

PACK 1

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 1

ÍNDICE

ENSAMBLAJE DEL T-800.....	1
EL UNIVERSO TERMINATOR.....	18
LEYENDAS DEL CINE DE CIENCIA FICCIÓN.....	21
CIENCIA DEL MUNDO REAL.....	29

EDICIÓN, DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN

Editorial Salvat, S.L.
C/ Amigó, 11, 5.ª 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
© 2023, Editorial Salvat, S.L.

TI, THE TERMINATOR, ENDOSKELETON, and any depiction of Endoskeleton are trademarks of Studiocanal S.A.S. All Rights Reserved. © 2023 Studiocanal S.A.S. © All Rights Reserved.

STUDIOCANAL
A CANAL+ COMPANY

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.ª 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
Importador: Brihet e Hijos S.A.
Agustín Magaldi 1448 C.A.B.A.
Tel.: (11) 4301-3601
Horario de atención de 9 a 17:30 h.
E-mail: ventas@brihet.com.ar
Web: www.brihet.com.ar

Distribución México

Distribuidora Intermex S.A. de C.V.
Lucio Blanco n.º 435
Col. San Juan Tilihuaca, 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

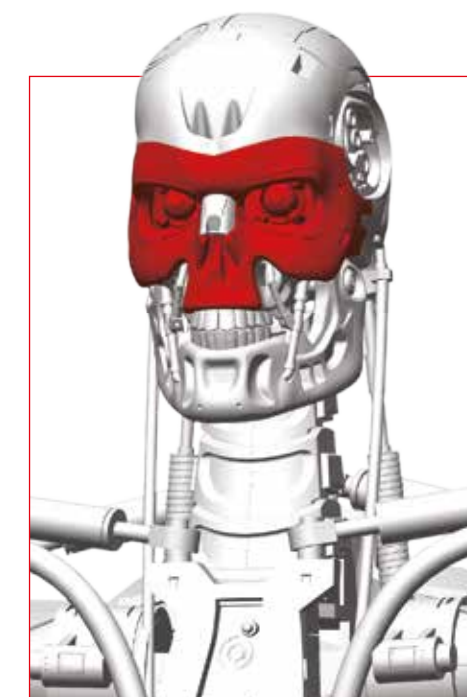
NOTA DE LOS EDITORES

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.

¡EMPIEZA EL ENSAMBLAJE!

Las primeras piezas del imponente T-800 están saliendo de la cadena de producción de Cyberdyne Systems, bajo el control de Skynet. Tu tarea consiste en ayudar a construir este legendario cyborg.

En esta sesión, ensamblarás la primera parte de la cabeza de tu T-800, empezando por los ojos. Cuando esté terminada la maqueta, estos irradiarán un espeluznante resplandor gracias a los diodos led rojos.



LISTA DE PIEZAS

- 1-1 Cavidades nasales y oculares cromadas
- 1-2 Cavidades oculares interiores negro mate
- 1-3 Soporte de las cavidades oculares
- 1-4 Órbitas oculares cromadas
- 1-5 Tapas oculares rojas
- 1-6 Diodos led para los ojos
- 1-7 Pieza A de la conexión de la cabeza
- 1-8 3 tornillos PB de 2 x 4 mm (1 de repuesto)

NECESITARÁS...

Un destornillador de estrella pequeño (Phillips PH00 o similar).



PASO 1

Antes de empezar el ensamblaje, examina con atención todas las piezas que se entregan con el primer número de tu Terminator T-800 por fascículos. Asegúrate de que las piezas incluidas en tu fascículo coincidan con la lista de piezas de esta entrega y de identificar cada pieza con su correspondiente número.

Durante el transcurso de la colección, recibirás muchas piezas que podrás ensamblar de inmediato (siguiendo las instrucciones del fascículo correspondiente) y otras que deberás guardar para utilizar en futuras sesiones.

PASO 2

En este fascículo, no necesitarás ensamblar las cavidades nasales y oculares cromadas (pieza 1-1) ni tampoco la pieza A de la conexión de la cabeza (pieza 1-7), por lo que puedes guardarlas.

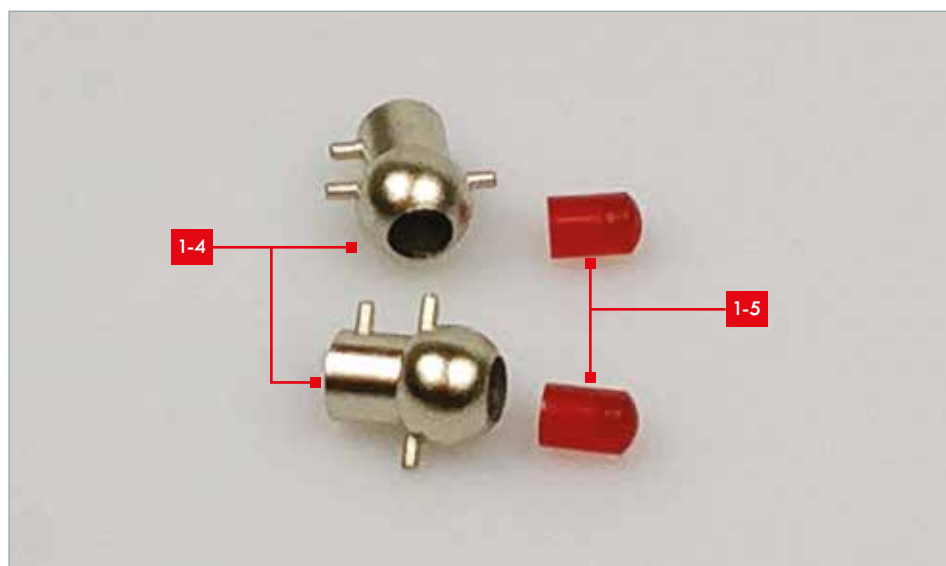
Asegúrate de conservar las piezas adicionales de forma organizada, para que puedas llevar un control de las piezas de una semana a otra.



PASO 3

El primer paso para el ensamblaje empieza con los ojos del T-800, concretamente, introduciendo las tapas oculares rojas (1-5) en las órbitas oculares cromadas (1-4).

Coloca una de las tapas oculares aplicando una presión ligera pero firme, hasta que la pieza deje de avanzar.



PASO 4

A continuación, repite el mismo proceso con la segunda tapa ocular en la otra órbita.

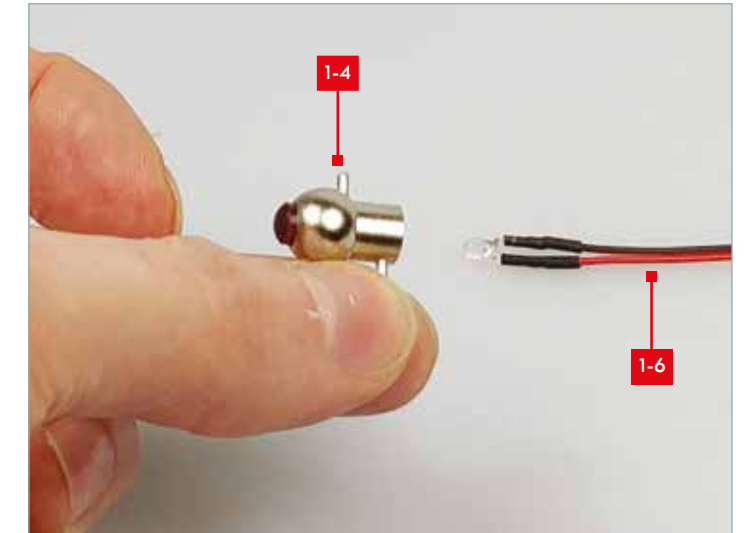
Es muy importante que las dos piezas queden bien encajadas: aunque la tapa ocular roja sobresale del borde de la órbita ligeramente, debe estar firmemente encajada en esta.

Comprueba que las dos parejas de piezas tienen el mismo aspecto que el que muestran las imágenes.



PASO 6

Este es el aspecto que deben tener los ojos de tu T-800 una vez ensamblados. Dentro de solo dos fascículos, conectarás las conexiones led (en el otro extremo de los cables negros y rojos) a un circuito alimentado por tres pilas AAA, de modo que los ojos podrán iluminarse al presionar el interruptor correspondiente.



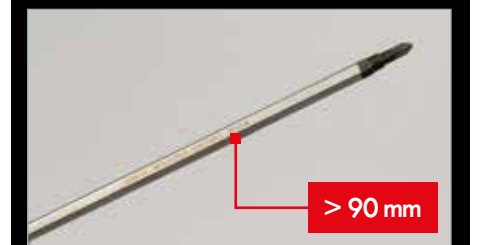
PASO 5

Localiza los dos diodos led (1-6). Son piezas frágiles, por lo que debes tener cuidado e introducir con suavidad cada uno de los ledes en su lugar correspondiente de la parte trasera de la órbita ocular.

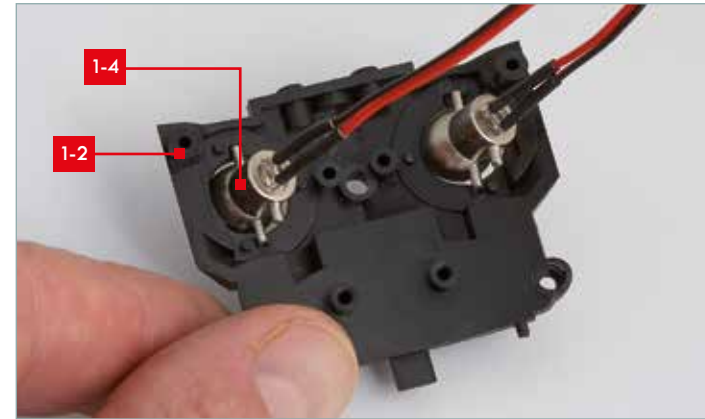
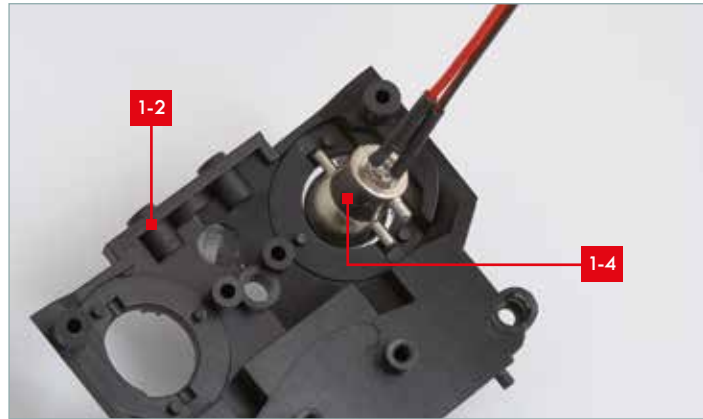
Alinea los cables negros y rojos verticalmente, tal como se muestra en la imagen. Introduce los ledes en las órbitas utilizando los tres ejes de la pieza 1-4 como guía: estos ejes te servirán más adelante para orientar correctamente las órbitas.

¡UN CONSEJO!

Durante la construcción de tu T-800, es posible que necesites utilizar herramientas específicas que quizá no formen parte aún de tu caja de herramientas.



La primera de ellas es un destornillador de precisión Phillips (de estrella) con una punta PH00. A medida que prograse el ensamblaje, necesitarás un destornillador más largo para alcanzar cómodamente las zonas más inaccesibles de la maqueta, por lo que, llegado el momento, te podrá resultar útil añadir un destornillador con un vástago de, al menos, 90 mm, a tu colección de herramientas. Hasta entonces, bastará con el destornillador de estrella pequeño.



PASO 7

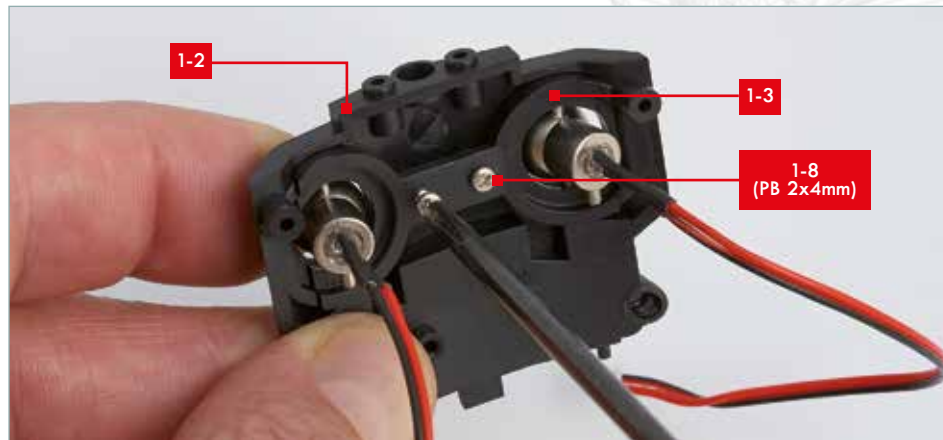
Localiza ahora las cavidades oculares negro mate (1-2). También necesitarás dos tornillos PB de 2 x 4 mm (1-8).

Con el lado cóncavo de las cavidades oculares orientado hacia ti (y la sección de la «nariz» hacia el lado opuesto), coloca un ojo en su cavidad alineando las ranuras verticales del plástico negro con los ejes cilíndricos finos de la parte posterior del ojo. El tercer eje del ojo debe estar orientado hacia abajo, tal como se muestra en la imagen. En caso de duda, utiliza la fotografía como guía para la posición.

PASO 8

Coloca el otro ojo. Ve con cuidado, ya que los ojos no quedarán fijos hasta el paso 9.

Una vez que tengas los ojos en su lugar, localiza el soporte de las cavidades oculares (1-3). Esta pieza mantendrá fijos los pequeños ejes cilíndricos, permitiendo, al mismo tiempo, que los ojos se muevan de un lado a otro.



PASO 9

Introduce el soporte de las cavidades oculares (1-3) en la ranura correspondiente, detrás de ambos ojos, siguiendo la forma convexa. Fíjalo en su lugar utilizando dos de los tres tornillos PB de 2 x 4 mm incluidos (1-8).

Utiliza un destornillador de estrella pequeño (Phillips PH00 o similar) para introducir y girar con cuidado los tornillos hasta que queden firmemente conectados.

¡FASE COMPLETADA!

Con estos sencillos pasos finaliza la primera sesión de ensamblaje de tu Terminator T-800.

Antes de terminar, repasa las fotografías del paso a paso para asegurarte de que todas las piezas están donde deben estar, y guarda bien las sobrantes para que estén listas para la próxima sesión.



PIEZAS DE LA CABEZA Y DEL BRAZO DERECHO

En nuestra segunda sesión, empezaremos ensamblando la esquelética e inquietante sonrisa del Terminator T-800. Comenzaremos por la zona del maxilar y los dientes superiores, y luego uniremos el primer segmento del brazo derecho.



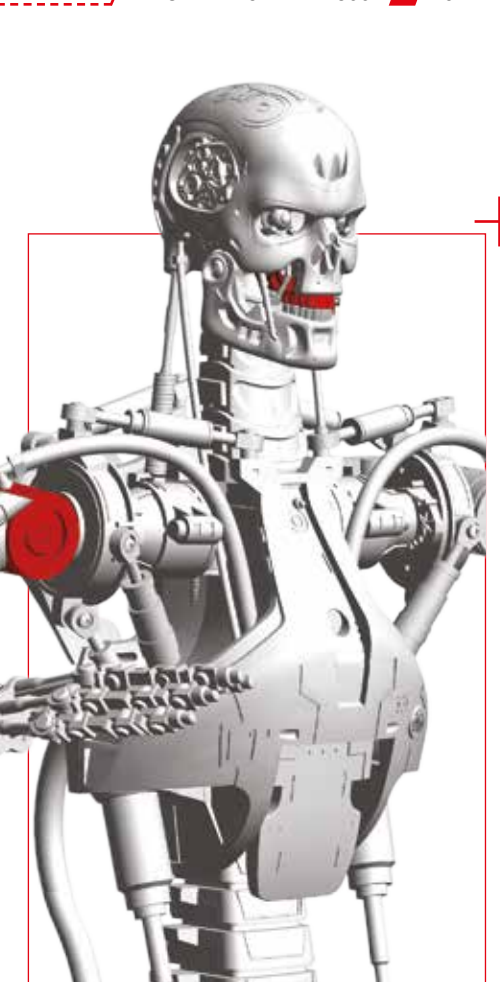
LISTA DE PIEZAS

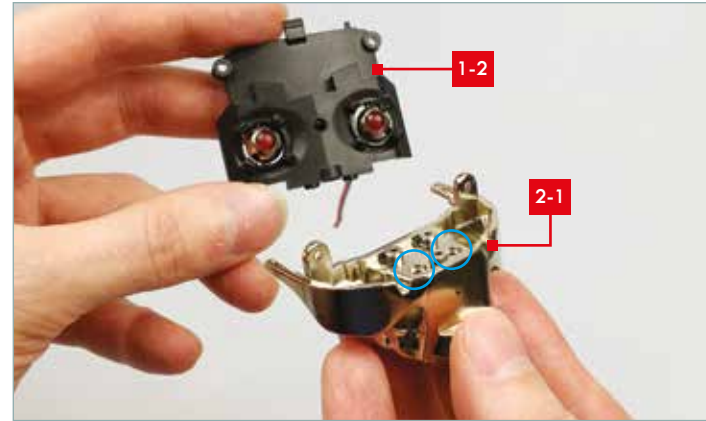
- 2-1 Maxilar superior
- 2-2 Dientes superiores
- 2-3 Pieza del brazo derecho A
- 2-4 Pieza del brazo derecho B
- 2-5 Pieza del brazo derecho C
- 2-6 3 tornillos PB de 2 x 6 mm (1 de repuesto)
- 2-7 3 tornillos PB de 2 x 4 mm (1 de repuesto)
- 2-8 3 tornillos KB de 2 x 6 mm (1 de repuesto)

NECESITARÁS

Un destornillador de estrella adecuado.

Pegamento instantáneo denso y un palillo para aplicarlo.





PASO 1

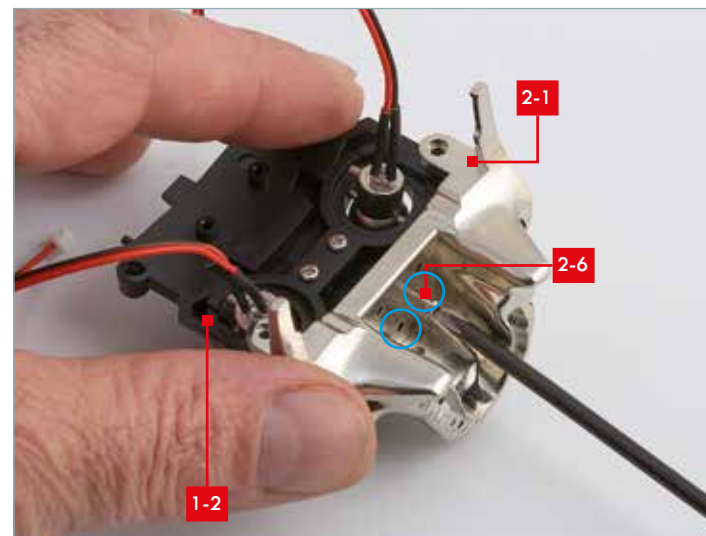
Como en tu primera sesión, antes de empezar, examina con atención las piezas que se entregan con este segundo fascículo. Revisalas para asegurarte de que coinciden con la lista de piezas de la página anterior y de que identificas cada pieza con su correspondiente número.

Al igual que con el fascículo 1, para esta sesión no necesitarás todas las piezas recibidas. En este caso, puedes guardar la **2-3 (pieza del brazo derecho A)**, que utilizarás más adelante.

Asegúrate de tener el destornillador a mano. Ten en cuenta la sutil diferencia entre los tornillos KB 2 x 6 mm y los PB 2 x 6 mm: los KB tienen la cabeza avellanada; los PB, redondeada y más grande.

PASO 2

Lo primero que haremos en esta sesión es introducir el maxilar superior (2-1) en las cavidades oculares negras que quedaron ensambladas en la sesión anterior (1-2). Observa que el maxilar superior (2-1) cuenta con una serie de orificios para tornillos (señalados con los círculos azules). Alíneala con la serie de orificios que hay en el interior de la sección de las cavidades oculares.



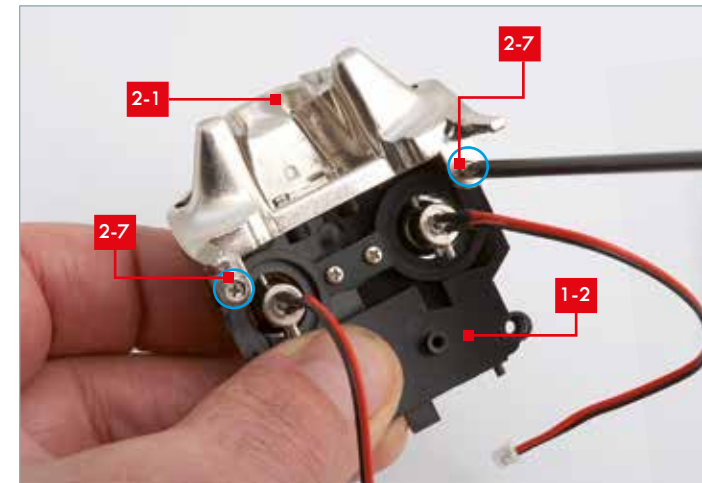
PASO 3

Encaja las piezas entre sí con cuidado para no dañar los cables de los ledes que ya tienes colocados.

A continuación, localiza dos tornillos PB 2 x 6 mm (2-6): son los tornillos más largos, con la cabeza redondeada.

PASO 4

Utilizando un destornillador adecuado, introduce los dos tornillos PB 2 x 6 mm (2-6) en sus correspondientes orificios en la parte inferior del maxilar superior (2-1), bajo los ojos, tal como se observa en la fotografía (señalados con los círculos azules). Apriétalos con firmeza, sin forzarlos.



PASO 5

Introduce dos tornillos PB 2 x 4 mm (2-7), los más cortos, con la cabeza redonda, en los orificios del maxilar superior (y a través de la pieza de las cavidades oculares). Los orificios de los tornillos se encuentran a ambos lados de las cavidades oculares, tal como señalan los círculos azules. Como antes, atorníllalos en su alojamiento, pero sin forzarlos más allá de un ajuste firme.

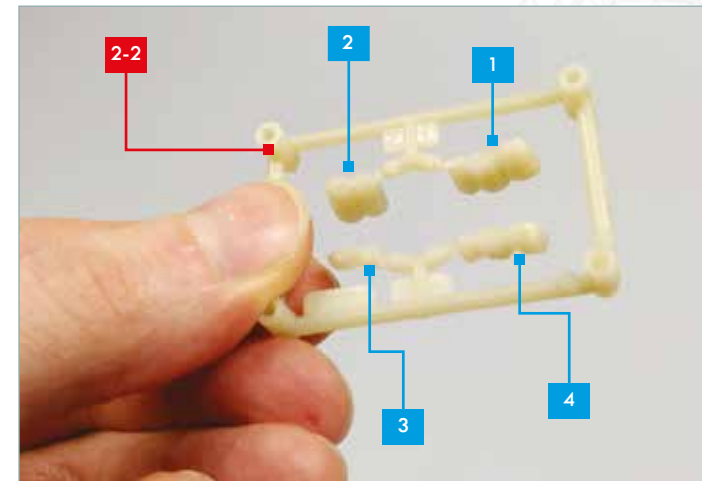
¡UN CONSEJO!

Utiliza pegamento instantáneo durante el ensamblaje.

Siempre que utilices pegamento instantáneo, recuerda aplicarlo en cantidades muy pequeñas. Te recomendamos usar el pegamento en gel, ya que se puede aplicar con gran precisión en las superficies relevantes empleando un palillo.

Aplica una gota muy pequeña del adhesivo a una de las superficies que quieras unir, presiónalas entre sí y sujétalas durante unos instantes para que el pegamento se endurezca.

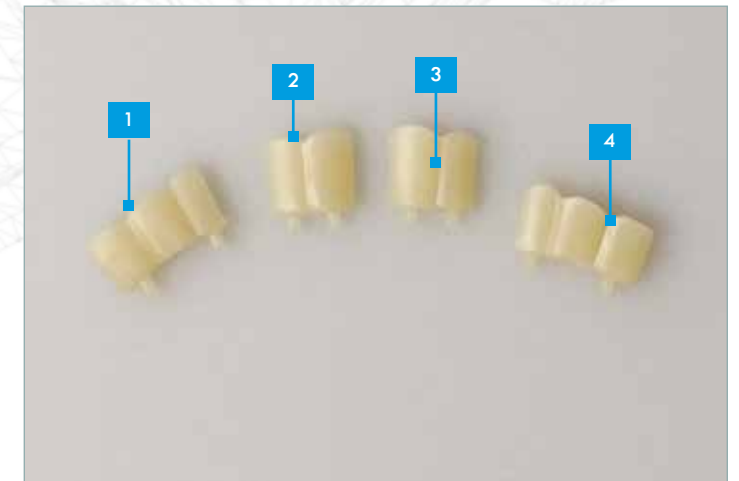
Pon atención y recuerda que el adhesivo puede pegar la piel con la misma facilidad que otras superficies. Por este motivo se recomienda utilizar un palillo, que permite una mayor precisión.



PASO 6

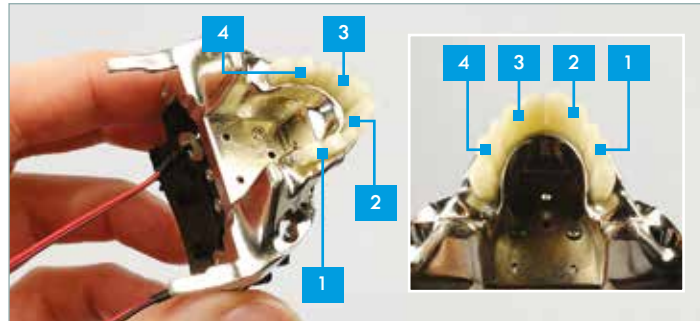
Ahora puedes pasar a encajar los dientes superiores (2-2) en el maxilar superior. Los cuatro juegos de dientes son diferentes, por lo que es fundamental que tengas en cuenta el número de piezas de los dientes indicado en el marco antes de extraerlos.

Manténlos numerados claramente hasta que ya estén colocados. También te puede resultar útil examinar la fotografía de la derecha, una vez que hayas extraído los dientes del marco (en especial, si no recuerdas a qué parte corresponde cada pieza).



Recomendamos usar un cúter o unos alicates de corte lateral pequeños para extraer los dientes del marco, dado que las piezas más delicadas pueden dañarse al girarlas.

Ten siempre cuidado al utilizar el cúter o cualquier herramienta que tenga cuchillas.



PASO 7

Comprueba que los dientes encajan en su emplazamiento y que se corresponden con la fotografía del recuadro. A continuación, retira el primer juego de dientes y, con un palillo, aplica una gota minúscula de pegamento instantáneo denso a los salientes de posición de la parte superior de los dientes.

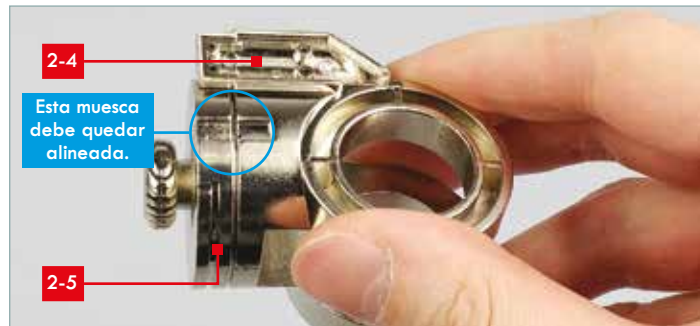
Fija esta sección de los dientes sujetándolos durante unos segundos mientras el adhesivo se asienta. Repite el proceso con los otros tres juegos de dientes.



PASO 8

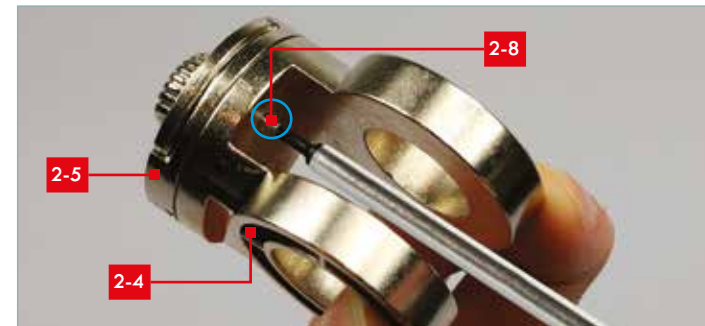
Una vez que los dientes están bien pegados, es el momento de ensamblar las primeras piezas del brazo derecho.

Localiza las piezas del brazo derecho B (2-4) y C (2-5) que se entregan con este fascículo.



PASO 9

Encaja las dos piezas (2-4 y 2-5) entre sí, tal como se observa en la fotografía. Asegúrate de que los dos orificios para tornillos de la pieza C (2-5) se corresponden con la pieza B (2-4) y que encajan correctamente. Hay una muesca en ambas piezas que debe quedar alineada, como se señala en la imagen.



PASO 10

A continuación, fija ambas piezas entre sí utilizando dos tornillos KB 2 x 6 mm (2-8), es decir, los de cabeza avellanada y más pequeña, y un destornillador adecuado. Acuérdate siempre de no emplear una fuerza excesiva al atornillar estos tornillos pequeños para no dañar las piezas.

¡FASE COMPLETADA!

Después de esta segunda sesión, la cabeza de tu Terminator T-800 empieza a tomar forma. Antes de terminar, comprueba que los componentes ensamblados se corresponden con lo que se muestra en las imágenes de cada paso, así como en este ejemplo final.

Por último, no olvides recoger y guardar bien las piezas y tornillos aún por utilizar para dejarlos listos para una sesión posterior. Usar bolsas pequeñas de plástico transparente marcadas con una etiqueta o con una nota escrita con marcador indeleble resulta especialmente útil en el caso de los tornillos.



PIEZAS PARA EL BRAZO DERECHO Y EL PRIMER DEDO

Con las piezas que se entregan junto con este fascículo podrás ensamblar el primer dedo articulado y un nuevo elemento para el brazo derecho del endoesqueleto del Terminator T-800, así como utilizar un kit de comprobación de diodos para averiguar si los ojos led funcionan correctamente.

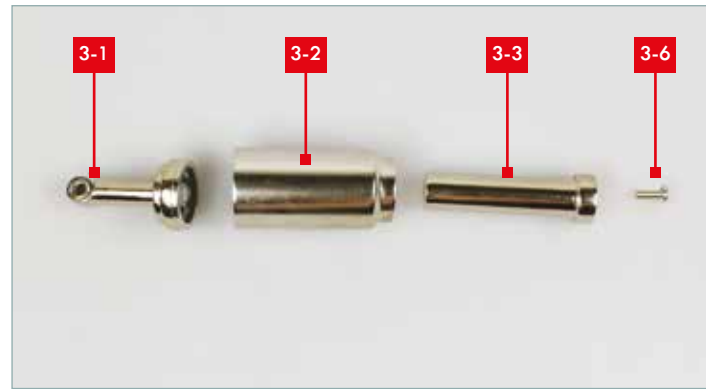


LISTA DE PIEZAS

- 3-1 Pieza del brazo derecho D
- 3-2 Pieza del brazo derecho E
- 3-3 Pieza del brazo derecho F
- 3-4 Compartimento para pilas AAA
- 3-5 Placa de circuito de prueba led
- 3-6 2 tornillos PM de 3 x 8 mm (1 de repuesto)
- 3-7 Pieza del primer dedo de la mano derecha A
- 3-8 Pieza del primer dedo de la mano derecha B
- 3-9 Pieza del primer dedo de la mano derecha C
- 3-10 Pieza del primer dedo de la mano derecha D
- 3-11 Pieza del primer dedo de la mano derecha E
- 3-12 3 conectores de ajuste a presión A
- 3-13 3 conectores de ajuste a presión B
- 3-14 3 cilindros de fricción

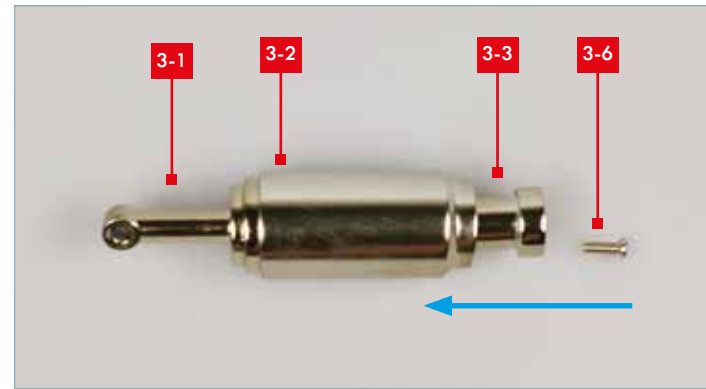
NECESITARÁS...

- Un destornillador de estrella adecuado.
- 3 pilas AAA.



PASO 1

Localiza las piezas del brazo derecho **3-1**, **3-2**, **3-3** y un tornillo PM de 3 x 8 mm (**3-6**) y colócalos sobre tu superficie de trabajo en el orden que debes seguir para conectarlos, tal como se muestra en la imagen.



PASO 2

Coloca la pieza **3-1** en el extremo de mayor diámetro de la pieza **3-2** e introduce la pieza **3-3** en el extremo opuesto (de menor diámetro), siguiendo la dirección de la flecha azul.

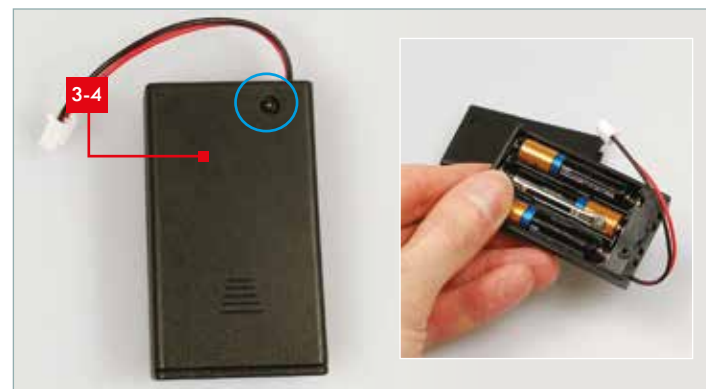


PASO 3

Cuando ya esté introducida la pieza **3-3** hasta el tope, fija las tres piezas entre sí usando un tornillo PM (**3-6**), que debe pasar por las piezas **3-3** y **3-2** hasta llegar a la **3-1**. Para ello necesitarás un destornillador de estrella con un vástago de al menos 5 cm. Una vez atornillada, guarda bien la unidad del brazo hasta que vuelvas a necesitarla, en el próximo fascículo.

¡UN CONSEJO!

Usar un destornillador imantado ayuda a sujetar el tornillo ya que lo mantiene en su lugar con la punta.



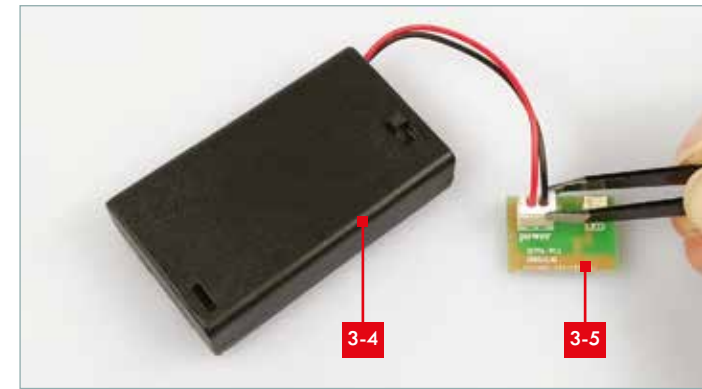
PASO 4

A continuación, localiza el compartimento de las pilas **3-4**, con espacio para tres pilas AAA. Retira el tornillo de la tapa (señalado con el círculo azul) y deslízala hacia arriba hasta que se abra.



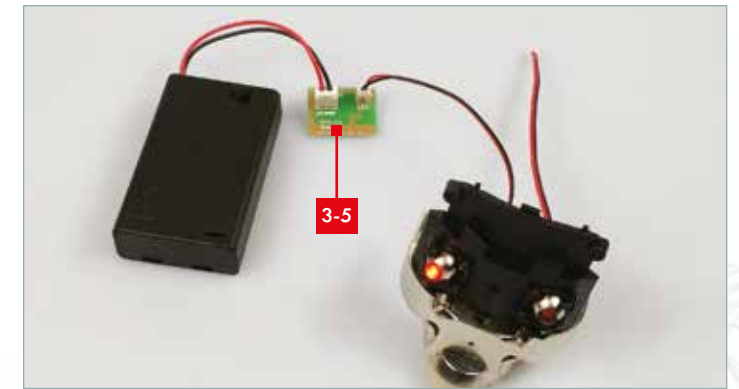
PASO 5

Una vez introducidas las pilas, vuelve a colocar la tapa del compartimento y fíjala con el tornillo. Siempre es una buena práctica dejar la fuente de alimentación desconectada al llevar a cabo las conexiones.



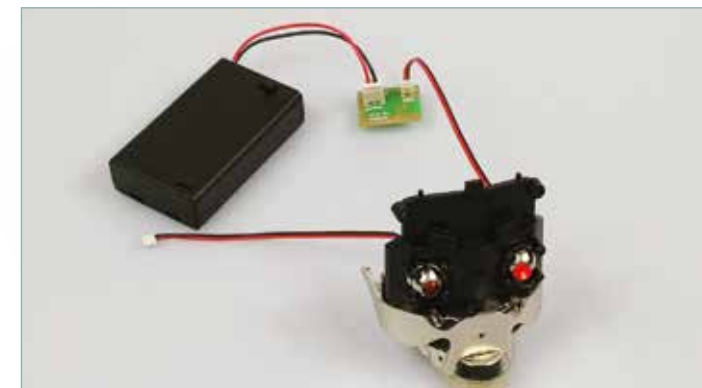
PASO 6

Enchufa el cable del compartimento de las pilas en el conector más grande, marcado como «POWER», de la placa de circuito **3-5**. Pueden resultarte útiles unas pinzas para guiar el conector hasta su alojamiento.



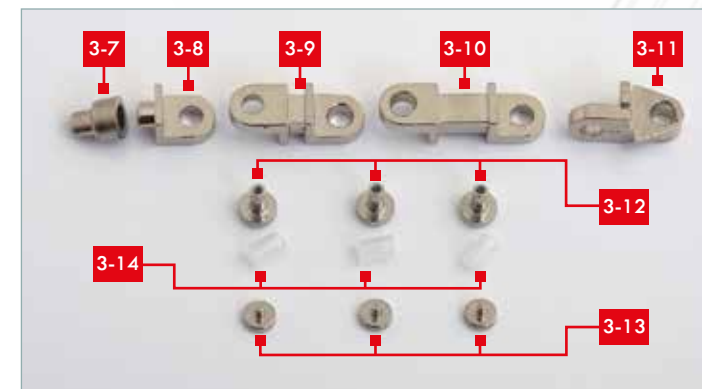
PASO 7

Recupera el conjunto de la cabeza ensamblado en el fascículo anterior. Conecta uno de los cables de los ojos al conector más pequeño de la placa de circuito **3-5** (marcado como «LED»). Mueve el interruptor de encendido del compartimento de las pilas para comprobar que se enciende la luz del ojo.



PASO 8

Repite el proceso con el segundo ojo. Una vez comprobado que se enciende, guarda bien el conjunto de la cabeza, la placa de circuito y el compartimento de las pilas.



PASO 9

Antes de empezar a ensamblar el primer dedo, dispón sobre tu superficie de trabajo las piezas necesarias e identifícalas para tenerlas a mano en las siguientes fases de ensamblaje.

¡UN CONSEJO!

Los ledes, una colorida fuente de electroluminiscencia (término que se aplica cuando un material emite luz en respuesta al paso de corriente eléctrica a través del mismo) forman parte de nuestras vidas desde la década de 1960.

Aunque los primeros ledes eran de baja intensidad y únicamente de color rojo (como se observa en los primeros despertadores y calculadoras electrónicas), con el tiempo aumentaron tanto el brillo como la paleta de colores: surgieron en el mercado los ledes azul, verde y, finalmente, blanco, y sus usos se fueron diversificando.

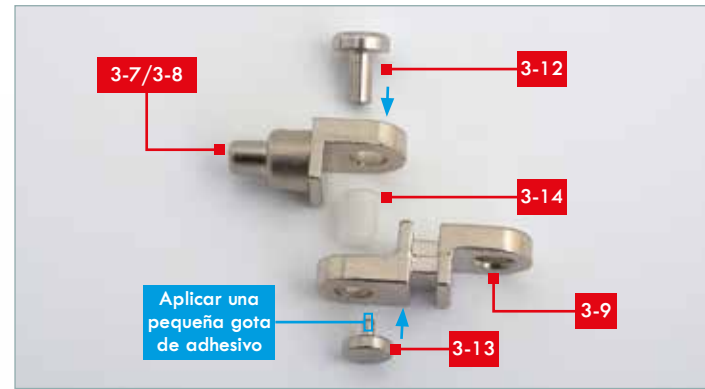
Los ledes son mucho más eficientes que las bombillas estándares y que otras formas de iluminación artificial, motivo por el que están sustituyendo cada vez más muchos tipos de iluminación tradicional, tanto en las calles como en las casas.

En la actualidad, se pueden encontrar ledes en las pantallas de los teléfonos inteligentes, los grandes expositores publicitarios de exterior, las farolas, los semáforos, las pantallas de televisión...



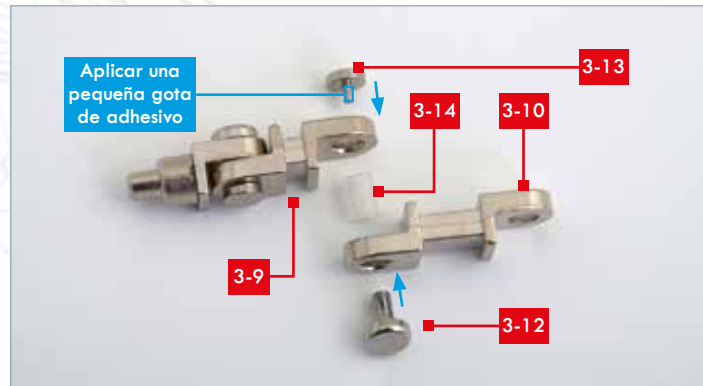
PASO 10

Aplica una gota de adhesivo en el área señalada en la fotografía y encaja a presión la pieza **3-7** en la pieza **3-8**. La imagen del recuadro muestra las piezas ya encajadas. En los pasos del 10 al 13 se recomienda utilizar adhesivo en cantidades muy pequeñas.



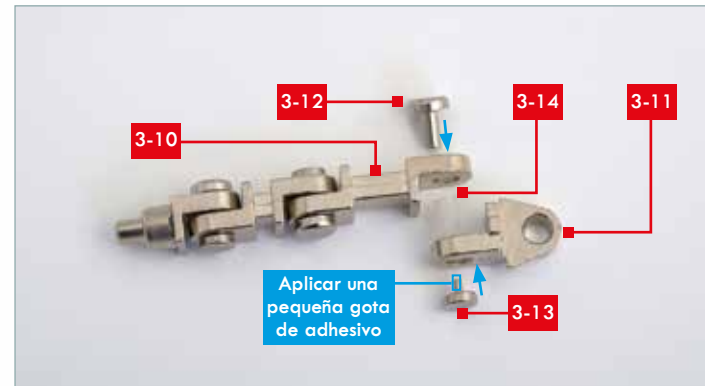
PASO 11

Las piezas ensambladas **3-7/3-8** se conectan con la pieza **3-9** por medio de los conectores de ajuste a presión **3-12** y **3-13** y un cilindro de fricción **3-14**, tal como señalan las flechas. Previamente, aplica una gota de adhesivo en el área señalada.



PASO 12

De forma similar, este conjunto se conecta con la pieza **3-10** utilizando los conectores de ajuste a presión **3-12** y **3-13** y un cilindro de fricción **3-14**. Ten en cuenta que el conector **3-12** debes introducirlo desde el extremo opuesto con respecto al paso anterior.



PASO 13

El conjunto del dedo se completa colocando la pieza **3-11** del mismo modo que las anteriores, con los conectores de ajuste a presión **3-12** y **3-13**, y el cilindro de fricción **3-14**. Observa que los conectores de ajuste a presión se colocan en el mismo sentido que los del paso 11.



PASO 14

El primer dedo de tu Terminator T-800 ya está terminado. Comprueba que todas las piezas están conectadas en el mismo orden y con la misma orientación que se muestra en la fotografía superior.

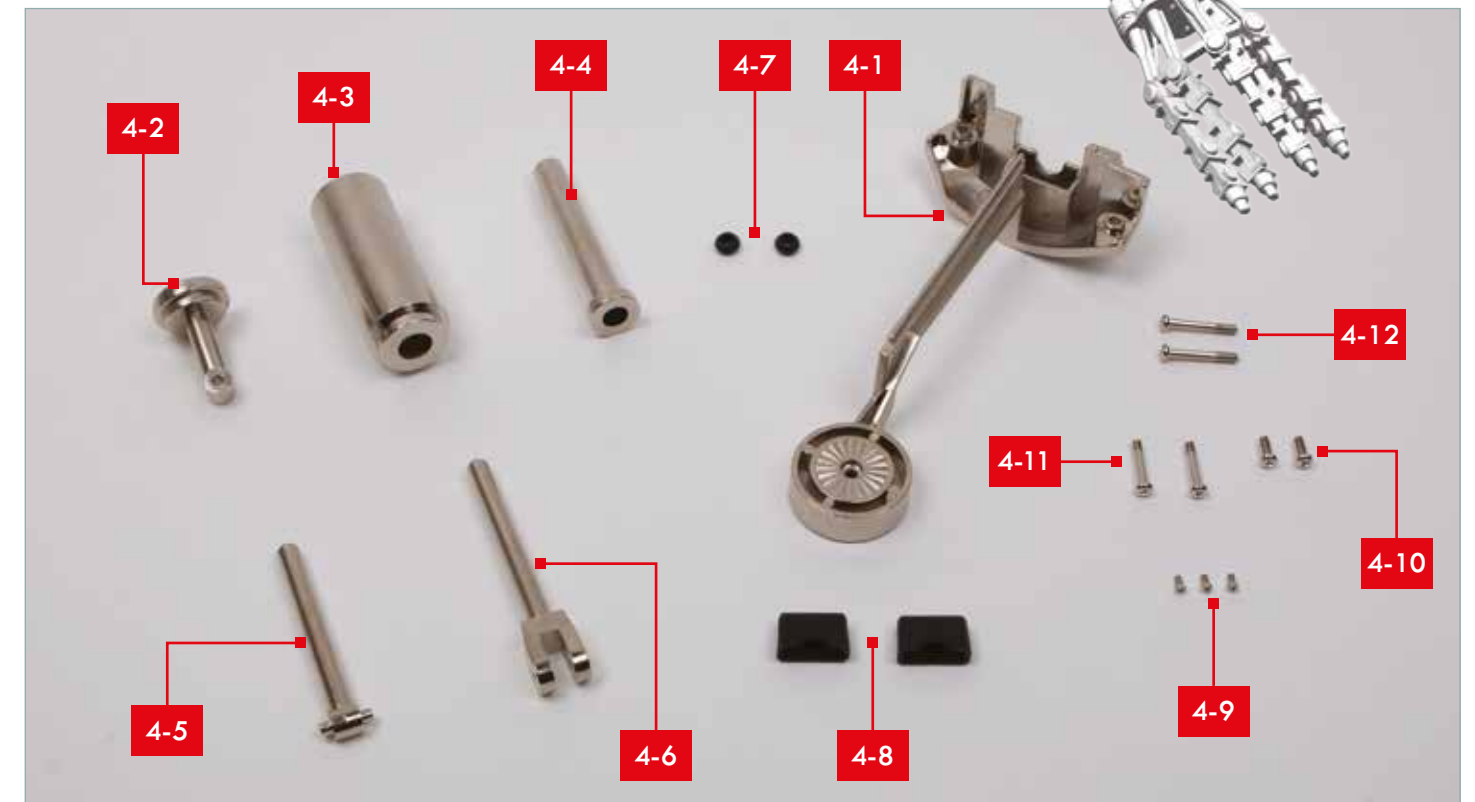
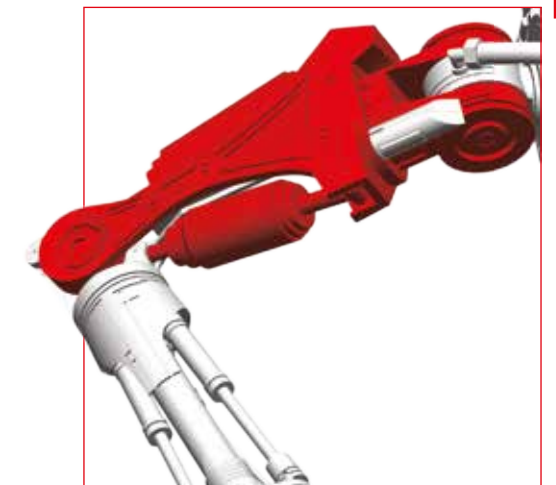


¡FASE COMPLETADA!

En esta imagen puedes ver la unidad del brazo ensamblada, junto con el primer dedo de tu Terminator T-800. Recuerda guardar todo con cuidado para las próximas sesiones de ensamblaje.

NUEVAS PIEZAS PARA EL BRAZO DERECHO

Con las piezas que se entregan con este fascículo, junto con los demás elementos del brazo derecho que ya habías preparado, podrás continuar ensamblando el brazo derecho del endoesqueleto del Terminator T-800.



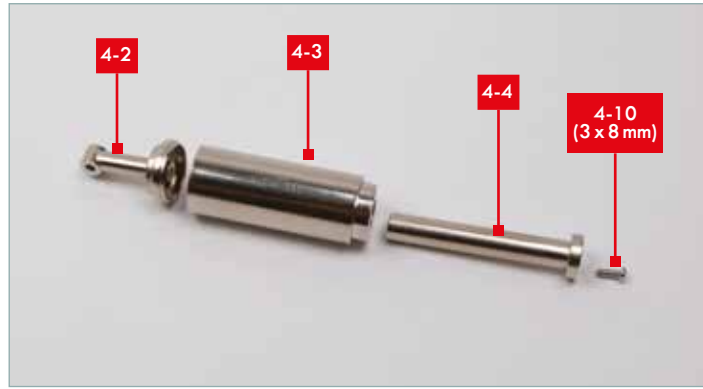
LISTA DE PIEZAS

4-1	Pieza del brazo derecho G	4-8	Fundas de plástico para la pieza combinada del brazo derecho ByC
4-2	Pieza del brazo derecho H	4-9	3 tornillos PM de 2 x 4 mm (1 de repuesto)
4-3	Pieza del brazo derecho I	4-10	2 tornillos PM de 3 x 8 mm (1 de repuesto)
4-4	Pieza del brazo derecho J	4-11	2 tornillos PM de 3 x 16 mm (1 de repuesto)
4-5	Biola del brazo derecho A	4-12	2 tornillos PM de 3 x 20 mm (1 de repuesto)
4-6	Biola del brazo derecho B		
4-7	Arandelas de goma para las bielas del brazo derecho		

NECESITARÁS...

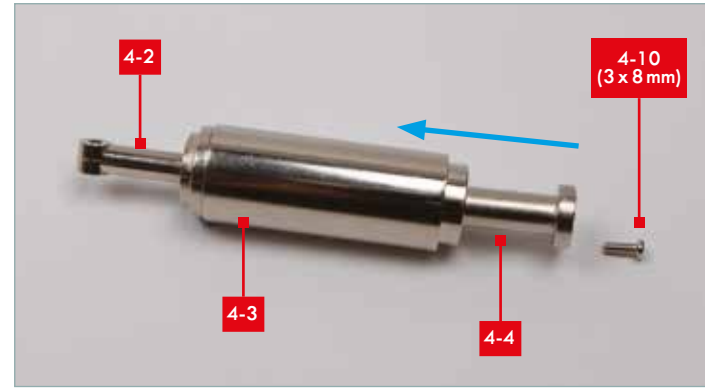
Un destornillador de estrella adecuado.

Las piezas del brazo derecho ensambladas en los fascículos 2 y 3.



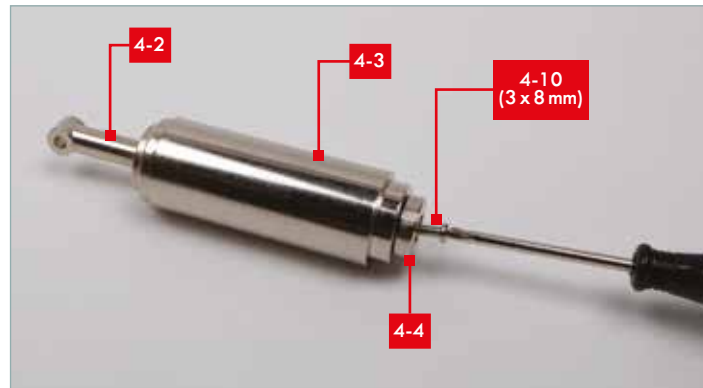
PASO 1

En primer lugar, ensamblarás un segundo cilindro, de forma similar a la parte del brazo ensamblada en el fascículo anterior. Empieza disponiendo las piezas necesarias sobre la superficie de trabajo.



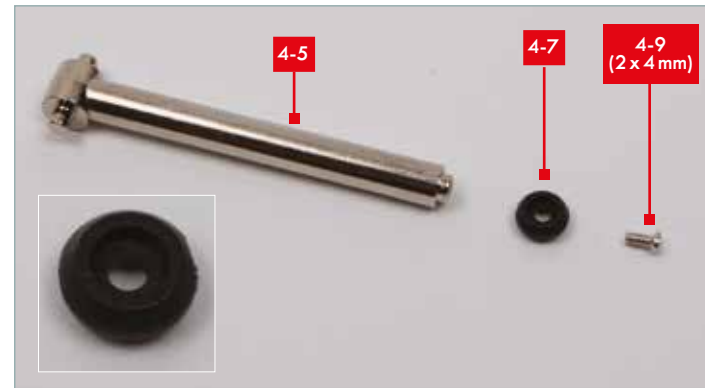
PASO 2

Como en la ocasión anterior, coloca la pieza **4-2** en el extremo izquierdo de la pieza **4-3** e introduce la pieza **4-4** en el otro extremo, siguiendo la dirección de la flecha azul.



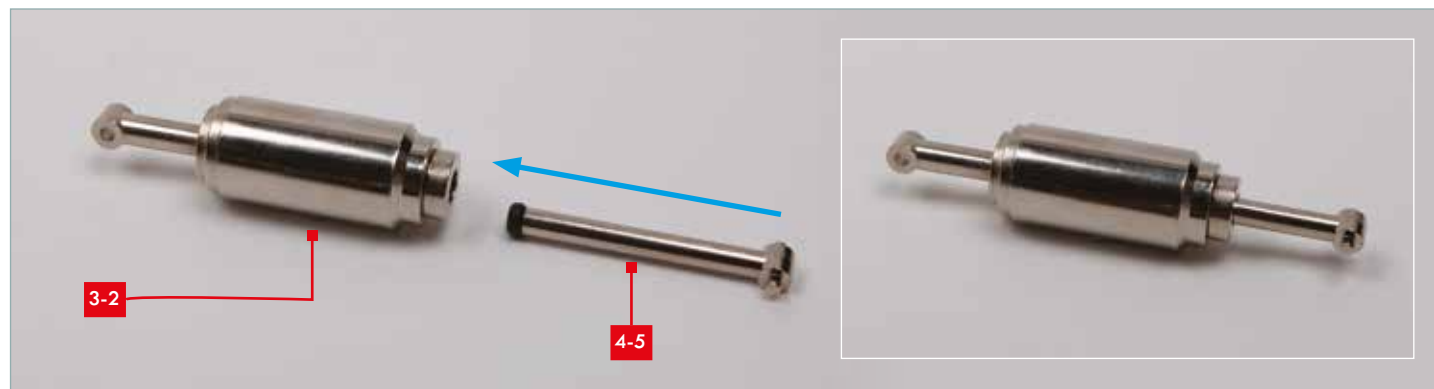
PASO 3

Introduce por completo la pieza **4-4** y fíjala pasando el tornillo PM de 3 x 8 mm (**4-10**) por la pieza **4-3** hasta llegar a la **4-2**. Para ello, necesitarás un destornillador de estrella con un vástago largo.



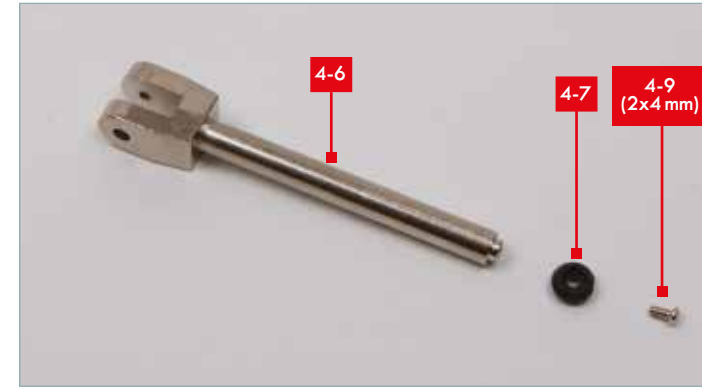
PASO 4

Localiza la pieza de la biela del brazo derecho A (**4-5**), una arandela de goma (**4-7**) y un tornillo PM de 2 x 4 mm (**4-9**). Fíjate que uno de los lados de la arandela de goma tiene una ranura que encaja con el extremo de la biela **4-5** (observa el recuadro).



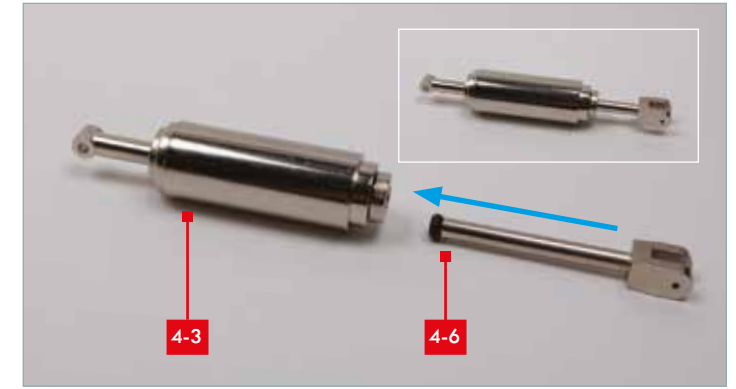
PASO 5

Fija la arandela en el extremo de la biela con un tornillo PM de 2 x 4 mm. Presta atención para no apretar en exceso el tornillo ni aplicar demasiada presión a la arandela. A continuación, recupera el ensamblaje del cilindro **3-2** (preparado en el fascículo anterior) y desliza la biela **4-5** en su interior, siguiendo la dirección de la flecha azul. La fotografía del recuadro muestra cómo debe quedar.



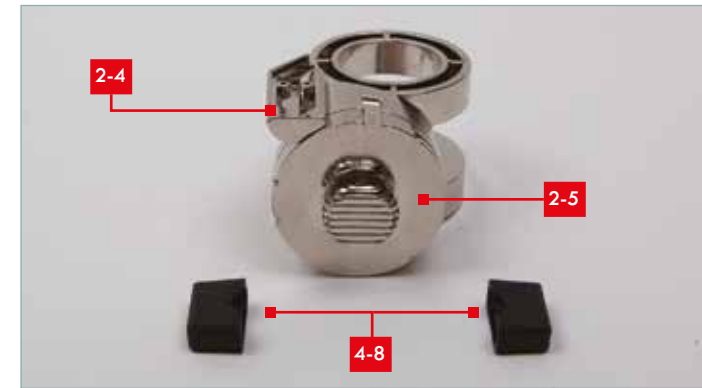
PASO 6

A continuación, repite el proceso con la pieza de la biela del brazo derecho B (**4-6**), una arandela de goma **4-7** y un tornillo PM de 2 x 4 mm (**4-9**). De nuevo, observa que la ranura de uno de los lados de la arandela encaja en el extremo de la biela **4-6**.



PASO 7

Después de fijar la arandela en el extremo de la biela con un tornillo PM de 2 x 4 mm, de nuevo sin apretarlo en exceso, recupera el ensamblaje del cilindro **4-3** que se realizó en el paso 3 y desliza la biela **4-6** en su interior (siguiendo la dirección de la flecha azul). La fotografía del recuadro muestra el ensamblaje ya completado.



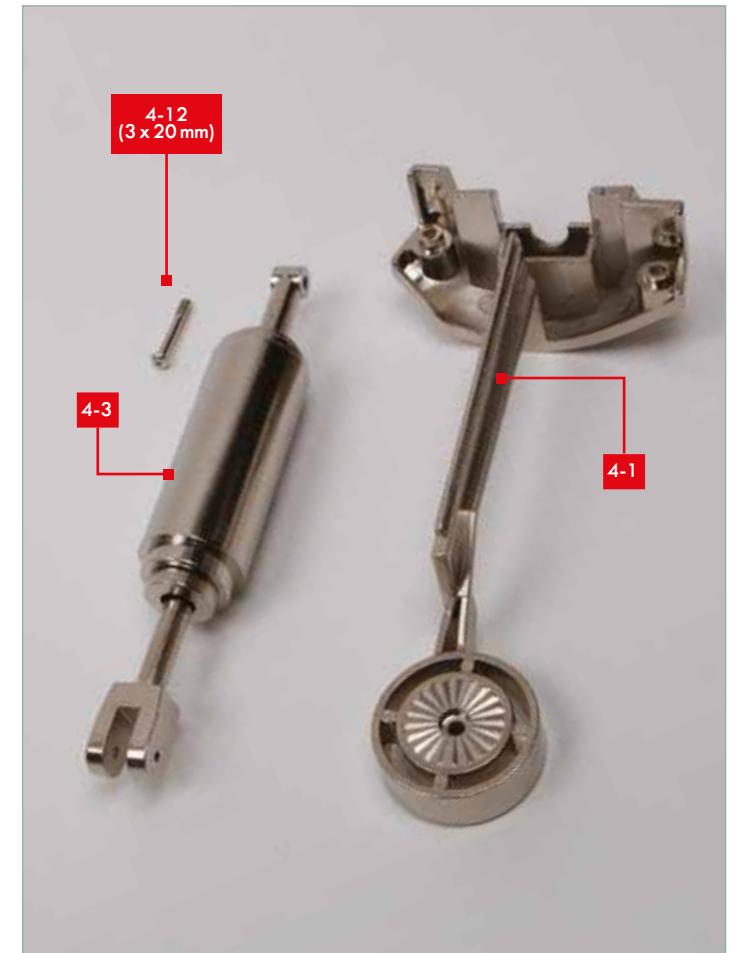
PASO 8

Localiza el ensamblaje **2-4/2-5**, completado en el fascículo 2, junto con las fundas de plástico **4-8**, suministradas con este fascículo.



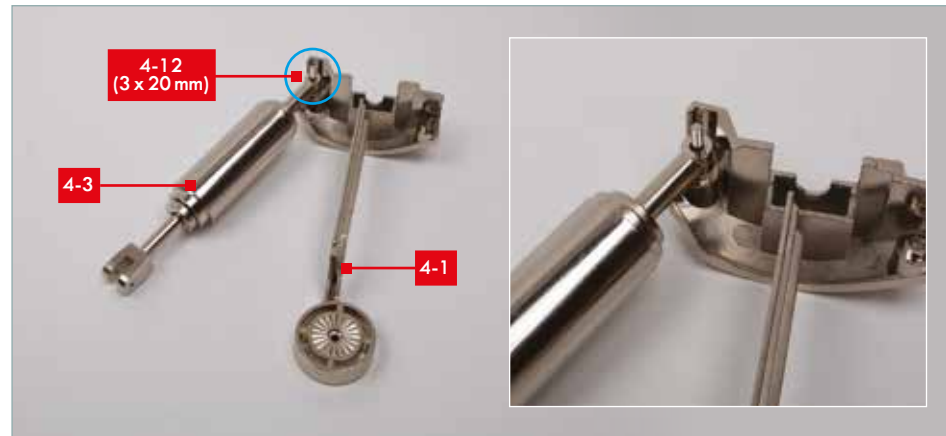
PASO 9

Encaja las fundas de plástico, las piezas **4-8**, en el extremo del saliente con forma de botón, tal como se observa en la imagen. Un lado de cada funda contiene una ranura (ver recuadro) que encaja con la parte trasera. Las piezas quedarán bien firmes en un paso posterior.



PASO 10

Antes de continuar, lee con cuidado el resto de esta guía de montaje, puesto que es necesario que prepares varias piezas antes de fijarlas entre sí. A continuación, localiza la pieza **4-1**, el ensamblaje del pistón **4-3** y un tornillo PM de 3 x 20 mm (**4-12**) y disponlos sobre la superficie de trabajo, tal como se observa en la imagen.

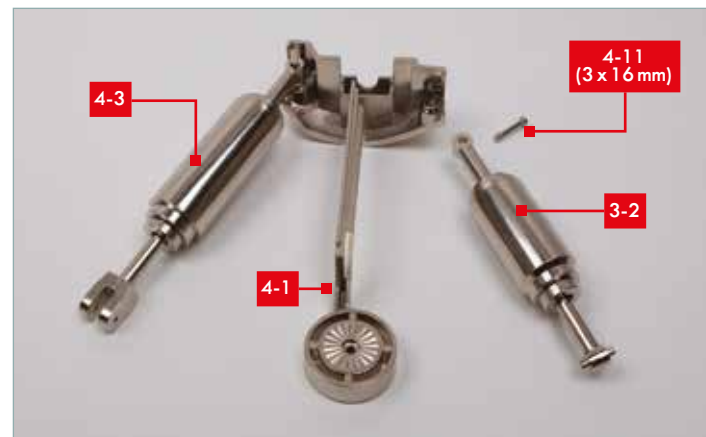


¡UN CONSEJO!

Te puede resultar útil sujetar temporalmente los tornillos desde la parte trasera con unos trozos pequeños de cinta adhesiva.

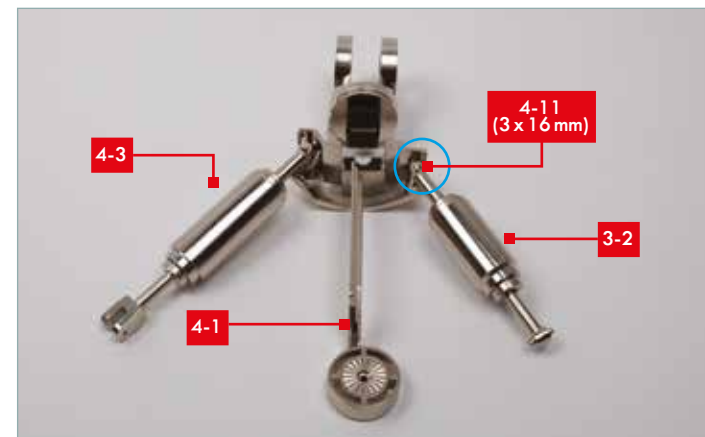
PASO 11

Empieza encajando el tornillo de 3 x 20 mm desde la parte trasera y coloca el orificio del extremo del ensamblaje del pistón **4-3** encima (señalado con el círculo azul).



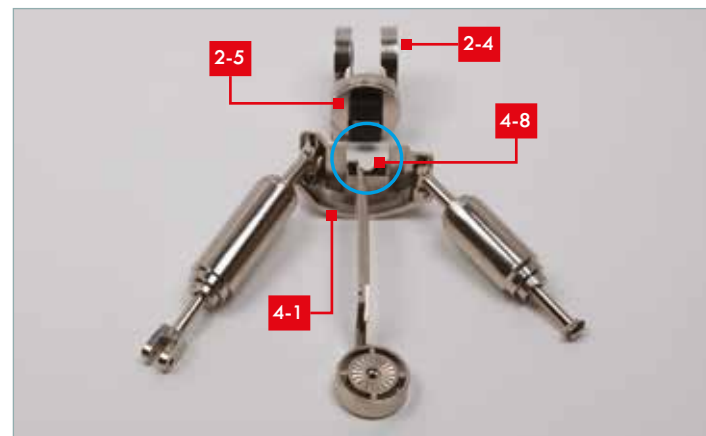
PASO 12

A continuación, recupera el montaje del pistón completado en el paso 5 y un tornillo PM de 3 x 16 mm (**4-11**), ligeramente más corto, y colócalos sobre la superficie de trabajo, tal como se observa en la imagen.



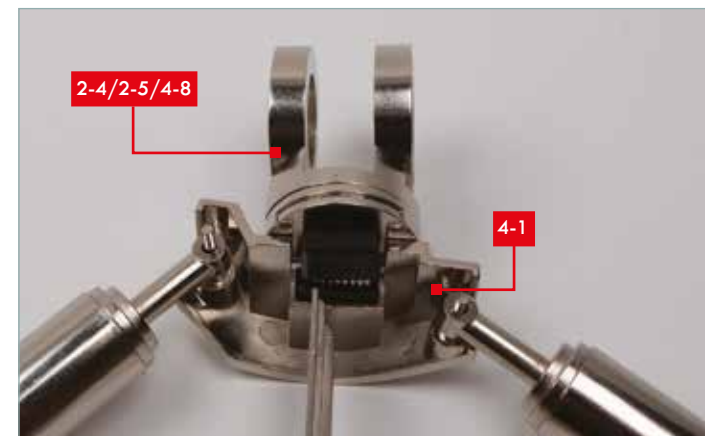
PASO 13

De forma similar, introduce el tornillo de 3 x 16 mm desde la parte trasera y coloca el extremo del ensamblaje del pistón **3-2** encima (señalado con el círculo azul).



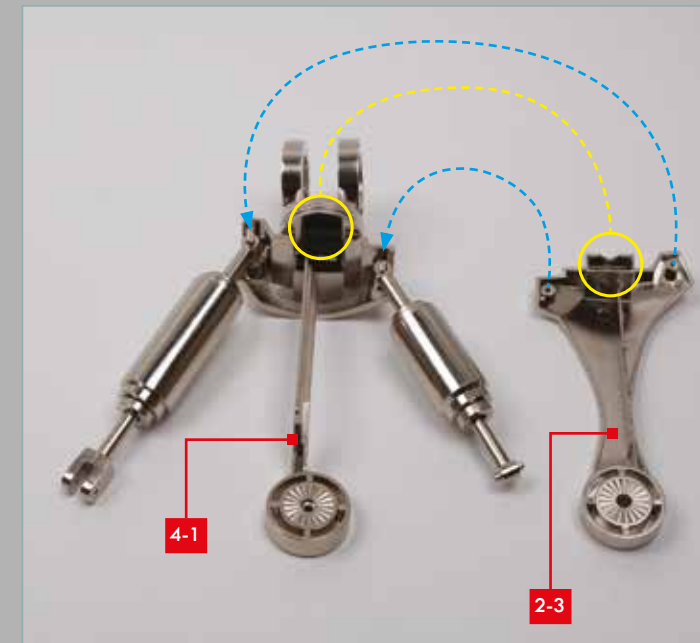
PASO 14

Recupera el montaje **2-4/2-5/4-8**, que se realizó en los pasos 8 y 9, y colócalo sobre la superficie de trabajo, tal como se observa en la imagen. Observa la cavidad en la pieza **4-1**, señalada con el círculo azul, sobre la que colocarás una funda (**4-8**) en el próximo paso.



PASO 15

Introduce el ensamblaje **2-4/2-5/4-8** en la cavidad de la pieza **4-1**, tal como se observa en la imagen.



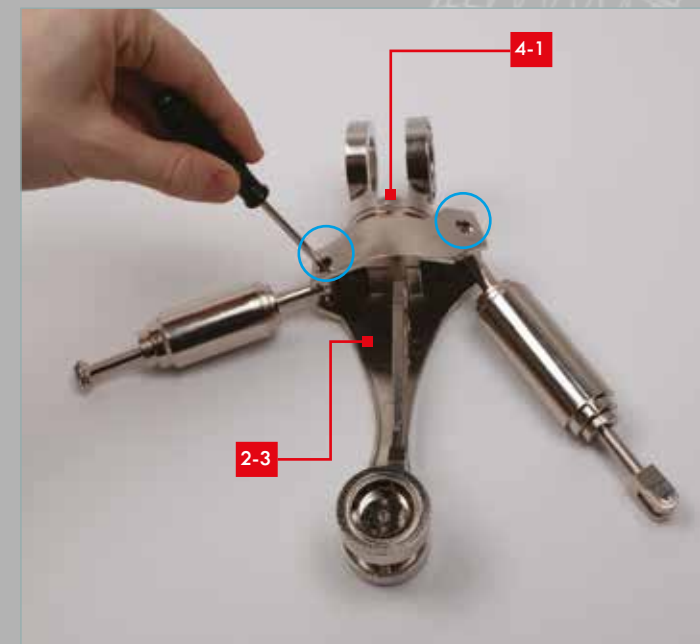
PASO 16

A continuación, busca la pieza **2-3** que recibiste con el fascículo 2 y colócala junto a las piezas ensambladas. Estudia la fotografía con atención siguiendo las líneas punteadas para ver por qué puntos deben unirse y encajarse ambas partes.



PASO 17

Dale la vuelta a la pieza **2-3** y alinéala con la parte superior de las piezas previamente ensambladas. Cuando los tornillos y las fundas **4-8** estén situados en sus alojamientos, sujeta el ensamblaje con suavidad apretando ligeramente las piezas entre sí. A continuación, dale la vuelta con mucho cuidado al conjunto entero. Observa también el siguiente paso.



PASO 18

Aprieta los tornillos (señalados con el círculo azul). De esta forma quedará bien fijado el ensamblaje de estas piezas.



¡FASE COMPLETADA!

En la fotografía puedes ver lo que se ensambla en este fascículo. No te preocupes por las articulaciones (**3-1** y **4-2**), puesto que deben quedar algo sueltas en esta fase.

T-800: LOS ORÍGENES DE UNA MÁQUINA PARA MATAR

El endoesqueleto del Terminator T-800, nacido de la pesadilla de un director de cine y hecho realidad por un grupo de genios de los efectos especiales, se convirtió en una de las creaciones más terroríficas y duraderas de la historia del cine.

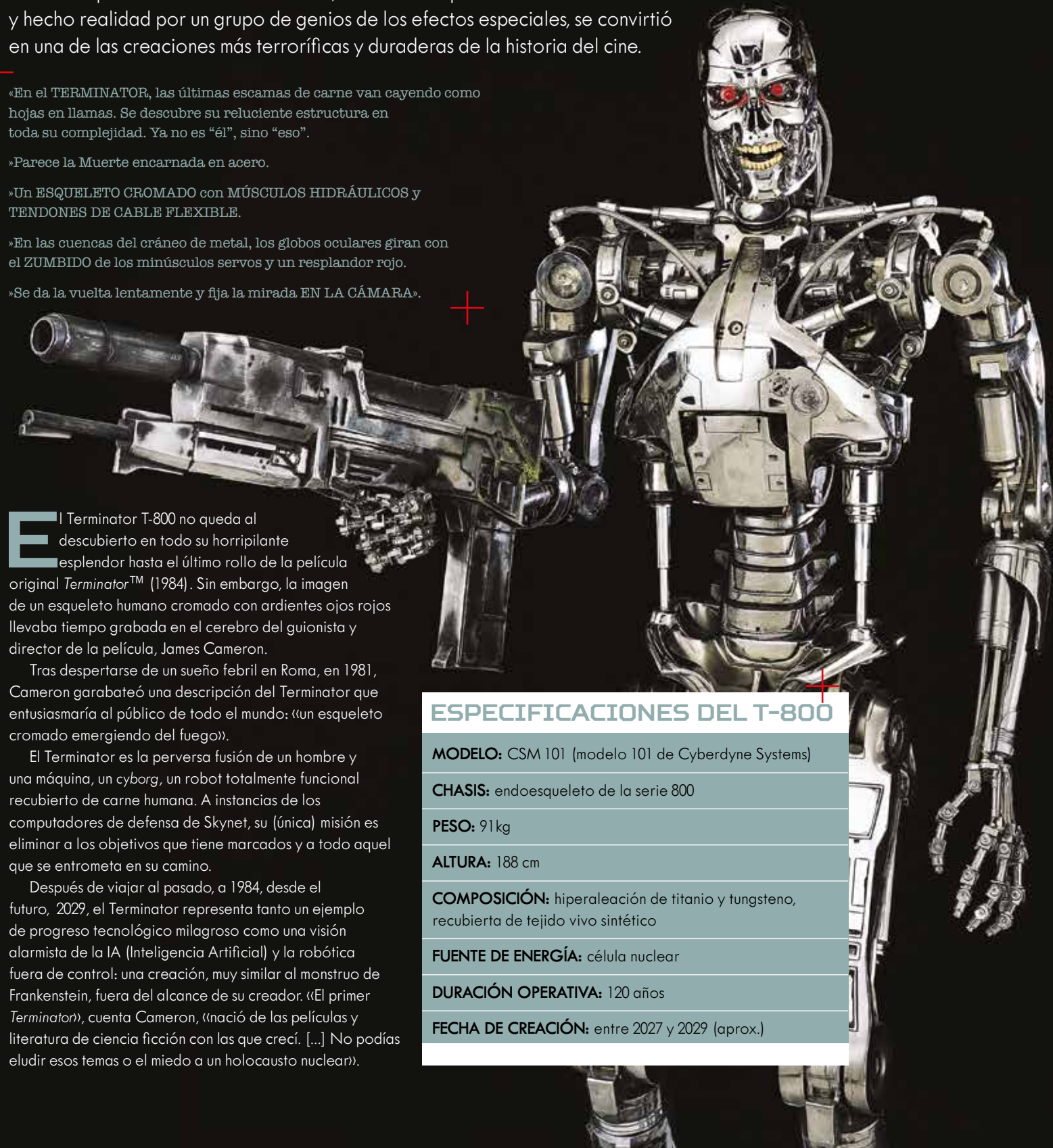
«En el TERMINATOR, las últimas escamas de carne van cayendo como hojas en llamas. Se descubre su reluciente estructura en toda su complejidad. Ya no es "él", sino "eso".

»Parece la Muerte encarnada en acero.

»Un ESQUELETO CROMADO con MÚSCULOS HIDRÁULICOS y TENDONES DE CABLE FLEXIBLE.

»En las cuencas del cráneo de metal, los globos oculares giran con el ZUMBIDO de los minúsculos servos y un resplandor rojo.

»Se da la vuelta lentamente y fija la mirada EN LA CÁMARA».



El Terminator T-800 no queda al descubierto en todo su horripilante esplendor hasta el último rollo de la película original *Terminator*TM (1984). Sin embargo, la imagen de un esqueleto humano cromado con ardientes ojos rojos llevaba tiempo grabada en el cerebro del guionista y director de la película, James Cameron.

Tras despertarse de un sueño febril en Roma, en 1981, Cameron garabateó una descripción del Terminator que entusiasmaría al público de todo el mundo: «un esqueleto cromado emergiendo del fuego».

El Terminator es la perversa fusión de un hombre y una máquina, un cyborg, un robot totalmente funcional recubierto de carne humana. A instancias de los computadores de defensa de Skynet, su (única) misión es eliminar a los objetivos que tiene marcados y a todo aquel que se entrometa en su camino.

Después de viajar al pasado, a 1984, desde el futuro, 2029, el Terminator representa tanto un ejemplo de progreso tecnológico milagroso como una visión alarmista de la IA (Inteligencia Artificial) y la robótica fuera de control: una creación, muy similar al monstruo de Frankenstein, fuera del alcance de su creador. «El primer *Terminator*», cuenta Cameron, «nació de las películas y literatura de ciencia ficción con las que crecí. [...] No podías eludir esos temas o el miedo a un holocausto nuclear».

ESPECIFICACIONES DEL T-800

MODELO: CSM 101 (modelo 101 de Cyberdyne Systems)

CHASIS: endoesqueleto de la serie 800

PESO: 91 kg

ALTURA: 188 cm

COMPOSICIÓN: hiperaleación de titanio y tungsteno, recubierta de tejido vivo sintético

FUENTE DE ENERGÍA: célula nuclear

DURACIÓN OPERATIVA: 120 años

FECHA DE CREACIÓN: entre 2027 y 2029 (aprox.)



ARRIBA: El soldado de la Resistencia Kyle Reese (Michael Biehn) viaja desde el futuro para proteger a Sarah Connor (Linda Hamilton) del mortífero Terminator.

EL ARMA MÁS LETAL DE SKYNET

El CSM-101 T-800 es una unidad de infiltración, un organismo cibernético con un endoesqueleto de metal y aspecto humano: un androide cubierto de piel y pelo sintéticos, que suda e incluso tiene mal aliento para reforzar su indetectabilidad. Se trata de una de las armas más poderosas desarrolladas por el supercomputador de la red de defensa Skynet, y su objetivo es aniquilar a la humanidad.

El código CSM-101 hace referencia al modelo de tejido vivo utilizado para recubrir el endoesqueleto; en el caso del modelo 101 de Cyberdyne Systems, el molde encaja con el físico del actor Arnold Schwarzenegger en el año 1984.

Todos los 101 comparten el mismo patrón humano, copiado por Skynet a partir de voluntarios humanos militares antes de que la IA (Inteligencia Artificial) se hiciera con el dominio; los CSM-102 o CSM-103 utilizan un aspecto humano distinto sobre el mismo núcleo metálico. Al inicio del programa Terminator, los físicos altos y culturistas eran los únicos moldes humanos apropiados para alojar las abrumadoras proporciones del endoesqueleto.

T-800 o «Terminator serie 800» hace referencia al tipo de chasis de metal. Aunque disponía ya de otros modelos de robot, Skynet no exploró por primera vez el arte del cyborg infiltrado hasta la incorporación del T-800, con su capacidad para imitar rudimentariamente a los humanos.

UNA AUTÉNTICA INNOVACIÓN

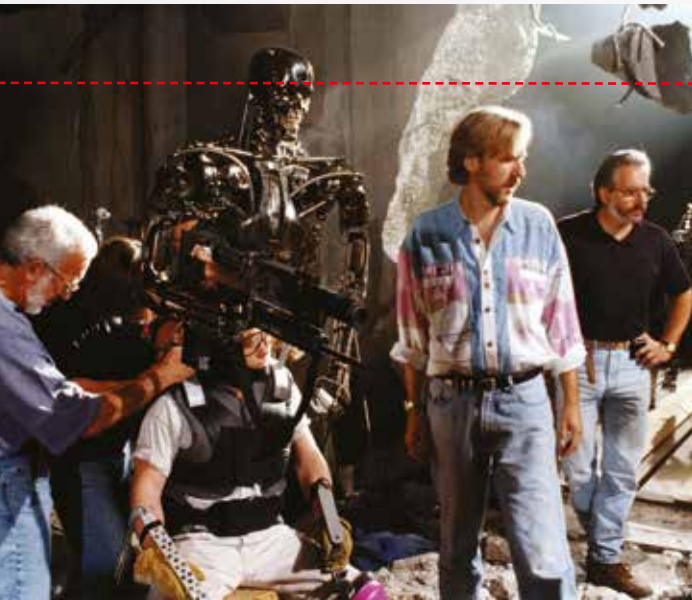
En la etapa de preproducción de *Terminator*TM, la prioridad de Cameron era crear un cyborg creíble. No quería a un hombre disfrazado con un traje de robot, porque, en su

PUNTOS FUERTES

Resistente a casi todos los tipos de ataque: desde la fuerza bruta hasta las armas de fuego, las llamaradas y los explosivos. El software de análisis táctico y reconocimiento facial, combinado con avanzados algoritmos de rastreo, garantizan que el Terminator pueda encontrar y seguir cualquier objetivo y vencerlo. Su agudeza visual es muy superior al alcance humano: con un zoom de 15 aumentos de largo alcance, visión nocturna e infrarrojos de serie.

Los sensores pasivos del Terminator calculan de forma constante pesos, rangos, temperaturas y materiales, de modo que obtiene una visión de 360 grados de su alrededor y un mapa mental de todas las posibilidades a la velocidad del rayo. El software de aprendizaje automático y las subrutinas de imitación le permiten tratar de integrarse en la sociedad humana.

Construido para infiltrarse entre la Resistencia, la IA de Skynet pronto cambió la misión del T-800 por la de viajar en el tiempo, por su capacidad de improvisar y porque el recubrimiento de piel le permitía utilizar la máquina del tiempo, un proceso que hubiera destrozado al resto de los robots de Skynet, más puros. Como explica Kyle Reese, héroe de la Resistencia, ni él ni el Terminator podían llevar nada consigo: «Se va desnudo. A través del campo que genera un organismo vivo, nada muerto puede viajar».



PUNTOS DÉBILES

Las ametralladoras del calibre 50 y superior y la presión, el calor y el frío extremos. La exposición prolongada al fuego, que rasga su piel falsa y le resta su capacidad para mezclarse con la población humana, aunque el endoesqueleto pueda continuar su misión mientras conserve piezas móviles.

Por su diseño, los Terminator tienen pocos puntos débiles. Como Kyle Reese explica a Sarah Connor: «El Terminator está ahí fuera. No se puede razonar con él. Es un exterminador. No siente lástima ni remordimiento ni miedo. Y no se detendrá ante nada. Jamás. Hasta que estés muerta».

A pesar de que el T-800 puede regenerar su piel sintética, el proceso no es rápido, y las heridas y laceraciones graves dejan a la vista el endoesqueleto robótico bajo la carne. Para mantener y curar la piel, el T-800 debe tomar nutrientes similares a los que consumen los seres humanos, un comportamiento que le permite mezclarse con estos, pero también una debilidad que puede ser aprovechada.

En gran medida son indetectables para las personas, pero los perros pueden percibir la presencia de una unidad infiltrada. La Resistencia los usa en los puestos de control para que rastreen la presencia de los Terminator. Aunque no sirve de mucho: los T-800 suelen sortear a los soldados sin piedad.



—obra de Doug Beswick y de su equipo— que medían un tercio del muñeco creado por Winston, filmadas con la técnica de animación *stop-motion*. Los armazones reproducían a la perfección las proporciones del muñeco portátil de Winston. Peter Kleinow y su equipo animaron minuciosamente los planos, de fotograma en fotograma, en la empresa de efectos especiales Fantasy II (con 24 fotogramas por segundo). En muchos planos, incluida la emblemática escena del camión cisterna en llamas, se utilizaron secuencias retroproyectadas, grabadas por Cameron durante el rodaje, para reforzar la ilusión de la integración entre las maquetas y la acción real. ■

ARRIBA, A LA IZQUIERDA: El director James Cameron en el plató de *T2 3-D: La batalla a través del tiempo*, una película en 3D con espectáculo en directo que se proyectó en distintos parques temáticos de Universal Studios hasta 2017. [Fotografía: Alamy]

ARRIBA: Con las piernas inutilizadas y su instinto de matar intacto, el T-800 se arrastra en su persecución de Sarah Connor en el final de *Terminator*™.

opinión, ese tipo de disfraces dificultaban que el público llegara a creer algo de por sí inverosímil. La idea de crear un robot en parte máquina y en parte humano para la película ayudó a responder a sus inquietudes.

Hasta el T-800, en el cine pocos habían imaginado un robot que no fuese un disfraz de cables enredados y metal moldeado; ese es el contexto en el que surgió. Otro aspecto clave del T-800 en comparación con robots de films anteriores es la metamorfosis a la que se ve sometido a lo largo de la película: primero lo conocemos con aspecto humano, la presencia fornida y corpulenta de Arnold Schwarzenegger, y gradualmente se despoja de su disfraz de mortal para revelarse como una máquina asesina.

EL T-800, TRAS LAS CÁMARAS

Una vez rechazada la idea del disfraz robótico, Cameron y su equipo de efectos decidieron crear varias maquetas del cyborg a distintas escalas. Para ello, combinaron diferentes disciplinas: escultura, maquillaje de efectos especiales (en las secuencias que muestran elementos del endoesqueleto y del cráneo a través de la piel del Terminator) y robótica.

Hasta siete artistas, dirigidos por el especialista en efectos visuales Stan Winston, trabajaron sin parar durante seis meses para construir el muñeco a tamaño real. Primero se moldeó en arcilla, luego en yeso y, por último, en uretano. Finalmente, se moldeó en epoxi (un tipo de resina) y fibra de vidrio y se consolidó con acero reforzado. Estas piezas se lijaron, pintaron y, después, cromaron y desgastaron hasta lograr el característico aspecto del endoesqueleto T-800.

Dentro de la cabeza del robot, se colocó un mecanismo radiodirigido para accionar sus movimientos. Una vez terminado, el muñeco del Terminator en tamaño real pesaba más de 45 kilos, lo que ayudaría a crear la sensación en pantalla de una criatura indestructible.

El muñeco portátil del T-800 se utilizó para los primeros y medios planos. El especialista de efectos especiales Shane Mahan lo llevaba subido sobre la espalda y hombros mientras otros operadores controlaban los movimientos de la cabeza y los ojos de forma remota. Para las escenas que requerían planos generales se utilizaron miniaturas

IRON MAN

TONY STARK, EL SER HUMANO CONVERTIDO EN CYBORG, FASCINANTE FUSIÓN HOMBRE-MÁQUINA.

Ataviado con su armadura roja y dorada, este futurista «padre fundador» del Universo Cinematográfico de Marvel ha lidiado con todo tipo de rivales, desde terroristas hasta invasores alienígenas.

El primer *Iron Man* fue una gran apuesta de Marvel Studios. Esta película autofinanciada, de Marvel Comics, protagonizada por un superhéroe de tercer nivel, supuso una oportunidad para demostrar lo populares que podían llegar a ser los héroes de Marvel cuando el estudio tenía libertad para profundizar en la esencia de sus personajes y presentarlos, con sus atributos esenciales intactos, a un espectador de cine moderno.

Para la película no fue necesario llevar a cabo una «reconstrucción de imagen» agresiva de Iron Man, sino, simplemente, eliminar los rasgos impuros que había ido adquiriendo el personaje desde su nacimiento en el número 39 del cómic *Tales of Suspense (Relatos de intriga)*, publicado en marzo de 1963.

La película refleja la transformación de Tony Stark, quien pasa de ser un fabricante de armas capitalista a un justiciero con armazón de metal, un cambio desencadenado por una experiencia traumática en una cueva afgana y llevado a cabo con la sabia orientación y la mano firme del científico e ingeniero Yinsen, capturado en circunstancias similares.

La experiencia le brinda a Tony la oportunidad de dar un giro a su vida: le proporciona una nueva fuente de energía —en forma de prototipo de reactor ARC que impide que los trozos de metralla penetren en su corazón— y también una armadura propulsada con la que logra escapar de su cautiverio fulminantemente.





De vuelta a Estados Unidos, Tony utiliza nuevas versiones de la armadura de Iron Man para llevar por su cuenta libertad al mundo... hasta que los malintencionados miembros de su propia compañía, dirigida por el corrupto Obadiah Stane, le roban su invento, lo dan por muerto y distorsionan el proyecto de Iron Man en beneficio propio.

REALISMO

Como apuntó Jon Favreau, el director, el principal objetivo de *Iron Man* era lograr verosimilitud: se trataba de una película de superhéroes que se desarrollaba en el mundo

FICHA TÉCNICA

Director: Jon Favreau
Guión: Mark Fergus, Hawk Ostby, Art Marcum, Matt Holloway
Productores: Kevin Feige, Avi Arad, Victoria Alonso
Compositor: Ramin Djawadi
Director de fotografía: Matthew Libatique
Editor: Dan Lebental
Reparto: Robert Downey Jr. (*Tony Stark/Iron Man*), Terrence Howard (*Rhodey*), Jeff Bridges (*Obadiah Stane*), Gwyneth Paltrow (*Pepper Potts*), Leslie Bibb (*Christine Everhart*), Shaun Toub (*Yinsen*), Faran Tahir (*Raza*), Clark Gregg (*Agent Coulson*), Paul Bettany (*JARVIS*), Jon Favreau (*Hogan*)
Año: 2008
Duración: 126 min
Relación de aspecto: 2.39:1
País de origen: Estados Unidos

que ves desde tu ventana. El público tenía que creer no solo que Tony Stark podía volar, también que era capaz de realizar un aterrizaje de superhéroe de manual después de atravesar el techo de tu centro comercial habitual.

Aunque no era una apuesta segura, Favreau tenía a su favor su experiencia en efectos especiales complejos, su destreza como actor —también interpreta a Hogan en la película— y sus trabajos como intérprete y productor en éxitos del cine independiente como *Swingers*, basados en el diálogo. Resultó ser la combinación perfecta: supo aportar un aire improvisado y fresco a los diálogos, y su pericia tanto en el montaje de las secuencias de acción como en el manejo de los efectos especiales dio lugar a algunas de las secuencias preferidas de los fans del superhéroe (la huida de Tony de sus captores en el desierto, el enfrentamiento en la autopista contra Iron Monger...).

Otra pieza clave del rompecabezas fue la presencia, siempre carismática, de Robert Downey Jr. Debido al difícil periodo que acababa de dejar atrás el actor en su vida personal, aquella fue tanto su historia de redención como la de Tony. Con él encabezando el reparto, el estudio atrajo a otras grandes estrellas, como Gwyneth Paltrow en el papel de su leal compañera (Pepper Potts) o Jeff Bridges encarnando al traidor Obadiah Stane.

PRESENTACIÓN DE LA ARMADURA

Aun así, la producción no fue un paseo. Según consta, el film empezó a rodarse con un boceto del guion, sin el texto definitivo. Algunas secuencias y diálogos

PESE A LOS POTENTES REPARTO Y EQUIPO TÉCNICO, EL RODAJE NO FUE UN PASEO

importantes o incluso puntos de la trama se cambiaron sobre la marcha. Es el caso del momento de triste fama en el que Tony revela al mundo: «Soy Iron Man».

Pero el nivel del equipo creativo permitió que la película avanzara según lo planeado. Los propios actores contribuyeron de manera decisiva tanto en el guion como en dar forma a sus personajes. Así, la elección del «reflejo oscuro» del corpulento Iron Monger de Stane proporcionó a Iron Man un villano claro al que enfrentarse: nacido de la misma soberbia obsesionada por las armas que llevó a Stark a la cueva, pero sin rastro del autoconocimiento que este sacó de allí.

El corazón zumbador de Tony Stark (o el reactor ARC que lleva con él) propulsa su armadura, y el cambio en su corazón impulsa la película. Y lo que es más importante: se trataba de un superhéroe al que no le perturbaba el hecho de serlo. Tras años de justicieros inseguros, se presentaba a un personaje al que le encantaba surcar los cielos, que se esforzaba por llegar lo más lejos y alto posible y que intentaba hacer del mundo un lugar mejor.

El público respondió al personaje y a su icónica armadura con júbilo, y así nació un universo cinematográfico.



BLINDADO

A diferencia del endoesqueleto de Terminator, escondido bajo la piel, la armadura de Tony es un exoesqueleto que envuelve su estructura humana. A medida que la transformación de Tony avanza, lo vemos luchar con su armadura a modo de soporte, de escudo para no comprometerse demasiado con el mundo y como un medio para abordar un trastorno por estrés postraumático.

Aunque en *Avengers: Infinity War* (*Vengadores: Infinity War*), de 2018, Tony Stark se pone la armadura dándose solo unos golpecitos en su pecho lleno de nanorobots, la construcción del primer traje es tan analógica como la que más, una fusión chapucera de desesperación y piezas de repuesto.

LA IMPORTANCIA DE JARVIS

El prototipo de IA de Tony Stark, JARVIS (*Just A Rather Very Intelligent System, Solo Un Sistema Muy Inteligente*), lo ayuda a dirigir la empresa, el taller y el traje. Aunque JARVIS recibió una actualización de conciencia y un cuerpo en *Avengers: Age of Ultron* (*Vengadores: La era de Ultrón*), de 2015, en *Iron Man* no es más que una presencia de voz, suave, sarcástica y reprensora, contrapunto a la descontrolada fe de Tony en sus proezas científicas. Este Pepito Grillo digital es una parte tan fundamental del traje como el propio Tony, hasta el punto de que podría decirse que Iron Man es una fusión cyborg de tres entidades: Tony, JARVIS y el traje.

La armadura de Tony toma múltiples formas a lo largo de la primera película, desde la tosca Mark I, soldada en secreto y propulsada tanto por el miedo y la adrenalina como por el reactor ARC incrustado junto al corazón del superhéroe, hasta la Mark III, roja y dorada, una ágil plataforma voladora armada.

Pero quizá el aspecto más interesante de *Iron Man* sea la cantidad de tiempo en pantalla que se dedica a Tony como científico, inventor e ingeniero. Su transformación es la de un hombre que se ha construido a sí mismo: reconstruyendo sus propias piezas destruidas durante el ataque terrorista y eligiendo de forma consciente el tipo de persona en el que



se convertirá. Las distintas variantes del traje acompañan su progreso tanto visual como mentalmente.

TRAJE DIGITAL

La armadura se muestra en pantalla mediante la suma de disfraces parciales utilizados durante el rodaje e imágenes generadas por computador, una técnica utilizada por primera vez en el film de Favreau *Zathura: A Space Adventure* (*Zathura: una aventura espacial*). Si bien los planos de cuerpo entero solían agregarse por computador,

DENTRO DEL CASCO

En lugar de la visualización frontal (HUD o *Heads Up Display*) existente en *Terminator*, *Iron Man* nos traslada al interior del casco del superhéroe para mostrar cómo este y JARVIS interactúan, discuten o accionan sistemas por medio de comandos de voz y cursores oculares. El efecto HUD final —los complejos gráficos dinámicos superpuestos sobre secuencias en croma de Tony— fue obra de la empresa de efectos The Orphanage, de San Francisco.

en los primeros planos y las secuencias de la construcción de la armadura Downey Jr. llevaba puesta una pieza física del pecho, mientras que el casco, los guantes y la armadura de las piernas se añadían en posproducción.

Con la evolución de la tecnología —*Iron Man* contiene 400 planos de efectos visuales, frente a los 2 680 de *Avengers: Infinity War*—, Downey Jr. pudo llevar cada vez menos elementos en el rodaje, y en *Infinity War* el traje está generado en su totalidad por computador. Actualmente, las decisiones importantes sobre el vestuario se suelen dejar para la etapa de efectos visuales. Así los artistas disponen de más tiempo para perfeccionarlo. ■

EN LA PÁGINA ANTERIOR: La armadura roja y dorada Mark III de Iron Man: el supertraje que dio origen a una megafraude mundial. [Fotografía: AF Archive / Alamy Stock Photo]

ARRIBA: El director Jon Favreau [derecha] animando a Robert Downey Jr. [izquierda] a aprovechar los inventos de Tony Stark. [Fotografía: Entertainment Pictures / Alamy Stock Photo]

ARRIBA, A LA IZQUIERDA: Tony Stark se prepara para probar uno de sus repulsores, la tecnología que le permite volar y proyectar rayos de fuerza desde las manos. [Fotografía: Moviestore Collection Ltd / Alamy Stock Photo]

ARRIBA, A LA DERECHA: Pese a haber realizado un prototipo de la armadura y haberla impreso en 3D, Tony sigue necesitando realizar ciertos ajustes en su taller. [Fotografía: Entertainment Pictures / Alamy Stock Photo]

LA GUERRA DE LAS GALAXIAS: EPISODIO IV - UNA NUEVA ESPERANZA

LA PELÍCULA DE CIENCIA FICCIÓN POR ANTONOMASIA FUE MÁS QUE UN ENTRETENIMIENTO: CREÓ UNA FORMA DE HACER CINE COMPLETAMENTE NUEVA.

Con *Tiburón* (1975) y *La guerra de las galaxias* (1977), Steven Spielberg y George Lucas crearon dos de los grandes éxitos de taquilla de la historia del cine.

Nos encontramos en una guerra civil... La primera película de *La guerra de las galaxias* (*Star Wars*, 1977) destaca tanto por el fervor que inspiró y las innovaciones técnicas y tecnológicas que presentaba como por la calidad de la película en sí.

Sin embargo, nada de lo que pasó después habría sido posible si la historia central —inspirada en igual medida por el film de Akira Kurosawa *La fortaleza escondida* y por la teoría de los mitos compartidos de la humanidad de Joseph Campbell en *El héroe de las mil caras*— no hubiese hecho mella en millones de espectadores de todo el mundo.

Lucas tenía la intención inicial de adaptar la serie del cómic *Flash Gordon*, pero, cuando la oferta que hizo por los derechos de esta fue rechazada, decidió crear su propia obra. El argumento de *La guerra de las galaxias* es sencillo: es la historia fantástica de un trabajador del campo que se ve obligado a luchar contra un reino corrupto para salvar a una princesa, en la que la acción se desarrolla en un entorno de ciencia ficción.

Desde el momento en el que las palabras «Hace mucho tiempo, en una galaxia muy, muy lejana...» aparecen en la pantalla, los acontecimientos de la película se van convirtiendo en leyenda. Aunque lo que sigue es, en buena parte, una especie de cabo suelto con un abundante despliegue de escenarios, disfraces, monstruos, extraterrestres, armaduras, armas y naves espaciales expuestos por Lucas, una parte importante del encanto de la película reside en reflejar ese «primer paso a un mundo sin límites» del que Obi-Wan Kenobi le habla a Luke Skywalker.

La credibilidad del ambiente polvoriento y trillado de *La guerra de las galaxias* fue un rasgo característico de su popularidad. Todos los personajes secundarios mostrados de pasada daban la sensación de tener una historia propia que contar, como si al salir de cualquiera



EN LA PÁGINA ANTERIOR: Impactante cartel de Tom Chantrell para el estreno en el Reino Unido de *La guerra de las galaxias*, en 1977, encargado por el productor Gary Kurtz. [Photo ScreenProd / Photononstop / Alamy Stock Photo]

DERECHA: El imponente Señor Oscuro de los Sith, Darth Vader [David Prowse] no se cree las mentiras de la princesa Leia [Carrie Fisher]. [Fotografía: ScreenProd / Photononstop / Alamy Stock Photo]

FICHA TÉCNICA

Director: George Lucas
Guión: George Lucas
Productores: Gary Kurtz, George Lucas
Compositor: John Williams
Director de fotografía: Gilbert Taylor
Editores: Richard Chew, Paul Hirsch, Marcia Lucas, George Lucas
Reparto: Mark Hamill (*Luke Skywalker*), Harrison Ford (*Han Solo*), Carrie Fisher (*Princesa Leia Organa*), Peter Cushing (*Grand Moff Tarkin*), Alec Guinness (*Obi-Wan «Ben» Kenobi*), Anthony Daniels (*C-3PO*), Kenny Baker (*R2-D2*), Peter Mayhew (*Chewbacca*), David Prowse (*Darth Vader*)
Año: 1977
Duración: 121 min
Relación de aspecto: 2.20:1 (70mm), 2.35:1, 2.39:1
País de origen: Estados Unidos

de las escenas te esperara un mundo bullicioso y plenamente logrado, listo para ser descubierto.

UNA HISTORIA ANCESTRAL

La princesa Leia huye de la furia de láseres verdes del Imperio llevando consigo los planos de la superarma definitiva imperial, la Estrella de la Muerte. Con Darth Vader a bordo de su nave, Leia esconde dichos planos en el «droide astromecánico» R2-D2, que escapa junto al aterrizado «droide de protocolo» C-3PO. Al aterrizar en el planeta Tatooine, R2 y 3PO son capturados por los jawas,

quienes los venden a los Skywalker: Luke, un joven granjero que sueña con pilotar cazas estelares, y sus tíos, propietarios de una granja de humedad. Tras ver el mensaje que lleva R2 —el grito de socorro de Leia— y escuchar al enigmático Obi-Wan «Ben» Kenobi hablar de la misteriosa Fuerza, el destino de Luke toma un nuevo rumbo cuando sus padres adoptivos son asesinados: acompañará a Ben a Alderaan.

Primero, Luke debe resolver la cuestión del pasaje, que negocia con los pícaros Han Solo y Chewbacca, contrabandistas y propietarios del Halcón Milenario. Cuando los tres logran llegar a Alderaan, descubren que el planeta ha sido desintegrado por la Estrella de la Muerte. Capturados por el campo de tracción de esta y llevados a bordo, el grupo se separa.

Después de desafiar varios peligros, la princesa es rescatada. Pero antes de que los rebeldes puedan escapar, Luke ve cómo Obi-Wan muere en una batalla contra Darth Vader. Obi-Wan desaparece y, por unos instantes, su voz resuena en la cabeza del joven Skywalker.

Perseguidos hasta la luna selvática de Yavin IV, los rebeldes analizan los planos de la Estrella de la Muerte en busca de algún punto débil. Y lo descubren: lanzar un largo disparo que impacte directamente en la abertura de una salida térmica. La Estrella de la Muerte aparece en la órbita de Yavin y Luke consigue demostrar sus aptitudes como piloto de caza estelar al tomar el control de un Ala-X y unirse al asalto rebelde.

Luke acomete el intento final, con Darth Vader pisándole los talones. Sus instrumentos de vuelo están dañados y desconecta su computador de focalización. La voz de Obi-Wan le dice que debe utilizar la Fuerza...

Vader tiene al alcance los motores de Luke cuando, de repente, Han y Chewie aparecen entre el resplandor



del sol de Yavin. Alcanzado, el caza TIE de Vader entra en barrena hacia la oscuridad y Luke dispara los torpedos de protones en el momento preciso. La Estrella de la Muerte queda destruida... y, con ello, la rebelión consigue una primera victoria de enorme importancia.

SALVAR AL UNIVERSO

Es la universalidad del anhelo de Luke por entrar en un mundo sin límites, por hacer algo importante con su vida, lo que más mella hace en el público.

Con llamativas imágenes, pícaros con encanto y mortíferos villanos, la primera película de la saga es un cuento de hadas tradicional, en el que un joven descubre su noble linaje y emprende el camino hacia su madurez mientras se enfrenta a un universo que cree en el orden y el miedo por encima de la compasión y la creatividad.

Lucas y el equipo de efectos visuales (Industrial Light and Magic) que este seleccionó para crear las imágenes para la película hicieron un trabajo increíble. Desde el equipo de control de movimiento para las maquetas hasta las impresoras ópticas, totalmente nuevas: todo se iba inventando a diario para responder a las innovadoras exigencias del director.

«MALDITO SEA MI CUERPO METÁLICO. NO FUI LO BASTANTE RÁPIDO» (C-3PO).

La escena inicial del Destructor Estelar deslizándose en lo alto, que parece durar varios minutos; el sonido vibrante de Mos Eisley y su hervidero de escoria y maldad; el ocaso de los soles gemelos sobre Tatooine; el diseño en forma de hamburguesa irregular del Halcón Milenario; la alucinante secuencia de la persecución en la zanja: ahí donde mires, cualquiera que sea el fotograma que congeles, hay algo en este film que se ha grabado por pleno derecho en el inconsciente colectivo.

LA CONFIANZA EN LA FUERZA

Resulta tentador pensar en la saga de *La guerra de las galaxias* como un producto que siempre tuvo el éxito garantizado. Sin embargo, fueron pocos en la industria del cine —incluyendo a los mejores amigos de Lucas— los que estaban convencidos de que esta triunfaría, incluso después de ver el montaje previo de la película.

Sin embargo, Lucas creía en lo que estaba haciendo. Con la ayuda de colaboradores anónimos —como Gloria Katz, su asesora en los diálogos, y Marcia, su esposa en aquel tiempo, que rescató la película durante la edición—, llevó a la pantalla algo totalmente nuevo aunque parecía haber existido en la cultura pop desde siempre.

Fue bien recompensado por ello. Sobre un presupuesto inicial de 11 millones de dólares en 1976, la película recaudó más de 775 millones en el estreno. Nominada a diez premios de la Academia, ganó siete, y sigue siendo la tercera película más taquillera de la historia a nivel mundial.



Una de las concesiones del astuto Lucas en su contrato fue recibir unos honorarios iniciales inferiores, en favor de un porcentaje sobre la comercialización. El dinero que obtuvo por el éxito abrumador de la película convirtió a Lucasfilm en un estudio mundial gigantesco que, más adelante, fue vendido a Disney por 4050 millones de dólares (en 2012).

UNA HISTORIA DE DOS CYBORGS

Es interesante echar un vistazo a los personajes de Darth Vader y C-3PO a través del prisma de *Terminator*™, pues Lucas invierte el paradigma cyborg en el que se basó el film de Cameron. En este caso, los personajes íntegramente robóticos son la clase inferior, a menudo subestimados, sensibles aunque tratados como propiedad.

Darth Vader, por otra parte, es el terrorífico ejemplo de lo que ocurre cuando un ser humano depende por completo de la tecnología que rodea su cuerpo. Como Kenobi dice de él, es «más máquina ahora que hombre. Cruel y despiadado». Mantiene los últimos vestigios de su cuerpo con vida y le ha dado la forma de una amenazadora armadura inspirándose en los trajes samuráis. Estar dentro del traje no es una elección, pero su estética es ciertamente la de un Señor Oscuro de los Sith.

En la galaxia de la película no se teme a la IA de Skynet, sino a seres humanos corruptos que hacen uso del poder del Estado con desacertados y egoístas fines. ■

ARRIBA: En parte narradores, en parte observadores y desventurados nómadas, en muchos sentidos los droides R2-D2 (Kenny Baker) y C-3PO (Anthony Daniels) son los auténticos protagonistas de la saga *La guerra de las galaxias*. [Fotografía: United Archives GmbH / Alamy Stock Photo]

ALIEN: EL OCTAVO PASAJERO

EL ALIENÍGENA QUE ATERRORIZÓ A LA NAVE NOSTROMO



Alien ha contribuido enormemente a la ciencia ficción gracias a la inolvidable criatura del film y al ícono que representa la suboficial Ripley.

Ripley, papel interpretado por Sigourney Weaver, es la heroína feminista prototípica de la ciencia ficción y un tipo de personaje que, tres décadas más tarde, sigue sin ser demasiado habitual en pantalla. Aunque, bajo la dirección de James Cameron en *Aliens: El regreso* (1986), el personaje de Ripley mejoró en su faceta «militar», en la primera película no es la típica superviviente armada, sino una joven preparada que sobrevive al resto de sus irrespetuosos compañeros gracias a su valor, determinación y rapidez mental.

Después del ambiente polvoriento y trillado de *La guerra de las galaxias*, en *Alien* los personajes no son héroes legendarios, sino transportistas de larga distancia con un trabajo mal pagado. Se trata de una parábola de clases llevada al espacio: la tripulación de la nave *Nostromo* es utilizada por los patrones de la Corporación Weyland-Yutani —más interesada en sacar el máximo beneficio posible que en conservar vidas humanas— a modo de cuerpos desechables.

En cuanto a la historia en sí, es un clásico del terror de ciencia ficción, que empieza cuando los tripulantes

FICHA TÉCNICA

Director: Ridley Scott

Guion: Dan O'Bannon, a partir de una historia de Dan O'Bannon y Ronald Shusett

Productores: Gordon Carroll, David Giler, Walter Hill

Compositor: Jerry Goldsmith

Director de fotografía: Derek Vanlint

Editores: Terry Rawlings, Peter Weatherley

Reparto: Tom Skerritt (*Dallas*), Sigourney Weaver (*Ripley*), Veronica Cartwright (*Lambert*), Harry Dean Stanton (*Brett*), John Hurt (*Kane*), Ian Holm (*Ash*), Yaphet Kotto (*Parker*), Bolaji Badejo (*Alien*)

Año: 1979

Duración: 116 min

Relación de aspecto: 2.20:1 (70 mm), 2.39:1

País de origen: Estados Unidos

del Nostromo, una nave comercial, son despertados de un sueño criogénico a mitad de camino en su regreso a casa, y se ven obligados por contrato a investigar una misteriosa señal de auxilio. Después de un accidentado aterrizaje en un planeta remoto, tres de los tripulantes descubren una nave espacial alienígena abandonada, así como a un piloto momificado y una extensa colonia de huevos extraterrestres. En la Nostromo, la suboficial Ripley, con la ayuda del computador MADRE, decodifica la señal: se trata, en realidad, de una advertencia.

Pero ya es demasiado tarde: mientras el tripulante Kane observa uno de los huevos, es atacado por un parásito similar a un cangrejo, que se le adhiere a la cara, y es llevado rápidamente a la enfermería de la Nostromo, lo que supone una violación de las normas de cuarentena.

Al intentar retirar la criatura de su rostro, el capitán Dallas y Ash descubren que esta desprende una especie de ácido, como si fuera sangre, con gran potencia abrasadora. Finalmente, el extraño parásito se desprende del rostro de Kane y este revive.

Poco después, la Nostromo vuelve a navegar. La tripulación se reúne para realizar una última comida antes de volver a entrar en un hipersueño. Es entonces cuando Kane empieza a asfixiarse. Sus violentas convulsiones dan paso a la repentina salida de su pecho de una pequeña criatura similar a una serpiente, que huye por la nave.

«POSEE UN MAGNÍFICO MECANISMO DE DEFENSA. NADIE SE ATREVERÍA A MATARLO». (PARKER)

Después de celebrar un funeral por Kane, la tripulación se reúne para dar caza al xenomorfo. Pero serán ellos las presas de la criatura, que muda su piel de serpiente por otra de quitina y se transforma en un depredador de doble boca y aterradora astucia y tamaño.

Mientras sus compañeros son derrotados uno a uno, Ripley descubre la Orden Especial 937: la Nostromo fue redirigida deliberadamente para hacerse con la mortífera forma de vida que ahora se encuentra a bordo. La heroína se enfrenta a Ash, que resulta ser un androide decidido a impedir que Ripley alerte a la tripulación; pero ella se salva, y Ash muere decapitado.

La tripulación superviviente decide que la única forma de escapar del alien es activando la autodestrucción de la Nostromo y escapando en el transbordador espacial.

Pero el alienígena que tienen a bordo es demasiado inteligente para ellos. Pronto quedarán solo con vida Ripley y el gato de la nave, Jones. La rapidez mental de la heroína le permitirá matar a la criatura con la ayuda de aire comprimido, un arpón, el vacío del espacio y las llamas de los motores del transbordador. Antes de que Ripley y el gato entren en el hipersueño, la suboficial registra una última anotación: Kane, Lambert, Parker, Brett, Ash y el capitán Dallas están muertos.



Aunque, en un principio, Ridley Scott quería que el alienígena fuera una marioneta animatrónica, el director cambió de opinión cuando conoció a Bolaji Badejo, un bailarín y artista nigeriano que superaba los dos metros de altura y que fue quien llevó el traje final del icónico personaje. Como Spielberg en *Tiburón*, Scott grabó con acierto al alienígena siempre envuelto en una profunda penumbra, dejando que la imaginación del público hiciera el resto del trabajo. La criatura aparece en pantalla solo algo más de cuatro minutos en toda la película, y no lo hace en su forma definitiva hasta pasada más de una hora de la cinta.

ANDROIDES ESCONDIDOS

A diferencia de lo que sucede en *Terminator*™ —donde, aunque a simple vista el endoesqueleto del T-800 parece humano, sus movimientos son robóticos—, el androide Ash es idéntico a un ser humano hasta el momento en el que ataca a Ripley y empieza a sangrar un líquido lechoso.

Desde el punto de vista del director, las películas de *Alien* y *Blade Runner* se desarrollan en el mismo universo. Muchos indicios sugieren que Ash es el último de una larga serie de réplicas. En cualquier caso, su presencia suscita una cuestión clave: si los androides pueden hacer lo mismo que los humanos —sin escrúpulos o inoportunos valores morales que se interpongan—, ¿por qué hay humanos a bordo de la Nostromo?

Probablemente, se trata de una cuestión económica: la fabricación de androides resulta costosa. La supervivencia de Ripley demuestra también que los humanos quizá van un paso por delante de los androides en este tipo de situaciones, y sus constantes improvisaciones sobre el terreno superan los límites de la programación de Ash. ■

EN LA PÁGINA ANTERIOR: El aterrador alienígena, con ácido en las venas, emerge de entre las sombras en busca de una nueva víctima. [Fotografía: Moviestore Collection Ltd., Alamy Stock Photo]

ARRIBA: Ripley (la actriz Sigourney Weaver) obliga al androide Ash (Ian Holm) a decirle la verdad sobre los planes de la Corporación. [Fotografía: Moviestore Collection Ltd., Alamy Stock Photo]

VISIÓN DIGITAL: INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y FOTOGRAFÍA

La visión hiperanalítica del Terminator procesa todo tipo de datos y amenazas. Dada la asombrosa evolución de la IA y de las cámaras digitales desde el estreno de la primera película de *Terminator*™, ¿cómo es la ciencia del mundo real en comparación con la ficción?

Los científicos han intentado combinar la fotografía y la informática para producir análisis de imágenes inteligentes y automáticos. Ya que acabamos de ensamblar los imponentes ojos del Terminator, aprovechemos para revisar la historia y el estado actual de la fotografía digital y del reconocimiento de imágenes asistido por computadoras.

LOS ALBORES DE LO DIGITAL

Como sucede con muchos avances tecnológicos, fueron los militares quienes empezaron a desarrollar las cámaras digitales con el fin de sortear las limitaciones de los primeros satélites espía. El satélite primigenio de toma de imágenes totalmente electrónicas fue el **KH-11**, lanzado por la Oficina de Reconocimiento Nacional de Estados Unidos (NRO, por sus siglas en inglés), en 1976. Las innovadoras sondas del espacio lejano **Voyager 1** y **2** de



la NASA, lanzadas en 1977, también contaban con cámaras digitales y podían transmitir imágenes electrónicamente a la Tierra. Las cámaras tenían una resolución de 800 x 800 píxeles y podían enviar imágenes a una velocidad máxima de 7 200 bits por segundo (la velocidad actual de subida media en banda ancha en el Reino Unido supera los 4 Mb por segundo y las cámaras digitales pueden captar ahora imágenes con una resolución de entre 20 y 50 megapíxeles).

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

¿Qué queremos decir cuando hablamos de IA (Inteligencia Artificial)? En primer lugar, conviene hacer una distinción entre los robots humanoides librepensadores de las películas (como C-3PO o Visión) y la tecnología actual, mucho más limitada pero que realiza avances inesperados a diario.

Muchos de los investigadores actuales de IA y de Aprendizaje Automático (*Machine Learning*) se preocupan más por los programas extremadamente especializados —en el campo del reconocimiento de imágenes, por ejemplo— o aquellos que desarrollan su inteligencia de una forma única y autodidacta que por intentar replicar la conciencia humana.

Hasta la fecha, ningún programa de IA ha demostrado tener percepción de «sí mismo» tal como la entendemos los seres humanos, si bien muchos científicos creen que es solo una cuestión de tiempo (aunque los que trabajan en este campo lleven prediciendo que este gran paso se producirá «en los próximos diez años» desde los albores de la informática digital).

ARRIBA, A LA DERECHA: La sonda Voyager 1 entrando en el espacio interestelar. Estas innovadoras sondas, equipadas con las primeras cámaras digitales, siguen activas y mandando datos a la Tierra. [Ilustración: NASA]

PÁGINA SIGUIENTE, ARRIBA: El reconocimiento facial es solo una de las formas de utilizar la IA para clasificar e identificar fotografías. Si tienes una cuenta de Facebook, estás alimentando un algoritmo de IA con nuevos datos cada vez que subes una. [Fotocomposición: Shutterstock]

PÁGINA SIGUIENTE, ABAJO: Según los estudios, en el Reino Unido habría más de 1,85 millones de cámaras de circuito cerrado de TV y vigilancia, una por cada 32 personas. [Fotografía: Shutterstock]

NINGÚN PROGRAMA DE IA HA DEMOSTRADO UNA PERCEPCIÓN DE «SÍ MISMO» TAL COMO LA ENTENDEMOS LOS SERES HUMANOS.

La primera cámara digital portátil que se comercializó (en 1989) fue la **DS-X** de Fuji, que podía almacenar diez imágenes en su tarjeta de memoria específica.

En la actualidad, las cámaras digitales están integradas en teléfonos, tabletas y cámaras web, lo que significa que siempre tenemos a mano un dispositivo que puede captar imágenes de gran calidad. El espacio de almacenaje, gracias a los servicios en la nube, es casi infinito. Por consiguiente, la humanidad está produciendo más datos visuales que nunca.

Existen **más de 5 billones** de fotografías almacenadas en línea. En las redes sociales, más de **760 millones** de imágenes se comparten a diario en Snapchat, y 67 millones en Instagram. Pero esas son solo las fotografías que elegimos compartir. Con el aumento del estado de vigilancia, cada día pasamos ante el objetivo de unas



70 cámaras de vigilancia y, cada vez más, esas imágenes son analizadas por computadoras: ya sea para evitar la delincuencia internacional o para optimizar un flujo uniforme de clientes en un centro comercial.

Estas cifras están muy lejos de lo que el más aplicado de los humanos podría llegar a analizar por sí solo. Es la IA aplicada la que ayuda a cribar las imágenes útiles.

APRENDIDO VERSUS CODIFICADO

¿Qué pasa por dentro cuando realizamos una búsqueda de imágenes en Internet en el turbio mundo de la vigilancia mundial? Los algoritmos precisos que se utilizan son secretos muy bien protegidos, pero sabemos que se hace un uso mixto de comportamientos entrenados (codificados) y aprendidos para mejorar su precisión. En los primeros participan programadores que «enseñan» a un programa qué aspecto tiene una manzana alimentándolo con miles de fotografías de manzanas distintas. A continuación, el programa ya podrá comparar nuevas fotografías con su base de datos cada vez mayor y encontrar coincidencias.

Los comportamientos aprendidos incluyen el ensayo y error: el programa agrupa las fotografías por similitud visual y luego analiza qué es lo que caracteriza a cada imagen y objeto: una manzana roja y un globo rojo comparten muchas características, pero al compararlos con una manzana verde y un globo azul, afloran las diferencias. Este método crea un amplio número de categorías automáticamente enlazadas, muy superior al que se podría lograr solo por medio de la programación o el etiquetado. Es al combinarlos cuando estos dos métodos son más potentes: IA suplementada con información humana.

EL FUTURO DE LAS IMÁGENES DE IA

Algunos de los avances más interesantes en análisis de imágenes de la IA y «pensamiento» automático de las máquinas provienen de la empresa británica DeepMind, que forma parte del grupo Alphabet, y que investiga la IA pura y posteriormente aplica sus hallazgos al mundo del trabajo y el de los juegos. Sus contribuciones abarcan desde pequeños ajustes automáticos del móvil a la lucha contra el cambio climático, y gran parte de sus investigaciones recientes se han centrado en enseñar a las máquinas a ver y reconocer objetos sin una programación prescriptiva por parte de humanos.

Generative Query Network (GQN), de DeepMind, entrena a las máquinas para que perciban los objetos de su alrededor utilizando solo los datos obtenidos al moverse por escenarios generados por computadora. Sin la contribución humana, los programas crean modelos predictivos de dónde *deberían* estar los objetos cuando el escenario se muestra desde otra perspectiva, y pueden adivinar los materiales y los comportamientos de estos a partir de la experiencia previa: crean un mapa visual abstracto en 3D del mundo digital que los rodea solo a partir de la observación.

Aunque este experimento está todavía en sus comienzos, al alejarse de las imágenes etiquetadas por el ser humano y encaminarse hacia una visión del mundo totalmente aprendida y autodidacta, este programa —y otros similares— es lo más cerca que hemos estado hasta ahora de los ojos mejorados por IA que mostraba el Terminator. ■



BRAZOS ROBÓTICOS UNA BREVE HISTORIA

Los brazos robóticos del T-800, ejemplos de ingeniería de precisión, son el fruto de más de un siglo de perfeccionamiento, mejorados por las habilidades de Skynet y su uso de la IA.

ARRIBA: Brazos de robot modernos soldando parte de un automóvil en una fábrica automovilística. [Fotografía: Shutterstock]

Los brazos robóticos se utilizan en el sector industrial desde la década de 1950, y se han extendido a campos como la medicina o los vuelos espaciales tripulados. Sin embargo, su principal uso se ha dado en las fábricas, donde llevan a cabo tareas repetitivas, peligrosas o que requieren una fuerza superior a la de los seres humanos en las cadenas de producción.

Antes de profundizar en la historia de estas maravillas de la ingeniería, es importante señalar que, para poder clasificarlo como robótico, no es imprescindible que un brazo mecánico funcione sin la acción del ser humano. De hecho, los cirujanos que utilizan brazos robóticos en operaciones de cirugía cerebral, por ejemplo, pueden ser considerados cyborgs, ya que la fusión entre la persona y la máquina les permite llegar más allá que por sí solos.

DE LA FICCIÓN A LA REALIDAD

Los inicios del robot industrial nos retrotraen hasta el joven estudiante de ingeniería de Toronto Griffith P. Taylor, creador, en 1937, de un robot automatizado capaz de colocar piezas. Bautizado como «The Robot Gargantua» (El Robot Gargantúa), tenía forma de grúa y fue construido con piezas de Meccano (de ello daba cuenta la revista *Meccano Magazine* en 1938). Era accionado por un pequeño motor eléctrico. Contaba con cinco ejes de movimiento y, además de sujetar piezas, era capaz de girarlas.

El brazo podía programarse practicando agujeros en un papel perforado que, al leerse, activaba o desactivaba la corriente de unos solenoides que activaban el movimiento en las palancas de mando, y la programación permitía que la grúa construyera torres de bloques de madera.

Tuvieron que pasar 22 años para que este concepto se convirtiera en una realidad en la industria. En 1954, el inventor George Devol solicitó la patente del primer robot industrial, un autómatas que podía apilar objetos y transferirlos de un punto a otro en un radio de más de 3 m.

El primer prototipo listo para la industria, el Unimate 001, se instaló en la planta de moldeado a presión de General Motors de Trenton, Nueva Jersey, en 1959. Pesaba más de 1200 kg. A partir de este primer prototipo, y con la ayuda y patrocinio de Joseph Engelberger —director de la empresa Consolidated Controls Corp. y fanático de los robots ficticios de Isaac Asimov—, se creó la empresa Unimation.

¿QUÉ ES UN EJE?

En robótica, un eje es una medida práctica de la libertad de movimiento de un brazo robot en una dirección dada dentro de un espacio tridimensional: a lo largo del eje X (adelante y atrás), el eje Y (izquierda y derecha) y el eje Z (arriba y abajo).

Un brazo robótico con una capacidad de seis ejes puede moverse libremente (o ser programado para moverse así) a lo largo de dichos ejes. Por otra parte, es posible combinar los movimientos en estos ejes utilizando la rotación para crear movimientos más precisos y analógicos.

En 1961, Unimation fabricó la serie Unimate 1900, el primer robot para cadenas de montaje fabricado en serie. El robot cautivó tanto al público como a los trabajadores de la industria. Hizo su debut televisivo en el programa de Johnny Carson, *The Tonight Show*, en 1966, donde sirvió cerveza, jugó al «golf de oficina» y dirigió a los músicos.

LA REVOLUCIÓN ROBÓTICA

En 1969, General Motors reconstruyó su planta automovilística de Lordstown, Ohio, en base al concepto del ensamblaje automatizado, con la instalación, de principio a fin de la cadena, de robots Unimate de soldadura por puntos. En breve tiempo, los robots más que duplicaron la velocidad de producción del resto de las plantas de automóviles de la época en todo el mundo. Su capacidad de fabricación era de 110 automóviles por hora.

En Europa, en 1975, ASEA (Compañía Eléctrica General Sueca) creó el primer robot impulsado únicamente por electricidad. El ASEA IRB 6 también utilizaba el primer chipset diseñado por Intel, lo que lo convirtió en el primer brazo controlado por un microprocesador. Entre 1975 y 1992, se vendieron casi dos mil unidades de este modelo (el primero de ellos a la sueca Magnussons, que lo utilizó para encerar y pulir tubos de acero inoxidable).

Unimation y Vicarm presentaron, en 1978, el brazo de robot PUMA (*Programmable Universal Machine for Assembly*, Máquina Universal Programable para el Ensamblaje), una

creación de Victor Scheinmann basada en el Brazo de Stanford, que inventó durante su estancia en la Universidad homónima. Elemento habitual y destacado de las líneas de producción, el modelo PUMA 200, del tamaño de

EN EL PROGRAMA DE JOHNNY CARSON, THE TONIGHT SHOW, EL UNIMATE 1900 SIRVIÓ CERVEZA, JUGÓ AL GOLF Y DIRIGIÓ A LOS MÚSICOS

un computador de sobremesa, también se incorporó al sector médico, y se utilizó en la primera biopsia cerebral estereotáctica robótica, en 1985. Como explicó *The New York Times*, «el dispositivo robótico calculó los ángulos y sostuvo y dirigió una broca quirúrgica y una aguja de biopsia mientras los médicos aplicaban la presión sobre los instrumentos para atravesar el cráneo y el cerebro».

ACTUALIZACIONES CONTINUAS

En 1981, Takeo Kanade fabricó el primer brazo robótico con motores instalados directamente en la articulación. Al internalizar estos componentes esenciales, la velocidad y precisión de los brazos aumentaron enormemente. Desde la década de 1980 y hasta nuestros días, la complejidad, precisión y capacidad de los brazos robóticos ha crecido a un ritmo exponencial.

Los sistemas de control también son cada vez más accesibles. Lo que antes requería un ejército de programadores entregados, ahora, a menudo, se puede programar mediante una aplicación táctil, y mientras que antes se solía mantener a los robots colaborativos lejos de los empleados, detrás de muros de seguridad, en la actualidad en muchas empresas ya comparten tareas.

Las tecnologías por sensores con sistemas de parada automática pueden detectar, de forma inmediata, las variaciones en el funcionamiento robótico que podrían poner en peligro a las personas que trabajan junto a ellos (a diferencia del Terminator), lo que permite que humanos y robots convivan en armonía en el ámbito laboral. ■

ABAJÓ: Los brazos robot del Sistema Quirúrgico Da Vinci permiten llevar a cabo operaciones mínimamente invasivas, en las que la precisión de la robótica potencia la habilidad del cirujano. [Fotografía: Shutterstock]



MANOS EN 3D

INNOVACIÓN EN LAS PRÓTESIS

El endoesqueleto metálico del T-800 es una réplica de la estructura ósea humana, a la que aporta una fuerza y durabilidad adicionales. Para los científicos que trabajan en la construcción de extremidades artificiales, *Terminator*™ puede resultar inspiradora.

Si bien aún no hemos llegado al punto en el que los miembros mecánicos alcancen la respuesta de los biológicos, la era de las prótesis específicas para cada paciente y totalmente funcionales se está convirtiendo en una realidad. Estas se acercan ya en algunos casos a la perfección humana (gracias a esto, los velocistas paralímpicos están logrando hitos increíbles en la pista). No obstante, aquí nos centraremos en las manos artificiales que ofrecen mayor innovación.

La ciencia actual está muy cerca de crear miembros verdaderamente cibernéticos, que ofrezcan un control directo y que transmitan el tacto y la sensibilidad a quien los lleva, por medio de una respuesta háptica y de sensaciones eléctricas transferidas directamente a los nervios del cuerpo. Pero el mayor paso en este ámbito durante la última década es la aparición de miembros impresos en 3D, asequibles y personalizables.

MARAVILLAS IMPRESAS

En el caso de los niños a los que les falta alguna extremidad, obtener prótesis adecuadas siempre fue un reto, ya que crecen rápidamente y el proceso de adaptar,

LA RESPUESTA HÁPTICA

En tecnología, la respuesta háptica (del griego *haptikos*, 'perteneciente al sentido del tacto') suele emplearse para proporcionar respuestas al usuario basadas en el tacto o para aportar cualidades físicas a un entorno virtual cuando se interactúa con este. Cuando tu teléfono vibra al pulsar la pantalla, estás recibiendo una respuesta háptica (a través de pequeños motores en el dispositivo). Esta te ayuda a sentirte conectado con el teléfono y con lo que estás escribiendo o deslizando.

En el caso de las prótesis de extremidades, la respuesta háptica se puede usar para dar respuestas a quien las lleva a través de vibraciones microscópicas de las puntas de los dedos que retroalimentan el brazo del usuario o, en el futuro, a través del uso de campos eléctricos táctiles que podrían enviar señales sensoriales al sistema nervioso imitando el proceso biológico del tacto.



DERECHA: El objetivo de los miembros artificiales pasa por igualar o superar las capacidades de sus equivalentes biológicos. [Fotografía: Shutterstock]

moldear y recibir un miembro personalizado tomaba, hasta hace poco, mucho tiempo. Sucedió a menudo que, cuando el niño recibía su prótesis, ya casi le iba pequeña; y, como muchos padres y médicos saben, si una prótesis no es cómoda o no se ajusta bien, el chico no quiere ponérsela y pierde la oportunidad de desarrollar las habilidades necesarias para usarla.

La llegada de las prótesis impresas en 3D ha cambiado recientemente este panorama. Varias organizaciones de voluntariado, como Enabling The Future y e-NABLE, utilizan maquetas en 3D de código abierto e impresiones en 3D para crear y «compartir» manos, que pueden ser personalizadas a la medida del usuario y fabricadas por un coste inferior al de la prótesis tradicional.

FABRICACIÓN A MEDIDA

La empresa Open Bionics ha llevado las prótesis personalizadas a una nueva dimensión, tanto desde el punto de vista estético como literal. Su famoso «Hero Arm» (Brazo de héroe) ha acaparado titulares en la prensa tanto por sus capacidades —puede asir, pellizcar,



Tecnología de Georgia utilizaron señales ultrasónicas para que un músico que había sufrido una amputación parcial del brazo, Jason Barnes, pudiese recuperar el control de la motricidad fina, que resulta imprescindible

EL «BRAZO DE HÉROE» PUEDE ASIR, PELLIZCAR, CERRAR EL PUÑO Y LEVANTAR EL PULGAR, ENTRE OTRAS ACCIONES.

para tocar el piano. Se empleó la misma tecnología ultrasónica utilizada en las exploraciones médicas por imagen para estudiar los músculos residuales presentes en la parte del brazo que Jason conserva y, con la ayuda de un algoritmo que puede diferenciar entre los movimientos de los músculos, aplicar dichos movimientos a cada uno de sus cinco dedos mecánicos.

De forma similar, la Universidad de Cornell creó a finales de 2018 la ADEPT, una mano que utiliza tendones artificiales que le permiten ajustar rápidamente la velocidad y la fuerza del motor que alberga en su interior (evitándose así múltiples motores, voluminosos y caros, para cada tipo de control de los dedos).

Esta mano puede fabricarse por menos de 500 dólares, en lugar del precio medio habitual, que supera los 10 000 dólares. Aún persisten algunos problemas —en la actualidad, los materiales que existen para la fabricación de tendones artificiales se deterioran después de realizar 25 000 ajustes—, pero es un paso muy prometedor hacia el control de la motricidad fina real. ■

ARRIBA: El de los veteranos de guerra es uno de los mayores colectivos en el que se pueden transformar vidas gracias a la mejora de las prótesis y del acceso a ellas. (Fotografía: Shutterstock)

IMPRESIÓN EN 3D

La creación de maquetas tridimensionales mediante impresora, de un modo muy similar a la impresión tradicional, recibe el nombre de impresión en 3D. Mientras que la impresora de tinta imprime en dos dimensiones (2D, hacia arriba y hacia abajo y de derecha a izquierda), una impresora 3D también puede moverse en la tercera dimensión, o eje Z. Una boquilla fina en el extremo de un pequeño brazo robótico de la impresora extrude plástico sobrecalentado en capas extremadamente finas, moviéndose desde la base del objeto hasta la parte superior, siguiendo un patrón programado por computador. La cantidad de maquetas para impresoras 3D descargables de Internet es ya abrumadora, la mayoría con diseños de juguetes u objetos útiles. Pero la impresión 3D no está exenta de controversia: en agosto de 2018, un juez federal estadounidense prohibió la distribución de planos para imprimir armas en 3D. Aunque los procesos y materiales difieren, como es lógico, también es ya posible imprimir a escala industrial casas enteras o piezas de aviones lo suficientemente fuertes como para superar las pruebas necesarias para volar.

cerrar el puño y levantar el pulgar, entre otras acciones— como por su aspecto: gracias a los acuerdos firmados con Disney y Eidos Montreal, niños y adultos pueden llevar con orgullo brazos que reflejan los universos de *La guerra de las galaxias*, *Frozen* y *Deus Ex*.

Pero esto es solo el principio. En diciembre de 2017, partiendo de un Hero Arm, investigadores del Instituto de

EL TEST DE TURING ¿PUEDEN PENSAR LAS MÁQUINAS?

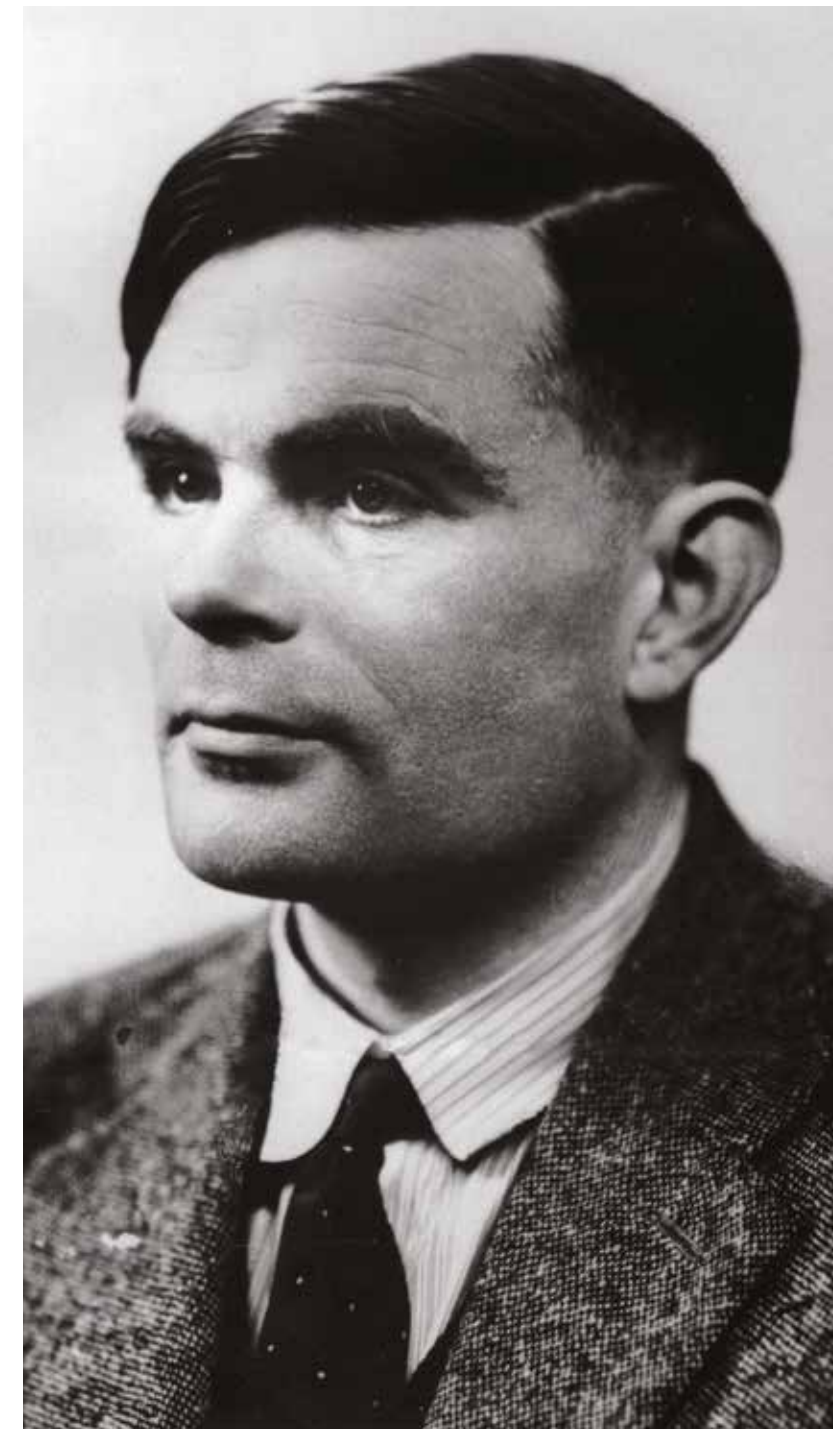
El endoesqueleto T-800 de *Terminator*TM es dirigido por una conciencia independiente. Piensa de una forma distinta a la de los humanos, pero puede imitar muchos de sus comportamientos, incluso ser percibido como humano en determinadas condiciones, antes de que su naturaleza robótica quede al descubierto.

Varios años antes de que el término IA (Inteligencia Artificial) fuese acuñado por el experto informático estadounidense John McCarthy en 1955, el matemático británico Alan Turing, en su artículo «Maquinaria computacional e inteligencia» (1950), reflexionaba sobre si las máquinas llegarían a ser capaces algún día de pensar por sí mismas. Su artículo empieza definiendo algunos parámetros sencillos que podrían ser utilizados para evaluar las máquinas.

Turing propuso que una persona, sentada frente a la pantalla de un computador, mantuviera dos conversaciones paralelamente: una con un ser humano y otra con una máquina. Como el evaluador humano no podría ver ni a la otra persona ni a la máquina, y sus respuestas se le comunicarían solo mediante texto, si la máquina conseguía engañarlo y que él pensara que era humana, podría afirmarse que esta tenía la capacidad de pensar.

¿QUIÉN FUE ALAN TURING?

Al margen de ser uno de los padres de la computación, Alan Turing desempeñó un papel fundamental en la victoria de los aliados en la Segunda Guerra Mundial. Desde el centro de desciframiento de Bletchley Park en Buckinghamshire, Turing ayudó a interpretar el código de cifrado de la máquina Enigma, el complejo dispositivo de codificación que empleaban los nazis. Descifrar los mensajes alemanes permitió que los aliados se anticiparan a los ataques nazis, evitaran muchas muertes y se acortara la duración de la guerra. A pesar de esta gran contribución, la vida de Turing terminó de forma triste: fue detenido por su condición de homosexual, acusado de inmoralidad. El matemático optó por la castración química para evitar el encarcelamiento e, incapaz de afrontar la vida después de la sentencia, se suicidó ingiriendo una manzana envenenada con cianuro. Tenía solo cuarenta y un años. En 2013, recibió el indulto real póstumo, y hoy su nombre se honra en la Ley Alan Turing, que indulta a aquellos hombres afectados por cargos injustos en circunstancias similares.





«LA PREGUNTA “¿PUEDEN PENSAR LAS MÁQUINAS?” ES UN SINSENTIDO TAN ENORME QUE NO MERECE SER DEBATIDO». (ALAN TURING)

De hecho, el Test de Turing no evalúa si una máquina es realmente inteligente, sino si es posible engañar a un humano que interroga a una inteligencia que no ve para que este crea que una máquina es humana. La propuesta de test ocupa unas pocas líneas del artículo, que considera la pregunta «¿Pueden pensar las máquinas?» como un sinsentido: Turing predice que, «(en unos cincuenta años)», los computadores serán capaces de hacerlo tan bien que nadie podrá distinguir a la persona de la máquina más del 70 % del tiempo, incluso después de cinco minutos de preguntas; y que, más adelante, las máquinas serán tan sofisticadas que la pregunta no será si pueden pensar, sino cómo piensan.

DE ROBOT A ROBOT

Si alguna vez has visitado una página web comercial y has escrito en una de las ventanas de chat emergentes, has participado en tu propio Test de Turing. Muchas empresas utilizan actualmente sofisticados robots en la primera etapa de la atención al cliente prestada en los chats. Los robots codificados envían las dudas que no pueden contestar a un operador humano para que se encargue de estas.

Contando con una base de datos reunida a partir de las dudas más habituales, muchos robots pueden ocuparse fácilmente de responder preguntas ordinarias, como «¿Está disponible tal artículo?», «¿Dónde está mi pedido?» o «Quiero devolver un artículo».

Las empresas que utilizan robots intentan que nos sintamos cómodos. Las ventanas de ayuda suelen llevar fotografías de empleados sonrientes, e incluso a veces el robot se presenta y pregunta «¿Puedo ayudarle?». Basta con poner una foto y un nombre: los humanos estamos entrenados para crear una imagen mental de una persona real al otro lado de la línea. Son muchos los clientes que pasan por este tipo de interacciones sin darse cuenta de que, en realidad, están hablando con un robot.

AYUDANTES QUE SUPERAN EL TEST

Teniendo en cuenta lo sofisticada que se está volviendo la IA en la atención al cliente, ¿pasarían Alexa o Siri el Test de Turing? Dado que su simulación de lenguaje adquiere cada vez mayor naturalidad, es posible que ya lo hagan, miles de veces al día. También es probable que pudiera ser superada de forma generalizada una versión más moderna del Test de Turing en la que el sujeto de la prueba se comunicara con el evaluador por teléfono o por Skype.

Con el auge de la tecnología Deepfake (una forma de sustitución de imágenes alimentada por la IA en la que se pueden alterar secuencias donde aparezcan personas y colocarlas en contextos totalmente nuevos), un Test de Turing a partir de videos resulta ya totalmente plausible. Superar una prueba como esta en el presente sería difícil, pero ¿y en dos, tres o diez años?

Sin embargo, el hecho de que el evaluador humano no pueda distinguir que se trata de una máquina no implica que el computador pueda pensar, como tampoco que este sea consciente de sí mismo. Estas consideraciones son ajenas a los parámetros del Test de Turing, que es sobre todo una prueba sobre los prejuicios cognitivos humanos. ■

EN LA PÁGINA ANTERIOR: Retrato de Alan Turing. [Fotografía: Science History Images / Alamy Stock Photo]

ARRIBA: Una de las máquinas Enigma original, usada por los alemanes para cifrar y descifrar mensajes durante la Segunda Guerra Mundial. Fotografía tomada en Bletchley, Inglaterra, en junio de 2015. [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).