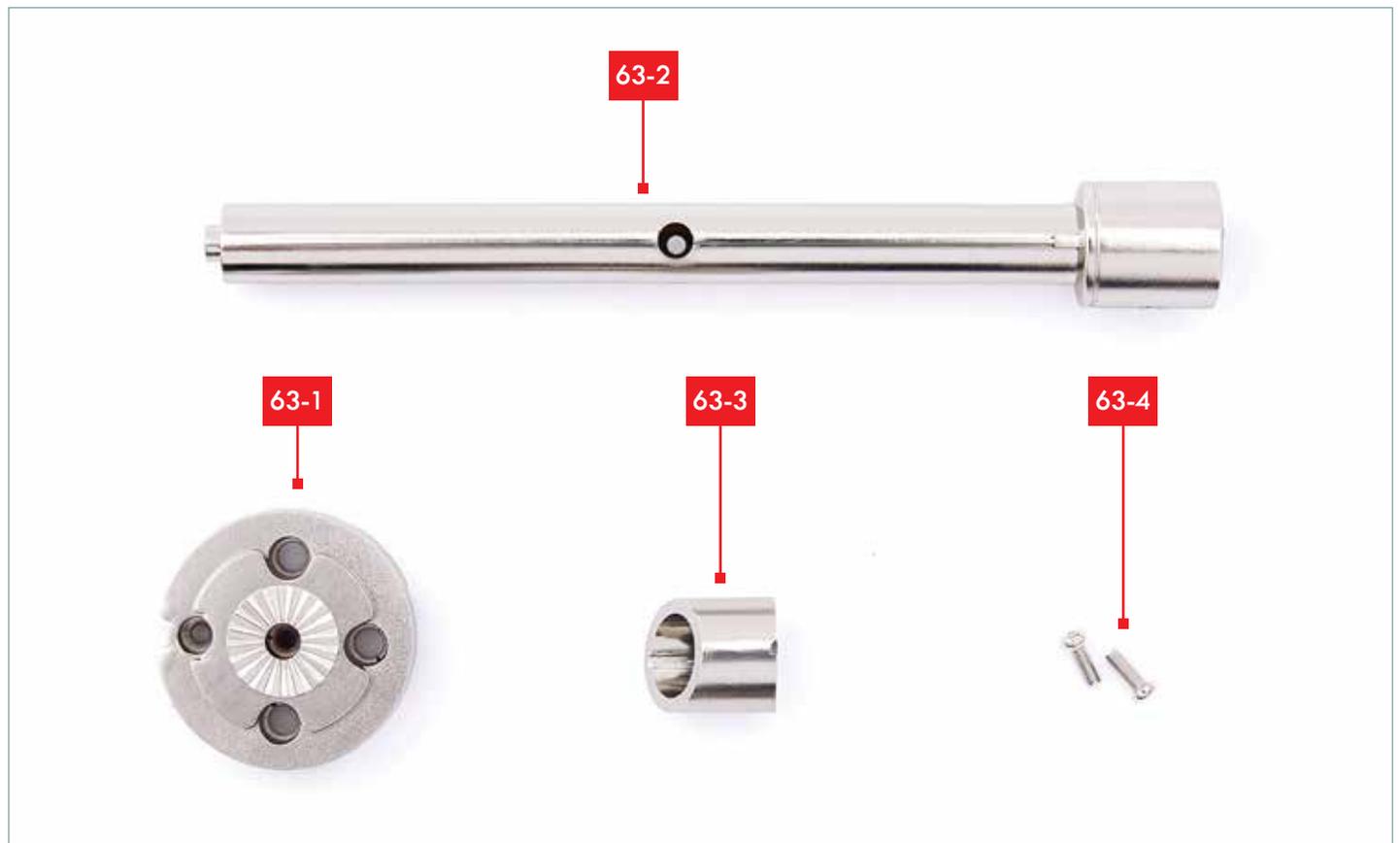
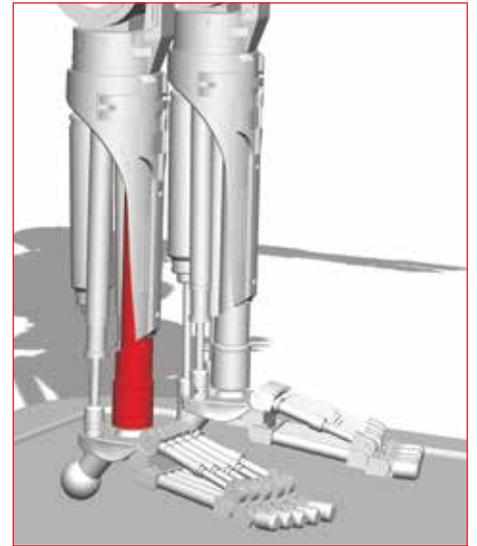
¡FASE COMPLETADA!

La articulación de la rodilla derecha ya está terminada, con la rótula y el tendón incluidos. Este es el aspecto que debe tener con el T-800 colocado boca arriba.



PRIMERAS PIEZAS DE LA PIERNA DERECHA

Empieza a ensamblar el hueso de la espinilla derecha, el núcleo alrededor del cual se construye la parte inferior de la pierna.



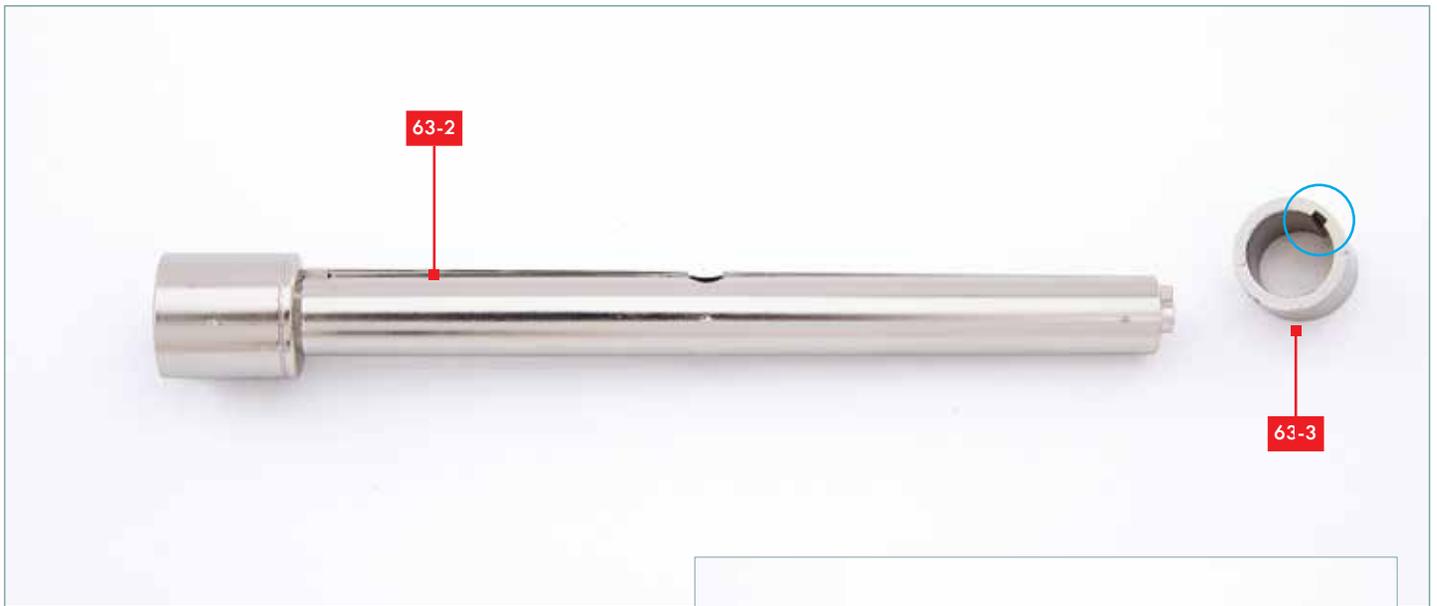
LISTA DE PIEZAS

63-1	Pieza de conexión con la rodilla derecha	63-3	Pequeña funda para la tibia
63-2	Tibia de la pierna derecha	63-4	2 tornillos PM de 3 x 8 mm (1 de repuesto)

NECESITARÁS...

Pegamento instantáneo y un palillo para aplicarlo.

Un destornillador de estrella de punta fina.



PASO 1

Coloca sobre la superficie de trabajo la tibia de la pierna derecha (**63-2**) y la funda (**63-3**). Observa que la pieza **63-2** tiene un nervio que sobresale a lo largo de un lateral y que en la pieza **63-3** hay una muesca (señalada en la imagen con un círculo azul) que coincide con la forma del nervio. Desliza la pieza **63-3** a lo largo de la tibia (**63-2**), hasta llegar a la base de la misma, como muestra la fotografía derecha, y comprueba que encaja del todo y correctamente.



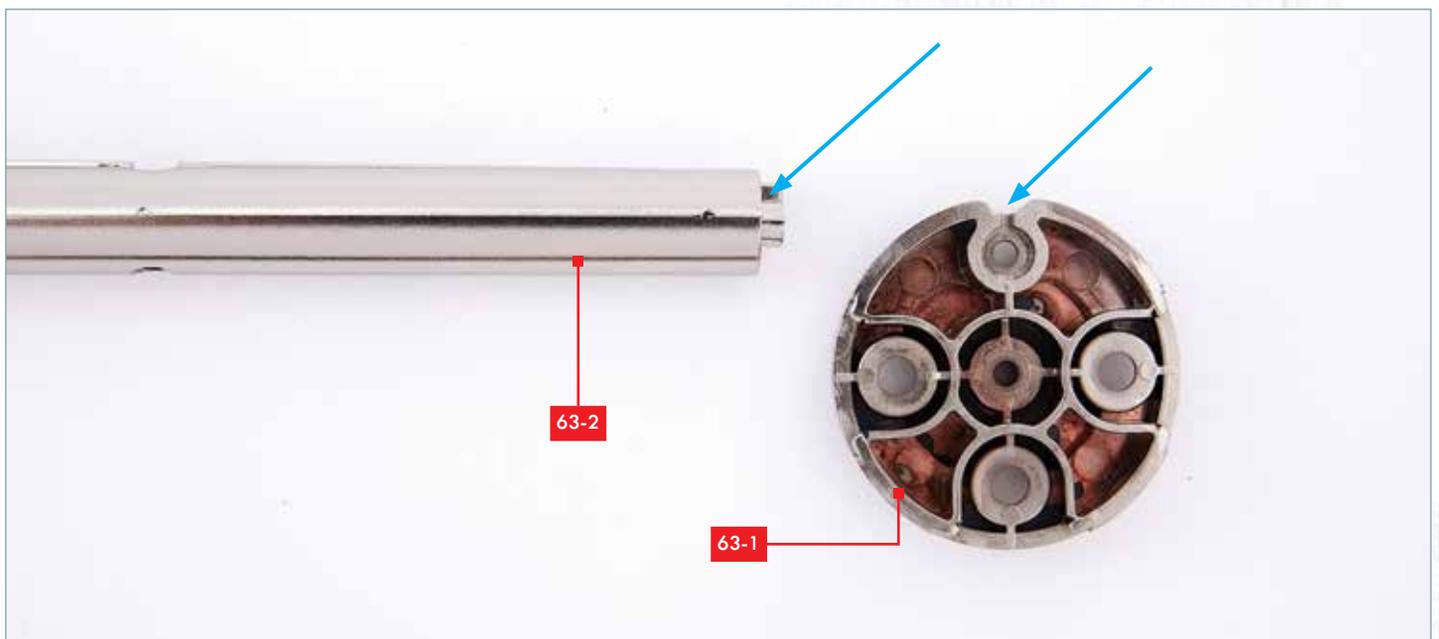
PASO 2

Extrae la pequeña funda (**63-3**) y, con la ayuda de un palillo, aplica un poco de pegamento en el extremo del nervio de la tibia (**63-2**), como se ve en la fotografía.



PASO 3

Desliza de nuevo la funda **(63-3)** por la pieza y fíjala en su posición, tal como muestra la imagen.



PASO 4

Coloca ahora sobre la superficie de trabajo la pieza de conexión con la rodilla derecha **(63-1)**. Observa el otro extremo de la tibia **(63-2)**: el soporte circular de la punta tiene un saliente que encaja en la muesca del orificio de la pieza **63-1** (en la imagen señalamos ambos elementos con flechas azules).



PASO 5

Encaja la tibia de la pierna derecha (**63-2**) en la pieza **63-1** como se muestra en la fotografía, de modo que el saliente del soporte de la tibia (**63-2**) encaje en la muesca del orificio de la conexión de la rodilla (**63-1**) (señalado con un círculo azul en la imagen). Después, fija ambas piezas con un tornillo PM de 3 x 8 mm (**63-4**).

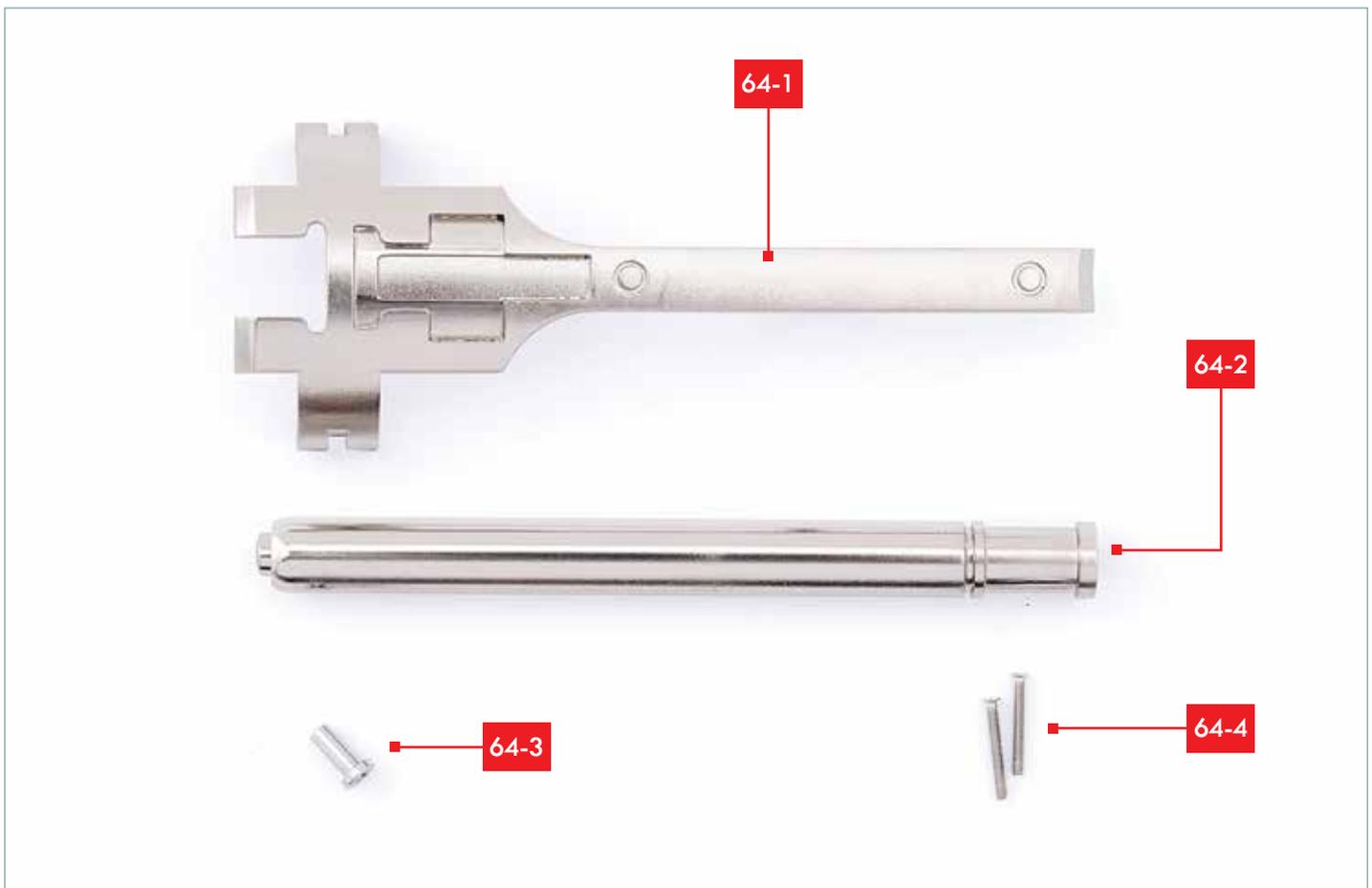
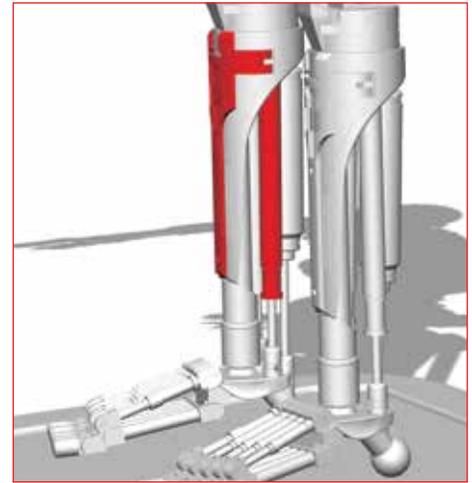


¡FASE COMPLETADA!

Las primeras piezas de la pierna derecha ya están ensambladas. Comprueba que queden tal como se muestra en la fotografía.

NUEVAS PIEZAS DE LA PIERNA DERECHA

En esta sesión fijarás un músculo al conjunto de la pierna derecha que ensamblaste en la entrega anterior.



LISTA DE PIEZAS

64-1	Parte exterior de la espinilla derecha	64-3	Casquillo para el tornillo
64-2	Primer músculo de la pierna derecha	64-4	2 tornillos KM de 2 x 16 mm (1 de repuesto)

NECESITARÁS...

El conjunto ensamblado en el fascículo 63.

Un destornillador de estrella de punta fina.

Unas pinzas.



PASO 1

Recupera el conjunto ensamblado en el fascículo 63 y colócalo sobre la superficie de trabajo.



PASO 2

Introduce el tornillo KM de 2 x 16 mm (64-4) en el casquillo (64-3).



PASO 3

Sitúa el primer músculo de la pierna derecha (64-2) junto al grupo ensamblado en el fascículo 63, orientado como se observa en la imagen y, a continuación, introduce el saliente circular que hay en el extremo del músculo (64-2), en el orificio de la pieza de conexión con la rodilla (63-1), tal como indica la flecha azul en la fotografía.



PASO 4

Introduce el tornillo (64-4) con su casquillo (64-3) por la parte exterior de la pieza (64-2), en el orificio al otro lado del cual está encajado el músculo (64-2), y apriétalo con el destornillador. El músculo (64-2) no debe quedar muy apretado, sino que debe poder moverse por su propio peso.



¡FASE COMPLETADA!

La pierna derecha de tu T-800 cuenta ya con una nueva pieza. Guarda bien la parte exterior de la espinilla para una próxima sesión.



JUDGE DREDD

El juez Dredd vive en carne propia lo que son las circunstancias atenuantes en esta primera adaptación del personaje de la revista de cómic 2000 AD.

Pese a su turbulento proceso de producción, *Judge Dredd* (*El juez* en Latinoamérica, *Juez Dredd* en España) es hoy una pieza icónica de la historia del cine. Con su magistral despliegue de efectos especiales y de vestuario, y con escenarios que parecen extraídos directamente de las páginas de un cómic clásico, la película catapultó al personaje del juez Dredd a la fama.

Estamos en 2139, en un mundo devastado por las crisis medioambientales. El juez Joseph Dredd trabaja para el Departamento de Justicia en una de las megaciudades en las que la humanidad se cobija para evitar la Tierra Maldita y donde los jueces desempeñan todos los papeles del proceso penal: agente, juez, jurado y ejecutor.

Sin embargo, el crimen se mueve a sus anchas en Mega City One. La juez Hershey se ve acorralada en un tiroteo de una *block war* (guerra de bloques), pero llega Dredd y entre los dos le ponen fin en unos pocos y brutales minutos. Para ocultarse del tiroteo, el *hacker* exconvicto Herman Fergie Ferguson se esconde dentro de un robot dispensador de comida, pero Dredd lo arresta por destrucción de la propiedad y luego lo sentencia a cinco años de prisión.

Mientras tanto, el juez Griffin ayuda al exjuez Rico a escapar de la cárcel donde cumple condena por corrupto. Rico regresa a Mega City One para poner en marcha un siniestro plan, pero antes reclama su uniforme de juez y su emblemática arma de mano, la Legisladora. Cuando un periodista crítico con las actuaciones de Dredd aparece asesinado, este es detenido y llevado a juicio. El tribunal lo declara culpable porque las Legisladoras marcan el ADN de su usuario en las balas disparadas, y el ADN hallado en la bala que mató al periodista es el de Dredd. El presidente del Tribunal Supremo, Fargo, renuncia a su cargo y aprovecha el deseo final que se le concede en su retiro para cambiar la sentencia de Dredd de pena de muerte a cadena



«CUANDO ESTÁS SOLO EN LA OSCURIDAD, LO ÚNICO QUE CUENTA ES ESTO, LA LEY... Y ESTARÁS SOLO, CUANDO JURES DEFENDER ESTOS IDEALES». (JUEZ DREDD)

perpetua. Fargo emprende entonces la «larga caminata» hacia la Tierra Maldita para «llevar ley a los sin ley», como manda la tradición cuando un juez se retira.

Griffin (que ahora es el presidente del Tribunal Supremo) y Rico fueron los que tendieron una trampa a Dredd para acusarlo del asesinato, y ahora Griffin ordena a Rico que siembre el pánico en Mega City. Mientras tanto, Dredd se reencuentra con Fergie en

ARRIBA: El juez Dredd [Sylvester Stallone] se prepara para aplicar todo el peso de la ley. [Fotografía: Moviestore Collection Ltd. / Alamy Stock Photo]



FICHA TÉCNICA

Director: Danny Cannon
Guion: William Wisher, Steven E. de Souza
Productores: Edward R. Pressman, Charles Lippincott, Beau E. L. Marks
Compositor: Alan Silvestri
Director de fotografía: Adrian Biddle
Editores: Alex Mackie, Harry Keramidas
Reparto: Sylvester Stallone (*juce Dredd*), Armand Assante (*Rico*), Diane Lane (*juceza Hershey*), Rob Schneider (*Fergie*), Joan Chen (*Ilsa*), Jürgen Prochnow (*juce Griffin*), Max von Sydow (*juce Fargo*)
Año: 1995
Duración: 96 min
Relación de aspecto: 2.39:1
País de origen: Estados Unidos

ARRIBA: Un Guerrero ABC atrapa a la jueza Hershey [Diane Lane] cuando la verdad sobre la conspiración sale a la luz. [Fotografía: Moviestore Collection Ltd. / Alamy Stock Photo]

el traslado a la colonia penal de Aspen, donde ambos son enviados. Durante el viaje, la nave que los traslada es derribada por el Angel Gang, una familia de bandidos caníbales que se llevan a Fergie y a Dredd a su morada en las grutas. Mientras los jueces investigan el accidente de la nave —con órdenes de eliminar a todos los supervivientes que encuentren—, Fargo llega a la gruta

donde viven los caníbales y salva a Dredd, pero resulta herido mortalmente. En su último aliento de vida, Fargo revela que Dredd y Rico son resultado del Proyecto Janus, un fallido programa genético secreto del Gobierno, que utilizó el ADN de Fargo para clonarlo y crear así una nueva generación de jueces perfectos. Dredd se da cuenta de que Rico usó el ADN idéntico que ambos comparten para implicarlo en el asesinato.

Mientras tanto, en Mega City One, Rico asesina a todos los jueces que puede con la máxima brutalidad. Griffin convence a los jueces del Consejo para que desbloqueen la información sobre el Proyecto Janus, con la intención de utilizar su propio ADN como base para la siguiente remesa de clones en lugar del ADN de Fargo. Después, Griffin ordena asesinar a los miembros del Consejo para impedir que interfieran en sus planes.

Dredd y Fergie entran a escondidas en Mega City One y, junto con Hershey, van a enfrentarse a Rico en los laboratorios secretos Janus, que se encuentran en el interior de la Estatua de la Libertad. De camino a la estatua, Fergie resulta herido por un robot Guerrero ABC y los dos jueces son capturados. Rico revela que pretende utilizar su ADN como patrón para un ejército de clones, y luego hace que el Guerrero ABC termine con Griffin. Mientras Dredd y Hershey luchan con un ejército de clones sin terminar, Fergie, aunque malherido, consigue *hackear* el robot y desactivarlo.

El laboratorio es destruido y Dredd persigue a Rico hasta lo más alto de la Estatua de la Libertad, donde luchan hasta que Rico cae al vacío y muere. Mientras tanto, en Mega City One se emite una grabación de las conversaciones y la pelea entre Rico y Dredd, lo que limpia el nombre de este último y le devuelve su honor. Finalmente, le ofrecen a Dredd el puesto de presidente del Tribunal Supremo, pero lo rechaza para volver a patrullar por las calles.

BEBÉS CRISPR

En la película *Judge Dredd* se revela que Dredd y Rico son hermanos, clones de Fargo, el presidente del Tribunal Supremo, pero no existe ningún parecido entre los tres personajes. Por lo que se ve en pantalla, el Proyecto Janus extrapola y crea diseños biológicos de niños que maduran con rapidez a partir de una secuencia genética obtenida por medio de una muestra de sangre.

Estamos todavía muy lejos de ese tipo de avances en la ciencia médica, pero el debate sobre la ética de los «bebés de diseño» se mantiene siempre como tema de actualidad. En noviembre de 2018, el investigador biofísico chino He Jiankui declaró haber creado los dos primeros bebés humanos editados genéticamente. Se trata de dos hermanas gemelas, Lulu y Nana, que al parecer son resultado de la aplicación de la tecnología CRISPR-Cas9 y que fueron diseñadas para ser inmunes al VIH (virus de inmunodeficiencia humana), del cual su padre era portador. El trabajo del doctor Jiankui fue considerado poco ético e ilegal, recibió duras críticas del mundo científico y de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y el investigador terminó arrestado por el Gobierno chino. Desde entonces, la OMS posee un registro global para el seguimiento de la edición del genoma humano, hasta que exista una ley global específica sobre la edición del genoma humano y se establezca un ente regulador adecuado.

EL GRAN HERMANO

Judge Dredd presenta un futuro distópico, aunque algunas cosas del mundo actual se parecen más a Mega City One de lo que podríamos imaginar. Con la contaminación y la sobrepoblación en máximos históricos, y con unas condiciones de vida a menudo cuestionables, la China continental quizá esté ya a punto de contar con megaciudades como las de la película, con una implacable fuerza policial y una terrorífica vigilancia estatal.

Aprobado en 2014, el conocido «sistema de crédito social» chino es un baremo que cualifica la reputación y la «fiabilidad» de ciudadanos y empresas mediante la vigilancia masiva. Más de 200 millones de cámaras CCTV equipadas con tecnología de reconocimiento facial y algoritmos de rastreo en línea monitorizan a la población en las calles y a través de las redes sociales e Internet. El sistema toma nota de las infracciones serias, como un comportamiento financiero fraudulento, y también



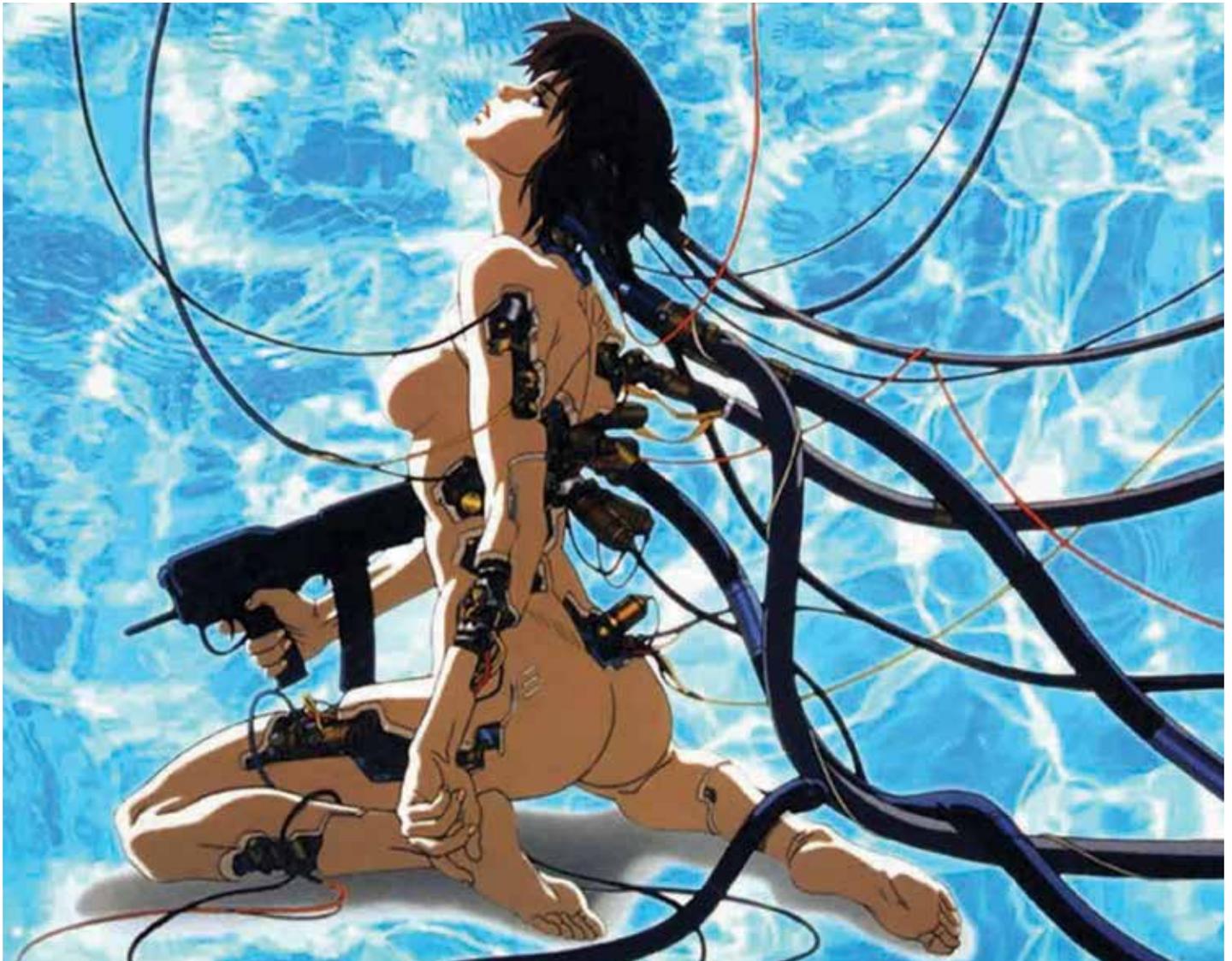
«¿QUIERES MIEDO? SOY EL MIEDO. ¿QUIERES CAOS? SOY EL CAOS ¿UN NUEVO COMIENZO? ¡SOY EL COMIENZO!». (RICO)

de otras transgresiones menos graves, como poner la música demasiado alta o comer en el metro, y descuenta puntos en función de ello.

La población puede compensar su puntuación colaborando en obras benéficas, donando sangre o llevando a cabo buenas acciones, pero en 2019 la Comisión de Desarrollo Nacional y Reformas china declaró que se habían denegado 26,82 millones de billetes de avión a residentes a los que se consideró como no fiables. Salir de la «lista negra» puede llevar entre dos y cinco años, y es el Estado quien estudia caso por caso. Algunos gobiernos locales también prohíben que los hijos de residentes considerados como no fiables asistan a las universidades más prestigiosas, mientras que las personas con puntuaciones favorables tienen más oportunidades de empleo y un menor tiempo de espera en el hospital.

Los críticos creen que este tipo de estrategias son una forma de controlar a la población y eliminar cualquier foco de disidencia. Y ya hay varios países occidentales que empiezan a probar sistemas parecidos. En Londres, por ejemplo, la policía metropolitana de la ciudad empezó a utilizar la tecnología de reconocimiento a principios de 2020. A medida que las ciudades se vuelvan más «inteligentes», la vigilancia intrusiva se generalizará, y puede que dentro de poco todos vivamos en megaciudades como Mega City One. ■

ARRIBA: Dredd vuelve a ponerse el casco, ahora que el orden está restablecido en Mega City One. [Fotografía: Moviestore Collection Ltd. / Alamy Stock Photo]



GHOST IN THE SHELL

La obra maestra *ciberpunk* de Masamune Shirow, embajadora del lado metafísico de la ciencia ficción e inspiradora de producciones de Hollywood, cobra vida en esta aclamada película de la industria del anime.

La película de animación *Ghost in the Shell*, de Mamoru Oshii, basada en el revolucionario manga homónimo de Masamune Shirow, es una de las obras cinematográficas más evocadoras e intelectualmente estimulantes de todas las épocas y representa un audaz paso adelante tanto para el medio como para el género de la ciencia ficción en general.

El filme —con una magistral mezcla de trepidante acción futurista e intriga existencial— muestra un futuro próximo en el que los desarrollos cibernéticos están a la orden del día, internet es universal y las fronteras entre el ser humano y la máquina están difuminadas de forma

irreversible. A través de las experiencias de la protagonista, la mayor Motoko Kusanagi, que es miembro de un grupo de élite especial y posee un cuerpo totalmente cibernético, la película explora los beneficios y perjuicios del transhumanismo. El miedo existencial de Kusanagi aparece a lo largo de todo el filme como parte esencial de su narrativa de corte filosófico, y su director, Oshii, escarba en lo más hondo de la atormentada mente de la mayor mientras ella lucha por reconciliar su cuerpo artificial con la mente viva que lo habita.

En esta distopía digital, la amenaza del ciberterrorismo tiene un nuevo significado: la mente humana es un objetivo

ARRIBA: La mayor Motoko Kusanagi lleva toda la vida ocupando una sucesión de carcasas artificiales que le han dado un control sin precedentes sobre su cuerpo. [Fotografía: Everett Collection Inc. / Alamy Stock Photo]

FICHA TÉCNICA

Director: Mamoru Oshii
Guion: Kazunori Itō (basado en el manga *Ghost in the Shell*, de Masamune Shirow)
Productores: Yoshimasa Mizuo, Ken Matsumoto, Ken Iyadomi, Mitsuhsa Ishikawa
Compositor: Kenji Kawai
Director de fotografía: Hisao Shirai
Editores: Shūichi Kakesu, Shigeyuki Yamamori
Año: 1995
Duración: 82 min
Relación de aspecto: 1.85:1
País de origen: Japón

viable donde infiltrarse. Como miembro de la Sección 9 —el principal cuerpo de seguridad de New Port City—, Kusanagi y su compañero Batou lideran la lucha contra la corrupción cibernética, velando por la seguridad y la estabilidad de la sociedad computarizada en la que viven, pero rápidamente se verán envueltos en una intriga política. Una de las misiones de Kusanagi es intentar dar caza a un *hacker* fantasma que se hace llamar Puppet Master, un misterioso individuo capaz de *hackear* el cibercerebro, lo que le da un control absoluto sobre los *cyborgs* y le permite alterar sus recuerdos.

Un día, un «caparazón» (*shell*, en inglés), es decir, un cuerpo robótico, escapa de un fabricante local y su captura revela la existencia de un «fantasma» (*ghost*, en inglés) aparentemente humano en su cerebro mecanizado. La Sección 6 —una agencia asociada al Gobierno— asegura que el fantasma es en realidad Puppet Master,

que fue atraído hasta ese cuerpo vacío como parte de una trampa, pero entonces el caparazón se reactiva por sí solo, exige una conciencia y pide asilo político.

Después de que los agentes enemigos huyen con el sospechoso durante una maniobra de distracción, las investigaciones de Kusanagi la llevan a descubrir una retorcida conspiración gubernamental que revela la culpabilidad de la Sección 6 en la creación de Puppet Master como pieza clave de un complot político a gran escala. Kusanagi sigue el rastro del caparazón fugado hasta un almacén abandonado pero vigilado por un imponente vehículo de combate con el que la protagonista se enfrenta hasta perder sus extremidades y casi la vida. Rescatada por Batou, Kusanagi conecta su cerebro con Puppet Master, lo que le permite a este último revelar su auténtico origen como IA autoconsciente y su deseo de vivir una experiencia humana completa, incluidas las limitaciones biológicas consustanciales. Puppet Master percibe algún tipo de parentesco con Kusanagi y le propone fusionar sus conciencias para que los dos se conviertan en una única entidad combinada, con los conocimientos y capacidades de ambos, a lo que la mayor accede. La Sección 6 intenta de nuevo enmascarar sus maquinaciones, pero Kusanagi y Puppet Master —ahora renacidos como un nuevo individuo— logran sobrevivir al asalto con la ayuda de Batou y escapan.

Ghost in the Shell superó todos los límites de la animación generalista con una estética muy cuidada y un argumento que empuja a meditar. Está considerada una de las historias de ciencia ficción más sofisticadas del anime y se reconoce su influencia tanto en este subgénero como en la nueva percepción del público sobre el incierto futuro de la humanidad.



DERECHA: Los ojos cibernéticos de Batou le ayudan a localizar a sus objetivos.
 [Fotografía: Photo 12 / Alamy Stock Photo]

LA EVOLUCIÓN DEL ANIME

Célebre por su profundidad intelectual, su innovación narrativa y su excelencia técnica, *Ghost in the Shell* es uno de los ejemplos más resplandecientes de su medio, una magistral combinación de las técnicas tradicionales y las más avanzadas que la sitúa muchos años por delante de su época.

Gracias al uso de un proceso que entonces se conocía como animación generada digitalmente (DGA por sus siglas en inglés) —una combinación de dibujos hechos a mano y gráficos elaborados por computador—, la película tiene un estilo muy llamativo que impacta tanto estética como emocionalmente, con un gran dinamismo en las secuencias de acción y una gran intensidad en las más introspectivas. El equipo de Oshii, además, prestó especial atención al ritmo y la fluidez de movimientos, con lo que consiguió un nivel de realismo notable.

Con técnicas pioneras que después revolucionaron la industria, *Ghost in the Shell* es un gran ejemplo del poder evocador y de la capacidad artística de la animación, y contribuyó a sentar las bases de la credibilidad del medio.

EXPLORACIÓN EXISTENCIAL

Adentrándose de lleno en el plano existencial, *Ghost in the Shell* da prioridad a las facetas filosóficas de la narración al presentar una deconstrucción melancólica pero hábil de la identidad, la memoria y la condición humanas en una sociedad donde la tecnología redefine el orden natural. El viaje de autodescubrimiento de Kusanagi plantea numerosas preguntas en torno al impacto de los avances cibernéticos, la relación entre el mundo real y el digital, y las fronteras cada vez más difusas que los separan.

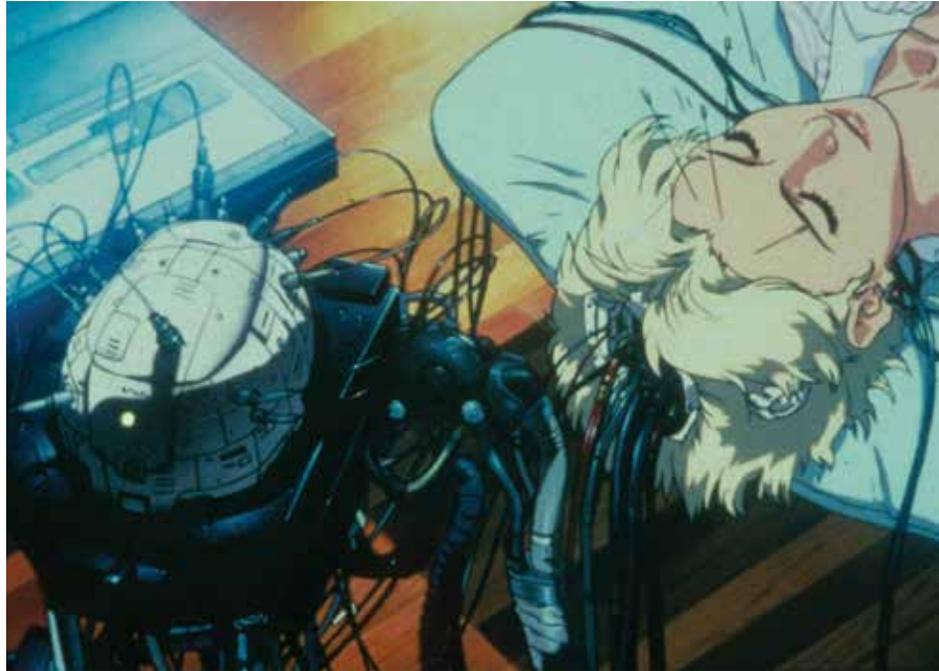
Mientras que la mayoría de películas que abordan el tema de la distopía, *Terminator*™ incluida, se centran en los devastadores efectos colaterales de la conciencia de las máquinas, *Ghost in the Shell* incide sobre todo en sus implicaciones metafísicas y en cómo se puede llegar a alterar la percepción que tenemos de la humanidad.

Destaca también la profunda exploración que aborda el filme sobre el impacto existencial del transhumanismo y el rol de la tecnología en la evolución de nuestra especie. Igual de pertinentes son los proféticos análisis que plantea la película en torno a la fluidez de género, la infiltración digital y el valor de la memoria en un mundo en el que las mentes pueden manipularse con mucha facilidad.

A pesar de que el mensaje de la película subraya la indiferencia y la división inherentes al mundo artificial, *Ghost in the Shell* procura que el público extraiga sus propias conclusiones, algo importante ahora que avanzamos hacia un mundo cada vez más digitalizado.

UNA GRAN INSPIRADORA

Ghost in the Shell inspiró a toda una generación de directores de cine, incluidos pesos pesados de la industria de Hollywood como las hermanas Wachowski, Steven



«SI ALGO ES TECNOLÓGICAMENTE POSIBLE, EL SER HUMANO TRATARÁ DE HACERLO. ESTÁ EN NUESTRA PROPIA ESENCIA». (MAYOR MOTOKO KUSANAGI)

Spielberg o James Cameron. Influyó también en algunos de los éxitos cinematográficos más importantes de los últimos treinta años y, en general, en el mundo del cine occidental. Es fácil adivinar la contribución de *Ghost in the Shell* en, por ejemplo, la estética de la saga *The Matrix*, mientras que Cameron, uno de los primeros apasionados por el filme, lo describió como la película de animación para adultos más lograda y usó una narrativa y unos conceptos temáticos similares en *Avatar*, su gran éxito de taquilla. Por su parte, Spielberg se enganchó tanto con la historia que terminó adquiriendo los derechos de la película para producir su adaptación: una historia de acción con actores de carne y hueso protagonizada por Scarlett Johansson en el papel principal. El filme tuvo una acogida deslucida por culpa de una polémica elección del reparto y por su narrativa diluida, pero recaudó mucho dinero y cuadruplicó los ingresos de la película original.

En todo caso, el proyecto de Spielberg tuvo su mérito y animó a nuevos admiradores a profundizar en los orígenes de esta fascinante historia. Puede que el intento de Hollywood no acertara plenamente en su objetivo, pero lo cierto es que es muy difícil empañar la visión original de Oshii o el manga que la inspiró, pues su argumento, que invita a la reflexión, sigue la estela de películas como *Akira* y de la obra de maestros como el malogrado Satoshi Kon gracias a contar con una de las historias de ciencia ficción más intelectuales que nos llegan desde Japón. ■

ARRIBA: En la película, el cerebro humano puede transferirse de cascarón en cascarón [de un cuerpo cibernético a otro], lo que da pie a interrogantes existenciales sobre la naturaleza del ser. [Fotografía: Moviestore Collection / Alamy Stock Photo]



DR. STRANGELOVE

Un clásico de la comedia negra en el que el presidente de Estados Unidos y su equipo intentan impedir el fin de la vida en la Tierra tal como la conocemos.

Esta libre adaptación cinematográfica de la novela *Red Alert*, escrita por Peter George en 1958 (publicada en español en 2019 como *Dr. Strangelove*) y ambientada en la Guerra Fría, cosechó un gran éxito entre el público y la crítica. Es una de las comedias más célebres y aclamadas de todos los tiempos, y no solo fue una de las primeras películas seleccionadas por Estados Unidos para su conservación en el National Film Registry (el Registro Nacional de Cine), sino que el Writer's Guild of America (el Sindicato de Guionistas de Estados Unidos) calificó su guion como el duodécimo mejor escrito de la historia. Hay que señalar que el título completo de la película es *Dr. Strangelove or: How I Learned to Stop Worrying and Love the Bomb*, traducido en Latinoamérica como *Dr. Insólito o: cómo aprendí a dejar de preocuparme y amar la bomba*, y en España como *¿Teléfono rojo? Volamos hacia Moscú*.

La historia empieza cuando el general Jack D. Ripper ordena al capitán del Mando Aéreo Estratégico, Lionel

«... AHORA ES NECESARIO HACER UNA ELECCIÓN. ELEGIR ENTRE DOS, CIERTO QUE LAMENTABLES PERO CLARAMENTE DISTINGUIBLES, PAISAJES DE POSGUERRA: UNO DONDE MUEREN 20 MILLONES DE PERSONAS Y EL OTRO, DONDE MUEREN 150 MILLONES».
[GENERAL BUCK TURGIDSON]

Mandrake, que declare la alerta máxima en la base aérea de Burbank y que el escuadrón de bombarderos nucleares B-52 ataque sus objetivos en la URSS como respuesta a una supuesta declaración de guerra soviética. A bordo de uno de los aviones viaja el mayor T. J. King Kong, que comprueba las órdenes y restringe la comunicación con los bombarderos al discriminador CRM 114, un receptor que emite códigos secretos de tres letras que solo conocen el general Ripper y el personal militar a bordo del avión.

ARRIBA:
 El Dr. Strangelove
 [Peter Sellers] toma
 las riendas del asunto.
 [Fotografía: PictureLux
 / The Hollywood Archive
 / Alamy Stock Photo]

FICHA TÉCNICA

Director: Stanley Kubrick
Guion: Stanley Kubrick, Terry Southern, Peter George
Productor: Stanley Kubrick
Compositor: Laurie Johnson
Director de fotografía: Gilbert Taylor
Editor: Anthony Harvey
Reparto: Peter Sellers (*Mandrake, presidente Merkin Muffley, Dr. Strangelove*), George C. Scott (*Turgidson*), Sterling Hayden (*Ripper*), Keenan Wynn (*Guano*), Slim Pickens (*mayor Kong*), Tracy Reed (*señorita Scott*)
Año: 1964
Duración: 94 min
Relación de aspecto: 1.85:1
País de origen: Reino Unido/Estados Unidos

Pero, poco después, Mandrake descubre que no existe ninguna declaración de guerra. Al intentar detener a su oficial jefe, ambos quedan atrapados en su despacho. Ripper le revela entonces su sospecha de que la Unión Soviética está fluorizando el agua de Estados Unidos para contaminar los «preciados fluidos corporales» de sus ciudadanos. Mandrake se da cuenta de que el fin del mundo está en marcha por culpa de un loco malvado.

Mientras tanto, en el Departamento de Guerra, en el Pentágono, el general Buck Turgidson repasa con el presidente Merkin Muffley y sus asesores los detalles del Plan R, que Muffley aprobó en el pasado sin prestarle mucha atención y que permite que un oficial militar de

alto rango ataque a una potencia extranjera si todos sus superiores son decapitados en un ataque contra Estados Unidos. Los hombres de Turgidson prueban todos los códigos CRM posibles para contactar con el escuadrón de B-52 y ordenar que detengan el ataque, pero el tiempo apremia. Muffley no quiere ser el primero en iniciar un ataque nuclear y ordena atacar la base aérea de Burpelson y pide que le pongan en contacto con Ripper. Sin hacer caso a lo que Turgidson propone, que es continuar con el ataque, convoca al embajador de la URSS, Alexi de Sadeski, para hablar con el primer ministro soviético, Dimitri Kissov, por la línea de emergencia. El presidente advierte al mandatario ruso del ataque inminente no autorizado e incluso se ofrece para revelar la posición de los B-52 y sus objetivos, para que los soviéticos puedan protegerse.

Tras una intensa conversación con el primer ministro, el embajador le revela al presidente Muffley que la Unión Soviética tiene un dispositivo que, en caso de ataque nuclear, detonará a su vez, de forma automática, varias bombas termonucleares. No puede desactivarse ni desmantelarse sin que estalle y, lo que es peor, las bombas están revestidas con un compuesto que, transcurridos unos pocos meses desde la explosión, convertirá el planeta en un lugar inhabitable durante unos 93 años.

El Ejército estadounidense ataca la base de Burpelson y se enzarza en un tiroteo con las fuerzas

«¡CABALLEROS, NO PUEDEN PELEAR AQUÍ! ¡ESTO ES EL DEPARTAMENTO DE GUERRA!». (PRESIDENTE MERKIN MUFFLEY)

ABRAJO: El Departamento de Guerra, diseñado por Ken Adam.
 [Fotografía: Moviestore Collection Ltd. / Alamy Stock Photo]



de seguridad de la USAF, mientras el general Ripper se suicida para evitar ser torturado. Mandrake encuentra el código CRM en el escritorio de Ripper y lo lleva al Pentágono, donde logra comunicarse con todos los bombarderos menos uno. Por desgracia, el equipo de radio del último avión está dañado por el ataque de un misil ruso y no hay forma de contactar con la tripulación del mayor Kong antes de que ocurra lo inevitable. Muffley aconseja a los soviéticos que derriben el avión, pero, por culpa de una fuga de combustible, el mayor Kong cambia el objetivo previsto por otro más cercano sin comunicarlo.

En el Pentágono, el Dr. Strangelove (un científico alemán exnazi que está parálítico y que asesora al presidente) sugiere que este y sus hombres se vayan a vivir a una mina subterránea con varios cientos de miles de personas los próximos cien años, para esperar a que desaparezcan los efectos de la radiación provocada por la explosión nuclear.

Preocupado por si los rusos harán lo mismo, Buck Turgidson expresa su inquietud. Cuando el Dr. Strangelove descubre que puede volver a caminar, se levanta de su silla de ruedas con un plan para solucionar la situación, pero entonces se activa el dispositivo soviético y el mundo se destruye en una serie de explosiones nucleares mientras suena *We'll Meet Again*, una canción popular durante la Segunda Guerra Mundial, interpretada por Vera Lynn.

SELLERS, UN MAESTRO DE LOS DISFRACES

En 1963 Peter Sellers vivía un momento de gran popularidad y destacaba por su capacidad para interpretar varios papeles diferentes en la misma historia; algo que empezó a hacer en la película *The Mouse that Roared* (1959) (*El rugido del ratón* en Latinoamérica, *Un golpe de gracia* en España), donde llevaba el peso de tres personajes a la vez. Los ejecutivos de Columbia Pictures creían que él era la razón de buena parte del éxito de *Lolita* (1962), de Kubrick, donde encarnaba a un personaje con afición por los disfraces y los acentos extranjeros, por lo que la productora puso como condición para financiar *Dr. Strangelove* que Peter Sellers interpretara al menos a cuatro personajes, una exigencia que Kubrick aceptó.

Finalmente, Sellers solo encarnó a tres de los personajes del filme, pues en la versión final de la película Slim Pickens asumió el papel del mayor Kong, el comandante del bombardero B-52.

UN CAMBIO AL FINAL

Dr. Strangelove cambió mucho del guion a la pantalla, pero las modificaciones efectuadas en el final de esta comedia de 1964 respondían tanto a los acontecimientos de la época como al intento de ajustar más la película al tono y visión originales de Kubrick. La idea era que el



filme terminara en el Pentágono, con una guerra de pasteles, pero al final esa escena se suprimió.

Cuando, en 1969, en una entrevista con Joseph Gelmis para el libro *El director es la estrella*, le preguntaron la razón de aquel cambio, Kubrick respondió que «la escena era ridícula y no resultaba coherente con el tono satírico del resto de la película». Sin embargo, algunos responsables del montaje indicaron que aquella escena se eliminó a causa del asesinato del presidente de Estados Unidos, John F. Kennedy, el 22 de noviembre de 1963 —un suceso que, además, retrasó el estreno de la película hasta el año siguiente—, pues en un momento determinado, el presidente Muffley recibía un pastelazo en toda la cara y el general Turgidson exclamaba: «¡Caballeros! ¡Nuestro galante presidente acaba de ser abatido en la flor de la vida!». Una desafortunada coincidencia. El editor de *Dr. Strangelove* declaró que creía que «la escena se habría podido conservar, pero en Columbia Pictures estaban horrorizados y pensaron que podía ofender a la familia del presidente».

Otro cambio en la película durante el montaje posterior al asesinato de Kennedy fue una frase del guion que decía: «Con todo eso se podría pasar un buen fin de semana en Dallas», que volvió a doblarse sustituyendo «Dallas» por «Las Vegas» para evitar que el público lo relacionara con el fatal suceso.

En todo caso, y con independencia de las razones que motivaron aquel cambio, el final que pasó a la historia es, por mucho, realmente más impactante. ■

ARRIBA: El mayor T. J. King Kong (Slim Pickens) se prepara para cabalgar la bomba hacia la devastación total. [Fotografía: TCD / Prod. DB / Alamy Stock Photo]



EX MACHINA

Un ser humano y un androide se conocen y exploran juntos la naturaleza de la consciencia, el consentimiento y el libre albedrío, mientras la fina línea que los separa se difumina poco a poco.

Ex *Machina* es una película independiente de ciencia ficción, basada en una historia que empezó a forjarse en la mente de su director y guionista, Alex Garland, cuando era niño y jugaba con lenguajes de programación en su primer computador. Ganadora de un Óscar a los mejores efectos especiales, la película también obtuvo el reconocimiento del National Board of Review como uno de los diez mejores filmes independientes de 2014, y fue nominada a muchos

otros premios, incluido el BAFTA a la mejor película británica del año.

La trama comienza cuando el talentoso programador Caleb Smith gana, en un concurso en su trabajo, un viaje de una semana a la remota y bella finca de Nathan Bateman, el presidente ejecutivo del gigante tecnológico Blue Book. Después de un primer encuentro algo incómodo con Nathan y con Kyoko —una joven que parece ser la sirvienta—, Nathan le presenta a Ava, una androide que él mismo construyó y programó, y que él cree que es capaz de pensar de forma independiente. Nathan le pide a Caleb que haga a la androide el test de Turing para saber si está en lo cierto o si Ava es simplemente un robot con una programación excepcional. Si, al hacerle el test, Caleb queda convencido de que Ava es un ser humano o se deja engañar por su apariencia de ser humano, el hecho de que Ava sea un ser consciente o no perdería importancia, pues si es capaz de fingir hasta ese punto, entonces puede pasar por un ser humano.

«UN DÍA LAS IA NOS VERÁN COMO NOSOTROS VEMOS A LOS FÓSILES EN LAS PLANICIES DE ÁFRICA. UN SIMIO ERGUIDO, VIVIENDO EN EL POLVO, CON HERRAMIENTAS Y LENGUAJE PRIMITIVOS. DESTINADOS A LA EXTINCIÓN». (NATHAN)

ARRIBA: Ava (Alicia Vikander) espera su momento para escapar. [Fotografía: TCD / Prod. DB / Alamy Stock Photo]

FICHA TÉCNICA

Director: Alex Garland

Guion: Alex Garland

Productores: Andrew Macdonald, Allon Reich

Compositor: Ben Salisbury, Geoff Barrow

Director de fotografía: Rob Hardy

Editor: Mark Day

Reparto: Domhnall Gleeson (*Caleb*), Alicia Vikander (*Ava*), Oscar Isaac (*Nathan*), Sonoya Mizuno (*Kyoko*)

Año: 2014

Duración: 108 min

Relación de aspecto: 2.35:1

País de origen: Reino Unido

Caleb intenta que Nathan le explique las características tecnológicas de Ava, pero su jefe le dice que solo le interesa lo que experimente con Ava desde un punto de vista emocional. Caleb visita a Ava y conversa con ella. En ese momento, Ava es un personaje visiblemente robótico: solo el rostro, las manos y los pies tienen apariencia humana, mientras que el resto de su cuerpo es de malla metálica y translúcido en algunas partes.

Con el paso de los días, Caleb empieza a enamorarse de Ava, a pesar de su aspecto. Ella le dice que le gustaría conocer el mundo exterior y le explica a Caleb que es capaz de provocar apagones que blindan las instalaciones y desconectan las cámaras de seguridad, algo que les permitiría hablar en privado. Durante uno

de esos momentos privados, Ada le advierte a Caleb que no debe confiar en Nathan.

A medida que transcurre el tiempo, Caleb se siente cada vez más incómodo con la actitud que Nathan muestra hacia Ava y también hacia Kyoko. Cuando descubre que Nathan pretende borrar la memoria de Ava y su actual identidad antes de introducirle una serie de mejoras, Caleb roba la tarjeta de acceso a la habitación y el estudio de Nathan. Mientras está intentando modificar algunos códigos en el computador de Nathan, Caleb descubre unas imágenes capturadas por las cámaras de seguridad que muestran a Nathan maltratando a otras androides —modelos anteriores a la generación actual—, y que Kyoko también es una androide. Trastornado por este descubrimiento, Caleb vuelve corriendo a su habitación y, en un momento de paranoia, se hiere el brazo para comprobar que él mismo no es una de las creaciones de Nathan.

En el siguiente momento privado que comparte con Ava, Caleb le revela a la androide los planes de Nathan y ella le suplica que la ayude. Juntos deciden emborrachar a Nathan para que Caleb pueda entrar en su estudio nuevamente y reescribir los protocolos de seguridad para cambiarlos, de modo que las puertas se abran durante un apagón, en lugar de cerrarse, para que, cuando Ava vuelva a provocar un corte de electricidad, pueda escapar con ella.

Nathan se presenta entonces ante Caleb y le dice que, gracias a una cámara de seguridad que funciona con baterías, sabe que Ava y él planean huir. Le insiste en que Ava no siente nada por él y que solo quiere que la ayude a escapar. Nathan le asegura a Caleb que el



IZQUIERDA: Caleb [Domhnall Gleeson] altera el orden artificial de las cosas al *hackear* los computadores de Nathan. [Fotografía: TDC / Prod. DB / Alamy Stock Photo]



«¿TE PARECE EXTRAÑO HABER CONSTRUIDO ALGO QUE TE ODIS?» (AVA)

test consistía en eso desde el principio, y que ahora sabe que Ava es un ser consciente.

Ava provoca un apagón justo cuando Caleb le dice a Nathan que sospechaba que los espiaba y que cambió la programación del sistema de seguridad el día anterior, cuando Nathan estaba borracho. A través de la cámara de seguridad, Nathan ve cómo Ava escapa de su habitación y derriba a Caleb, antes de apresurarse a encerrar a Ava nuevamente.

Nathan se topa con Ava y Kyoko en un pasillo y, tras un breve forcejeo con Ava, cuando parece que ya la tiene a su merced, Kyoko lo apuñala por la espalda. Entonces, Nathan se da la vuelta y daña a Kyoko hasta desactivarla. Ava reacciona arrancándole el cuchillo de la espalda y clavándose de nuevo.

Mientras Nathan se desangra en el suelo, Ava usa algunas piezas de la otra androide para repararse y completa su disfraz humano. Mientras sale de las instalaciones y se dirige por primera vez hacia el mundo real, ignora totalmente a Caleb, lo deja encerrado en una habitación, se sube en el helicóptero que estaba destinado a él y se marcha.

Una vez libre, Ava se integra en la sociedad humana.

MÁQUINAS INTELIGENTES

En una entrevista para *Eastfield News*, Garland declaró que, cuando tenía 12 años, con su primer ZX Spectrum, ya había intentado escribir un código que permitiera al computador participar en una especie de sesión de

preguntas y respuestas, pues estaba fascinado con la idea de que la máquina pudiera pensar por sí misma.

En otra entrevista para *The Washington Post*, el director explicó que dedicó varios años a debatir y desarrollar sus ideas sobre el concepto de la inteligencia artificial con un amigo neurocientífico que le aseguró que las máquinas nunca podrían convertirse en entes conscientes. Decepcionado por aquella afirmación, Garland siguió leyendo sobre el tema para intentar encontrar una base científica que respaldara sus suposiciones, basadas en su propia intuición. Hasta que tuvo una «epifanía no religiosa» leyendo el libro *Embodiment and the Inner Life: Cognition and Consciousness in the Space of Possible Minds* (2010), del profesor Murray Shanahan.

Garland nunca reveló cuál fue exactamente la epifanía que tuvo, pero el libro resultó providencial tanto para él como para la producción de la película, ya que el propio Shanahan aceptó convertirse en el asesor sobre robótica consciente y cognitiva de *Ex Machina*.

EFECTOS VISUALES

Alex Garland y Rob Hardy, el director de fotografía, querían darle un atractivo visual único al filme, para diferenciarlo de otras películas de ciencia ficción contemporáneas. Para ello, evitaron las luces fluorescentes tan típicas de las producciones del género y optaron por un conjunto de 15 000 luces de tungsteno estratégicamente situadas en los escenarios del rodaje. Estas luces aportaron «suavidad y calidez emocional» a cada localización, en contraste con la temática tecnológica de la película y en consonancia con la indicación que Nathan hace a Caleb: que trabaje sus interacciones con Ava desde el plano emocional, no desde el de la programación.

La película se rodó por completo en escenarios reales, con cuatro semanas en los Pinewood Studios y dos semanas en Valdalen, Noruega, en el Juvet Landscape Hotel. Durante el rodaje se utilizaron pocos efectos mecánicos, pero es interesante saber que no hubo cromas ni marcadores para guiar los efectos CGI (imágenes generadas por computador). Para crear la malla del cuerpo de Ava y sus extremidades semitransparentes, cada escena se filmó con y sin su intérprete, Alicia Vikander. Esto permitió capturar sus manos, pies y rostro, y eliminar digitalmente las otras partes del cuerpo, que después se crearon por computador, a la vez que se preservaban la luz y los decorados de fondo deseados. Una avanzada tecnología de captura facial y movimiento corporal permitió recrear digitalmente los movimientos de Vikander y realizar el mapeado exacto de esos movimientos sobre las extremidades CGI de Ava.

En el montaje final, *Ex Machina* contiene unas 800 tomas de efectos especiales, algo menos de la mitad utilizadas para dar vida a Ava. *Avengers: Endgame* tiene casi 2500, pero, aun así, los números de *Ex Machina* son considerablemente altos para tratarse de una película independiente. ■

ARRIBA: Nathan (Oscar Isaac) se aparta del mundo junto con sus creaciones, pero su aislamiento hace que no tenga a nadie que lo ayude cuando estas se vuelven contra él. [Fotografía: TCD / Prod. DB / Alamy Stock Photo]

VIVIR EN LAS CIMAS URBANAS DEL MUNDO

En *Juez Dredd*, la humanidad superviviente se refugia en las megaciudades que quedan en pie, donde sus habitantes pueden pasar toda la vida encerrados en gigantescos edificios abarrotados de gente. Lo cierto es que, a medida que nuestras ciudades se desarrollan y nuestros rascacielos son cada vez más altos, nos preguntamos cuáles son los edificios residenciales más grandes del mundo y qué tecnología ha hecho posible su construcción.



Los bloques de edificios de la Mega City One de *Judge Dredd* están inspirados, en parte, en los bloques de pisos de después de la guerra, de estilo brutalista, que proliferaron por todo el Reino Unido durante los años de la reconstrucción urbana. El primero de ellos, The Lawn, se construyó en 1952 en Harlow, Essex. Proyectados por sus arquitectos e ingenieros como una forma limpia, eficiente y moderna para democratizar el acceso a una vivienda segura y habitable para todo el mundo, muchos de estos edificios altos terminaron convirtiéndose, por desgracia, en sinónimos de problemas de ingeniería, mantenimiento deficiente y delincuencia: lo que la escritora británica Lynsey Hanley calificó en 2007 como «suburbios del cielo».

El boom constructivo británico que recorrió la década de 1970 hizo que muchos ayuntamientos compitieran por ver cuál de ellos creaba los edificios más altos y futuristas, con mayor densidad de habitantes, sin comprometer las zonas verdes, la vida comunitaria o las vistas bonitas. Pero los contratos y las obras apresuradas

se aunaron a malas decisiones de diseño que no respetaban las necesidades de las familias, y los resultados dejaron mucho que desear. Además, el creciente deterioro que sufrieron muchos rascacielos se tradujo, finalmente, en un aluvión de derribos en las siguientes décadas, con miles de habitantes pobres atrapados entre rehabilitaciones lentas, derribos repentinos y reubicaciones forzadas. De forma inevitable e irónica, los rascacielos del centro de las ciudades sobrevivieron a esa ola de derribos y, a menudo sufren gentrificación vertical, ya que los ocupan profesionales jóvenes y ricos que van en busca de una arquitectura robusta y de unas vistas insuperables.

El primer rascacielos que se construyó fue el Home Insurance Building, en Chicago, una proeza pionera de la ingeniería que colocó los ladrillos sobre una robusta estructura de acero y que levantó diez plantas —todo un logro en ese momento— entre 1884 y 1885. Desde entonces, la definición de rascacielos se ha modificado con el avance de la tecnología, y hoy hace referencia

ARRIBA: El Burj Khalifa, en Dubái, es el rascacielos más alto del mundo. [Fotografía: Ilona Ignatova/Shutterstock.com]



únicamente a un edificio que supera los cuarenta pisos de altura, lo que equivale a más de 150 metros. También debe ser habitable de forma continua.

El uso de estructuras de acero es lo que hace posible un rascacielos, en lugar de los tradicionales muros de carga, muros de cerramiento suspendidos de la estructura o apoyados en ella, que forman la carcasa exterior que protege el interior de un edificio. Los rascacielos modernos a menudo adoptan formas tubulares y se van estrechando a medida que ascienden por motivos de estabilidad y de resiliencia ante el viento.

LÍDERES GLOBALES

En la actualidad, Hong Kong va a la cabeza como la ciudad con más rascacielos que superen los 150 m de altura, con 657 edificios. La siguen Shenzhen, con 513, y Nueva York, con 421. Solo hay otras seis ciudades en el mundo que posean más de 100 de estos colosos: Dubái, Cantón, Shangái, Kuala Lumpur, Tokio y Wuhan. No hace falta decir que China es el país con más edificios altos del mundo, con casi 2400 rascacielos que superan los 150 m de altura en 2023. El edificio más alto de China es hoy la Torre de Shanghái, con 632 metros de altura y 128 plantas, terminada en el año 2015.

MÁS ALTO Y MÁS CARO

No todos los rascacielos están destinados al uso residencial, por lo que hay que acotar. El título del edificio totalmente residencial más alto del mundo pertenece, por el momento, a la Central Park Tower, en Nueva York, con 472 metros de altura, terminada en 2020. Contiene 179 apartamentos de lujo y también ostenta el título del edificio residencial con mayor número de plantas, 98. Sin embargo, el excesivo precio de la vivienda en la llamada *Billionaire's Row* de Nueva York hace que más del 40 % de las viviendas en los siete edificios más elevados de la zona esté vacante y sin vender. El valor total de compra de los apartamentos en la Central Park Tower supera los cuatro mil millones de dólares, lo que lo convierte en el edificio residencial más caro de Estados Unidos.

Los tres edificios residenciales más caros del mundo están todos en Nueva York; el resto de los diez más



EL RASCACIELOS MÁS ALTO Y MÁS FAMOSO ACTUALMENTE ES EL BURJ KHALIFA, EN DUBÁI, CON CASI 830 METROS DE ALTURA, QUE FUE TERMINADO EN EL AÑO 2010.

caros se encuentran en Dubái, excepto el Q1, en Gold Coast, Australia.

OTRAS ALTURAS

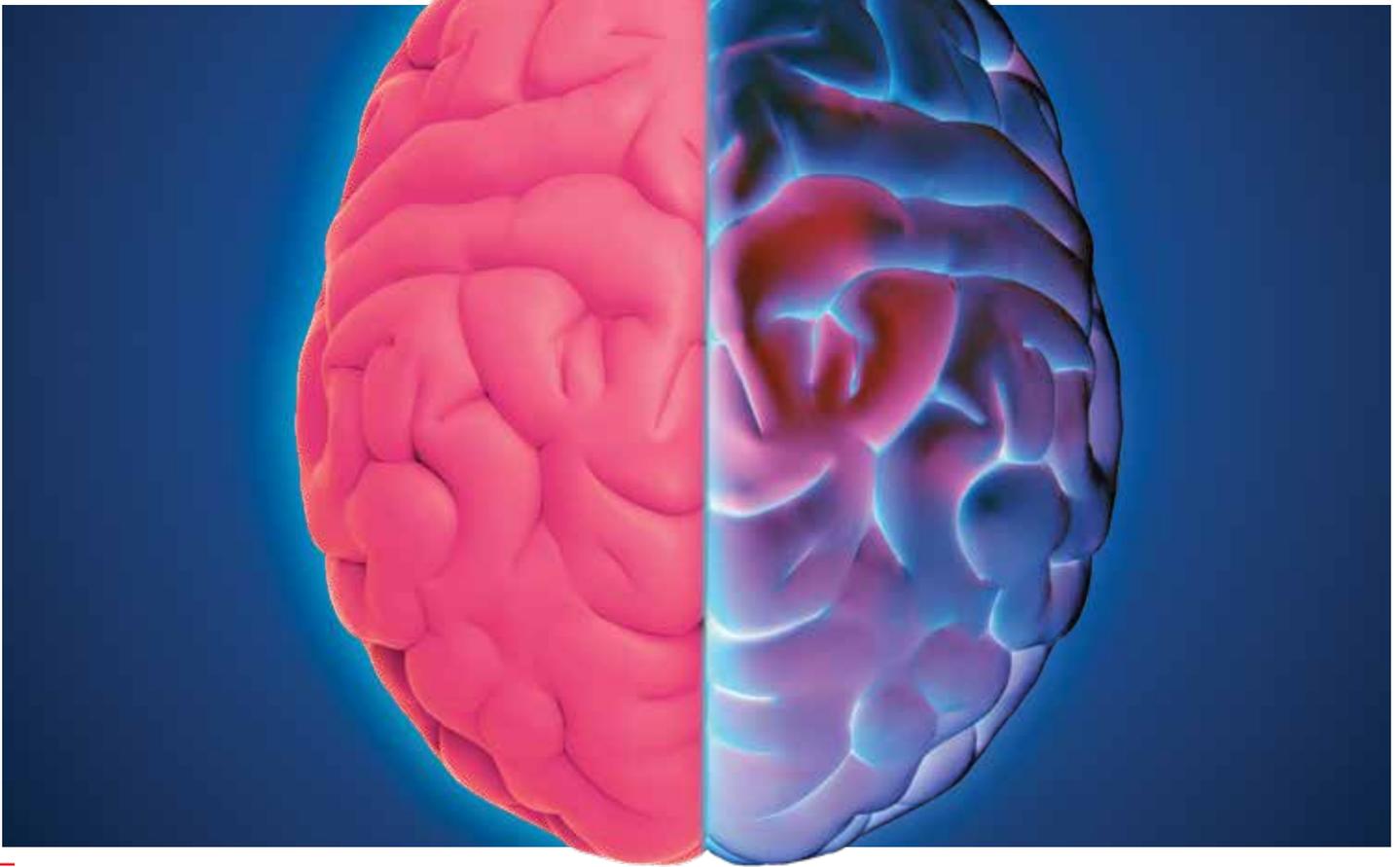
En Europa, la mayoría de los grandes rascacielos se encuentran en Rusia: en Moscú y en San Petersburgo. El más alto es el Lakhta Center, terminado en 2019, sede de la empresa energética Gazprom. Tiene 462 metros de altura y 87 plantas. La estructura más alta de Europa es la torre Ostánkino, en Moscú, con 540 metros de altura, pero es una torre de telecomunicaciones. Fuera de Rusia, el edificio europeo más alto es el Varso, en Varsovia (Polonia), con 310 metros y dedicado a oficinas. Le sigue The Shard, en Londres (Reino Unido), con 306 metros y uso mixto: residencial, hotel y oficinas.

En Hispanoamérica, Panamá es el país con más rascacielos de más de 150 metros altura, 54, mientras que México y Chile son los únicos que cuentan con sendos rascacielos de más de 300 metros: la T.OP Torre 1, en Monterrey, y la Torre Costanera, en Santiago de Chile.

Mientras las personas, las empresas y los países están cada vez más sensibilizados respecto a los materiales que consumen, está por verse si el *boom* de los rascacielos seguirá dominando los perfiles de nuestras grandes ciudades; aunque, por suerte, todavía estamos lejos de los conflictos de los bloques de Mega City One. ■

ARRIBA, A LA IZQUIERDA: The Shard se alza en el sur de Londres, donde preside el perfil urbano desde que terminó su construcción, en 2012. [Fotografía: Shutterstock].

ARRIBA, A LA DERECHA: Secuencia de la demolición controlada de un bloque de pisos británico. [Fotografía: Shutterstock]



EL CEREBRO HUMANO

Ghost in the Shell plantea un mundo en el que los cerebros humanos pueden recolocarse en nuevos cuerpos cibernéticos y en el que la inteligencia artificial puede dar lugar a una conciencia que, en muchos aspectos, es indistinguible de la nuestra. Como las profundidades del océano o los confines del espacio, el cerebro humano y su conciencia siguen siendo una de las grandes fronteras de la ciencia.

ARRIBA: Una de las desventajas de contar con un montón de petabytes de información en nuestro cerebro es que, si desarrolláramos una tecnología capaz de leer o copiar el contenido que allí alojamos, para guardar solo el de un cerebro ya necesitaríamos una cantidad enorme de espacio de almacenaje de datos. [Imagen: Shutterstock]

Un cerebro humano adulto normal pesa entre 1,2 y 1,5 kilogramos, lo que equivale a un 2% del peso corporal medio total, y mide unos 15 cm de largo, mientras que el de un bebé recién nacido pesa entre 300 y 400 gramos. El cerebro humano contiene unos 86 000 millones de neuronas, una cifra calculada por la neurocientífica Suzana Herculano-Houzel y su equipo en el año 2009 a partir de una disolución de cuatro cerebros de donantes adultos masculinos recién fallecidos, que les permitió contar el número total de neuronas.

Antes de este cálculo, el consenso científico era que el cerebro contenía 100 000 millones de neuronas, una diferencia que podría parecer un error de redondeo, salvo por el dato de que 14 000 millones de neuronas son las que

contiene el cerebro de un babuino, una cantidad significativa en cuanto a potencia de procesamiento.

Los cerebros de los primates, como los de los humanos, incrementan el número de neuronas al mismo ritmo al que van creciendo, a diferencia de los cerebros de los roedores, que crecen a un ritmo exponencialmente mayor al de su ganancia neuronal, lo que significa que, si el cerebro de una rata tuviera el mismo número de neuronas que un cerebro humano, pesaría 36 kg y sería mucho más grande que cualquier cerebro conocido, pues el cerebro más grande del mundo animal es el del cachalote, que pesa hasta unos 9 kg. El de un elefante pesa entre 4 y 5 kg, mientras que el de un delfín nariz de botella pesa alrededor de medio kilo, algo más que un cerebro humano.

Al parecer, los seres humanos nacemos con una cantidad de neuronas muy similar a la que tendremos durante la vida adulta y el desarrollo del cerebro tiene más que ver con las conexiones que se establecen entre las neuronas como respuesta a estímulos externos. Pero la neurociencia más avanzada se pregunta hoy en día si existe la neurogénesis adulta, es decir, la creación de nuevas neuronas. Quienes responden que sí argumentan que hay pruebas que demuestran que se crean unas 1400 nuevas neuronas cada día, mientras que experimentos recientes realizados en cerebros de difuntos de todas las edades no muestran indicios de creación de nuevas neuronas tras el primer año de vida. Obviamente, si se consiguiera que las células madre formaran nuevos tejidos cerebrales y nuevas neuronas, estaríamos ante un avance colosal en el tratamiento de accidentes cerebrovasculares, alzhéimer y otras enfermedades neurodegenerativas y lesiones cerebrales, por lo que este campo está abierto al estudio y al debate.

VELOCIDAD DE PENSAMIENTO

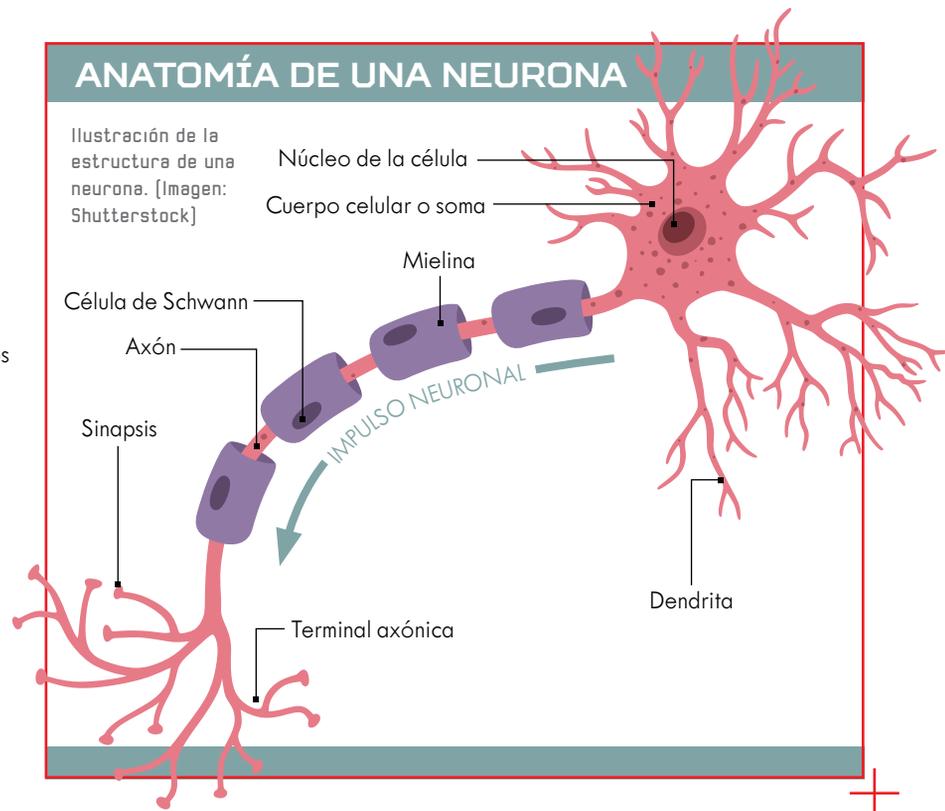
Aunque es imposible obtener una medida de cálculo exacta, estimaciones recientes sitúan la capacidad de procesamiento de un cerebro humano medio en 1 exaFLOPS, equivalente a un trillón de operaciones en un segundo; es decir: 1 000 000 000 000 000 000 o 10^{18} .

El Frontier era, a finales de 2023, el supercomputador más veloz el mundo. Se encuentra en el Oak Ridge National Laboratory del Departamento de Energía de Estados Unidos, en Tennessee, y es el primer sistema con un rendimiento superior a 1 exaFLOP por segundo, pues llega a alcanzar casi dos décimas más, usando más de ocho millones y medio de núcleos. Le sigue el supercomputador Aurora, dedicado a almacenar conocimiento científico con más de un billón de parámetros y, en tercer lugar, el Eagle, desarrollado por IBM.

La gracia de la «computación» neuronal es que no distingue entre *hardware*, *software*, procesamiento o memoria, y que tiene la capacidad intuitiva de saltar o tomar atajos que pueden superar la velocidad incluso de los supercomputadores más potentes. Sin embargo, por esa misma razón el cerebro también tiende a los errores y al sesgo cognitivo. Eso no significa que las inteligencias artificiales —programadas por humanos que les transmiten sus propios sesgos— estén exentas de errores similares, pero sus conjeturas pueden contrastarse y reprogramarse, mientras que nuestros cerebros, tercos, a veces pueden enrocarse en sus primeros impulsos cuando se les presentan datos nuevos, pese a la evidencia de lo que les transmitan nuestros sentidos.

¿MÁS MEMORIA QUE 7 SMARTPHONES?

¿Qué capacidad de memoria tiene un cerebro humano medio? En el mundo hay sesenta personas conocidas con hipertimesia o memoria autobiográfica altamente superior



LA MEMORIA HUMANA RONDA EL PETABYTE. UN PETABYTE SON UN MILLÓN DE GB. EN TÉRMINOS COMPARATIVOS, LA CAPACIDAD DE ALMACENAJE DE UN SMARTPHONE DE GAMA MEDIA RONDA LOS 128 GB.

(HSAM, por sus siglas en inglés), que es la capacidad para recordar casi a la perfección cualquier cosa ocurrida en el pasado: la fecha del suceso, la hora, los eventos públicos del momento, el tiempo que hacía, quién estaba presente, lo que se dijo, las conversaciones y mucho más. Quienes poseen esta particularidad genética que, a la vez, es un don y una pesadilla, a menudo se encuentran viviendo entre el presente y los recuerdos de un pasado muy vívido.

Un estudio del año 2016 realizado por el Salk Institute concluyó que el límite de la memoria humana ronda el petabyte. Un petabyte son un millón de gigabytes (GB) y, en términos comparativos, la capacidad de almacenaje de un *smartphone* de gama media es de 128 GB. Nuestra mente puede almacenar al menos la misma cantidad de datos que prácticamente ocho *smartphones* por la parte baja de la escala, gracias a su gran eficiencia. Mientras que los computadores se comunican en binario, en ceros y unos, el cerebro modula señales binarias neuronales intermitentes a través de 26 longitudes diferenciadas de neuronas. La red cerebral de información distribuida y almacenada está configurada para desencadenar recuerdos captados a través de todos los sentidos en respuesta a estímulos externos o demandas internas. ■



¿CUÁNTO FALTA PARA EL FIN DEL MUNDO (NUCLEAR)?

En la comedia negra *Dr. Strangelove* el mundo se destruye después de una explosión nuclear en cadena, pero ¿cómo están las reservas de armamento nuclear y cuántas bombas nucleares harían falta para devastar el planeta entero?

Según datos del Instituto Internacional de Estudios para la Paz de Estocolmo (SIPRI por sus siglas en inglés), en enero de 2021 el número de cabezas nucleares en posesión de los nueve países que forman parte del «club nuclear» era el siguiente: Rusia (6255), Estados Unidos (5550), China (350), Francia (290), Reino Unido (225), Pakistán (165), India (156), Israel (90) y Corea del Norte (entre 40 y 50).

Aunque las armas almacenadas pueden arrasarse la Tierra por completo, estas cifras suponen una reducción significativa respecto al momento álgido de la Guerra Fría: en 1967, Estados Unidos, por ejemplo, tenía 31 225 cabezas nucleares. También la potencia de las cabezas nucleares es menor. Hoy en día, un arma nuclear media tiene un rendimiento de 477 kilotonnes, bastante menos que los descomunales 5-20 megatonnes que tenían en el pasado. La mayor bomba jamás construida y utilizada se detonó en

Rusia en 1961: tenía una potencia de 50 megatonnes. Ahora estas armas son más precisas y se puede calibrar el potencial destructivo de cada misil de forma individual. De hecho, se diseñan para penetrar las distintas capas defensivas de las fortificaciones antes de detonar bajo tierra, una táctica que, en teoría, busca minimizar el número de víctimas.

El Tratado de No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP), que entró en vigor el 1 de enero de 1967, prohibió el desarrollo de armas nucleares entre los 191 países firmantes y obligaba a las cinco potencias nucleares mundiales de entonces —Estados Unidos, URSS, Reino Unido, Francia y China— a reducir o destruir sus arsenales.

Sin embargo, los países que no participaron en el TNP no se acogieron a sus términos, y por ello son varios los que desde entonces acumulan armamento nuclear a pesar del rechazo internacional y de alguna que otra sanción ocasional. Solo la amenaza de la destrucción mutua

ARRIBA: Casi todas las potencias nucleares operan con un «sistema de tríada» que les permite lanzar misiles desde la tierra, desde el aire y desde el mar mediante submarinos especializados.
[Fotografía: Shutterstock]



garantizada, la llamada «teoría de la disuasión» —por la cual la acumulación de miles de cabezas nucleares en todos los bandos se ve como un seguro para no utilizarlas, pues todos los bandos quedarían arrasados en un enfrentamiento global—, sigue siendo el principal bastión en contra de su uso.

No existe confirmación ni desmentido oficiales sobre la posesión de armamento nuclear por parte de Israel, por lo que cualquier estimación sobre la cantidad de armas nucleares que posee es una conjetura. India y Pakistán nunca firmaron el TNP, y en 2003 Corea del Norte abandonó el acuerdo para poder desarrollar sus propias armas nucleares. El hecho de que Corea del Norte cuente con cabezas nucleares y de que Irán tenga la capacidad de desarrollar armamento nuclear se considera una complicación indeseable e impredecible, sobre todo si se tiene en cuenta que algunos conflictos y maniobras diplomáticas poco «amistosas» dejaron aislados a ambos países en el panorama internacional.

En todo caso, las potencias nucleares siguen gastando billones de dólares para actualizar sus reservas atómicas, hasta el punto de que ningún bando está realmente comprometido con el desarme efectivo. Así, por ejemplo, en 2016, la Cámara de los Comunes británica votó a favor de construir una nueva flota de submarinos de clase Dreadnought para alojar sus misiles Trident II D5, con un gasto de miles de millones de libras hasta 2032.

Desde la década de 1970, varios son los intentos llevados a cabo para reducir la cantidad de armas nucleares, como el Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares de 1996, abierto a la firma tras largas negociaciones en la sede de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en Nueva York. Este tratado pretende prohibir las explosiones nucleares, tanto civiles como militares, en cualquier territorio de los estados firmantes, pero no está en vigor, ya que varios países —incluidos Estados Unidos y China— no están dispuestos aún a cumplir las condiciones que permitan avanzar en ese sentido. Además, el tratado está todavía sin ratificar por parte de varios países de la ONU. Por otro lado, existen



EL NUEVO START (TRATADO DE REDUCCIÓN DE ARMAS ESTRATÉGICAS, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) LO FIRMARON ESTADOS UNIDOS Y RUSIA EN 2010, CON EL OBJETIVO DE QUE CADA PAÍS REDUJERA A LA MITAD SUS LANZAMISILES NUCLEARES ESTRATÉGICOS.

numerosos acuerdos bilaterales entre Estados Unidos y Rusia que intentan reducir las reservas nucleares y mantener al mismo tiempo la igualdad entre ambos países. La ONU volvió a intentarlo en 2017 impulsando la prohibición total de las armas nucleares, pero las potencias nucleares lo boicotearon una vez más, pese a contar con el apoyo de cien países.

POR POCO

Quizá lo que más miedo da de las armas nucleares, además de su ubicuidad y su potencia, es lo fácil que podría ser destruir a toda la humanidad por culpa de un accidente, un malentendido o un error técnico. Afortunadamente, algunas personas valientes que, por ejemplo, no informaron a sus oficiales superiores sobre situaciones que quizá habrían tenido como consecuencia el lanzamiento de misiles, o que se negaron a acatar las órdenes de disparar un arma nuclear, son responsables de que aún exista vida en la Tierra tal como la conocemos hoy. Una de ellas es Stanislav Yevgrafovich Petrov, el oficial que estaba de guardia en el centro de mando del sistema de alerta temprana nuclear el 26 de septiembre de 1983, en una base de la antigua Unión Soviética, que llegó a la conclusión de que los informes del lanzamiento de seis misiles procedentes de Estados Unidos eran una falsa alarma. Al desobedecer el protocolo, muy probablemente evitó una fatal respuesta nuclear al supuesto ataque.

En realidad, el único «buen» uso que puede darse a las armas nucleares sería el defensivo a escala orbital, eliminando asteroides amenazantes para la Tierra, pero incluso podría resultar peligroso. ■

ARRIBA, A LA IZQUIERDA: Un misil Titan II desmantelado en Arizona, Estados Unidos, sin carga nuclear, como prueba el hueco en la parte delantera del proyectil. [Fotografía: Paul R. Jones / Shutterstock.com]

ARRIBA, A LA DERECHA: La cabeza nuclear de un misil Tochka-U de 100 kilotones desmantelada, en el Museo de las Fuerzas Nucleares Estratégicas Soviéticas. [Fotografía: Sergey Kamshylin / Shutterstock.com]



CÓMO ALIMENTAR A LOS ANDROIDES DEL FUTURO

Después de investigar lo último en cerebros androides y ver hasta dónde puede llegar la sociedad con la computación autónoma en el futuro, nos queda para reflexionar un tema básico pero esencial: ¿de qué se nutren los androides? Hablemos sobre baterías.

Las baterías permiten almacenar y generar corriente eléctrica a través de reacciones químicas. El uso de las baterías —y su creciente miniaturización y eficiencia en los últimos veinte años— convierte en autónomos los cada vez más complejos electrodomésticos que tenemos en hogares y negocios.

Sin embargo, que mucha gente tenga ahora toda una flota de aparatos digitales no significa que el teléfono que llevamos en el bolsillo o el computador portátil que trasladamos de un lado a otro consuman un montón de energía. La batería media de un teléfono inteligente tiene una carga de unos 5.45 vatios-hora (Wh), lo que significa que 365 días de ciclos completos de descarga y recarga requerirían solo 2 kilovatios-hora (kWh) de energía, el equivalente a tener encendidos 20 focos de 100 vatios cada uno durante una hora.

Los aparatos que más energía consumen tanto en el hogar como en la oficina siguen siendo los grandes

electrodomésticos: la nevera, la lavadora y el aire acondicionado, por poner algunos ejemplos. Pero incluso estos son cada vez más eficientes: hay lavadoras que consumen hoy un 70 % menos de electricidad que en 1980. Y el cambio a la iluminación led también permite ahorrar una cantidad de energía importante.

Las baterías son ya, hoy en día, un método viable para proveer de energía a automóviles como el Model 3, el vehículo de acceso a la gama de Tesla. Equipado, según el modelo, con una batería de 448 o de 567 km, el Model 3 necesita unos 85 kWh de electricidad para una carga completa. Es uno de los automóviles eléctricos más populares, aunque todavía queda mucho camino por recorrer hasta que estos superen en número a los de combustible.

Las baterías también empiezan a llegar a los aviones. El primer avión comercial totalmente eléctrico fue Alice, del fabricante israelí Eviation, presentado en 2019.

ARRIBA: Un Tesla Model 3 posando en un paraje natural canadiense. [Fotografía: Jani Hanebutt / Shutterstock]



Construido con materiales ultraligeros, podía recorrer 1046 km con una sola carga. Lo cierto es que la industria de la aviación tiene puestas sus esperanzas en los vuelos con baterías, ya que es una de las opciones para reducir las emisiones de carbono y continuar transportando pasajeros, por lo que fabricantes como Rolls-Royce, ZeroAvia o Pipistrel están desarrollando diferentes proyectos al respecto.

LA CARGA DE LA HISTORIA

La primera batería considerada como tal fue creada por el científico italiano Alessandro Volta en 1800. Estaba formada por varios pares de discos de cobre y zinc, apilados uno encima de otro y separados entre sí por una capa de material que contenía electrolitos; en este caso, se trataba de un paño mojado en salmuera. La llamó «pila voltaica».

Esta primera batería ofrecía una corriente estable de electricidad continua y era relativamente estable cuando no se utilizaba, con lo cual permitía el almacenaje de carga. Sin embargo, solo contenía carga para una hora, y los defectos de construcción y de comprensión de las reacciones químicas dentro de la batería generaron problemas: los electrolitos goteaban y provocaban cortocircuitos, el zinc se degradaba a causa de las impurezas que se formaban en su superficie y se producía una polarización del cobre por culpa de la formación de diminutas burbujas de oxígeno.

A lo largo de los siguientes sesenta años se llevaron a cabo múltiples mejoras en el modelo de batería de Volta, para perfeccionar la eficiencia y la vida de la batería, algunas muy ingeniosas, como separar los materiales con macetas de cerámica —un elemento poroso— para impedir que se degradaran.

Las baterías enseguida tuvieron utilidad en la industria —en particular, en el entonces recién creado sistema de telégrafos estadounidense—, pero pese a su voltaje y corriente, muy fiables, incluso las mejores daban problemas. La celda de Grove, por ejemplo, producía vapores nitrosos tóxicos, requería un costoso cátodo de platino y no podía recargarse.

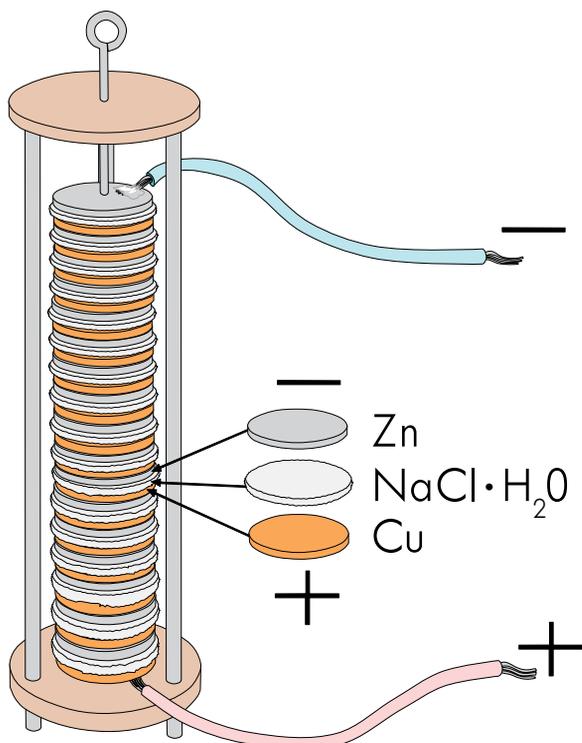
Y entonces llegó la batería de plomo y ácido. Creada en 1859 por el físico francés Gaston Planté, fue la primera batería capaz de recargarse cuando se conectaba a la corriente eléctrica, «reiniciando» la reacción química de su interior. Las baterías de plomo funcionan mediante una reacción que es relativamente simple. Un extremo de la batería, el ánodo, contiene una determinada cantidad de plomo; en el otro extremo, el cátodo, hay una cantidad de dióxido de plomo; y entre ambos extremos hay ácido sulfúrico. Los dos electrodos reaccionan al ácido sulfúrico para formar sulfato de plomo, pero mientras que el ánodo de plomo libera electrones durante el proceso, el dióxido de plomo los consume, de modo que los electrones van del ánodo al cátodo en un patrón predecible y repetitivo. Al introducir



ARRIBA: Una batería Tesla Powerball para el hogar, expuesta en un concesionario de Seattle. [Fotografía: valentinphotography / Shutterstock.com]

DEBAJO: Un montón de pilas alcalinas AA, las baterías más utilizadas en los aparatos electrónicos de consumo general. [Fotografía: Shutterstock]

DERECHA: Un esquema que muestra el funcionamiento de una pila voltaica, la primera batería de verdad. [Fotografía: Shutterstock]



una corriente inversa en la batería, el proceso se reinicia y se recarga.

Además de la ventaja de poder reutilizarlas muchas veces, la baja resistencia de las baterías de plomo hace que una sola sirva para proporcionar energía a múltiples circuitos o aparatos. La desventaja es que suelen ser grandes y pesadas. A pesar de ello, hoy en día todavía se usan, sobre todo en los automóviles (convencionales, con motores de combustión interna), donde su peso considerable no supone un gran problema.

CON NÍQUEL

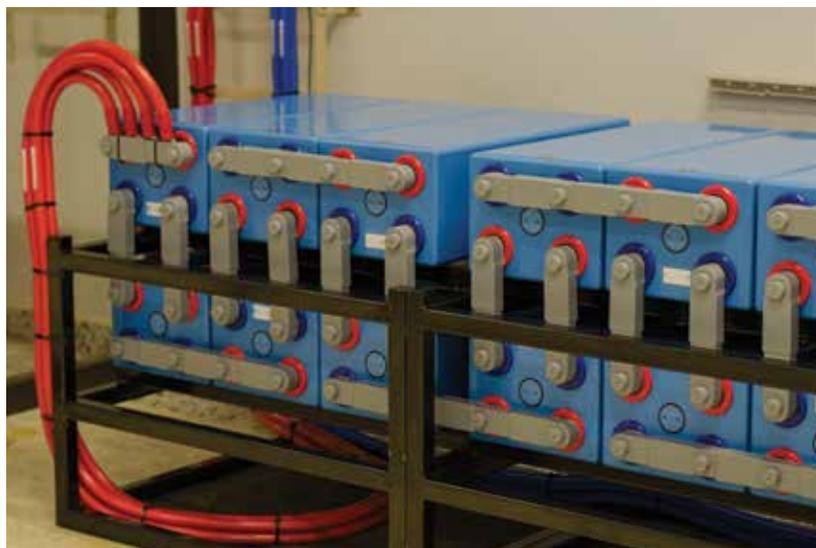
Durante los siglos XIX y XX, científicos, ingenieros y empresas continuaron experimentando con distintas combinaciones de metales y electrolitos, y lograron producir baterías aún mejores para una amplia variedad de usos. Entre ellas está la pila seca de zinc-carbono, la primera batería que no usa un electrolito húmedo. Su creación, a cargo de Carl Gassner, condujo a la invención de la linterna y se hizo muy popular. Hoy en día todavía se fabrica.

La invención de la primera pila alcalina en 1899, obra del científico sueco Waldemar Jungner, encaminó a la industria de las baterías hacia las pilas que conocemos hoy. Jungner creó una batería de níquel-cadmio, un modelo robusto, recargable y lleno de energía. Sus desventajas incluían el costo de sus componentes y el hecho de que el cadmio es tóxico, pero las pilas llegaron a las tiendas suecas en 1910, y a Estados Unidos, poco después de la Segunda Guerra Mundial.

La siguiente gran innovación fue la invención de la batería de níquel-hidrógeno, que se introdujo inicialmente como una manera de almacenar energía durante la primera oleada de satélites comerciales de comunicaciones, pero que después vieron reducido su tamaño de forma considerable para su uso doméstico al utilizar metalhidruros en lugar de hidrógeno. Las baterías Ni-MH, como se conocen, son las pilas recargables más comunes que se encuentran en los formatos comerciales estándar (AAA, AA, etc.).

CON LITIO

Tuvieron que pasar casi sesenta años, desde 1912, para que los primeros experimentos con baterías de litio dieran fruto; era el metal con la densidad más baja, por lo que resultaba un componente ideal para las baterías. Actualmente, las baterías de ion de litio y las de polímero de litio proporcionan energía a nuestros teléfonos inteligentes y cámaras fotográficas. La primera batería de ion de litio —una versión recargable y estable de la batería de litio estándar— fue comercializada por Sony en 1991. El principal avance de la batería de polímero de litio es que el electrolito se conserva en un compuesto de polímero sólido y, después, se reviste de un envoltorio flexible. En vez de ser la forma de la batería la que dicte la forma del objeto (como



EL POLÍTICO Y POLÍMATA BENJAMIN FRANKLIN FUE EL PRIMERO EN ACUÑAR EL TÉRMINO «BATERÍA» PARA DESCRIBIR SU CONJUNTO DE CAPACITADORES ELÉCTRICOS, UNA METÁFORA QUE TOMÓ PRESTADA DE LAS BATERÍAS DE ARTILLERÍA, YA QUE UNIR VARIOS CAPACITADORES PEQUEÑOS PERMITÍA GENERAR UNA CARGA MUCHO MAYOR.

sucede con las baterías que van dentro de carcasas metálicas), el envoltorio flexible hace que la forma de la batería se adapte al objeto en el que debe encajar, lo que permite miniaturizar no solo la propia batería, sino muchos otros componentes.

CUANTO MÁS GRANDES...

Pero no solo la miniaturización lidera los avances en el campo de las baterías. Así, por ejemplo, además de electrificar automóviles, la empresa Tesla de Elon Musk estudia otras innovaciones a gran escala, como las baterías para el hogar. La energía podría generarse tanto en casa como en la red, a partir de fuentes solares y eólicas, y complementarse con energía nuclear centralizada. Estas baterías para la vivienda solucionarían problemas como los cortes de suministro eléctrico y harían que los hogares fueran más eficientes y autosuficientes. Pese a que la Powerball 2 ya se comercializa, estas baterías son aún una especie de prototipos para los más pioneros, ya que, por ahora, suelen salir más caras que el uso regular de la red eléctrica convencional. Pero en un futuro esto podría cambiar, y quizá estas baterías se conviertan en un elemento habitual en nuestras casas y en los comercios, sobre todo ahora que, más que nunca, necesitamos apostar por un mañana más verde y eliminar los combustibles fósiles de nuestras fuentes de energía. ■

ARRIBA: Los grupos conectados de baterías de plomo y ácido se utilizan aún regularmente como fuentes de energía de reserva en oficinas. [Fotografía: Shutterstock]

TERMINATOR™
CONSTRUYE EL T-800

¡VOLVEREMOS!



SALVAT

Nota de los editores: por motivos técnicos, algunas piezas de esta colección pueden estar sujetas a cambios.
Salvat España C/ Amigó, 11, 5.ª planta. 08021 Barcelona (España).