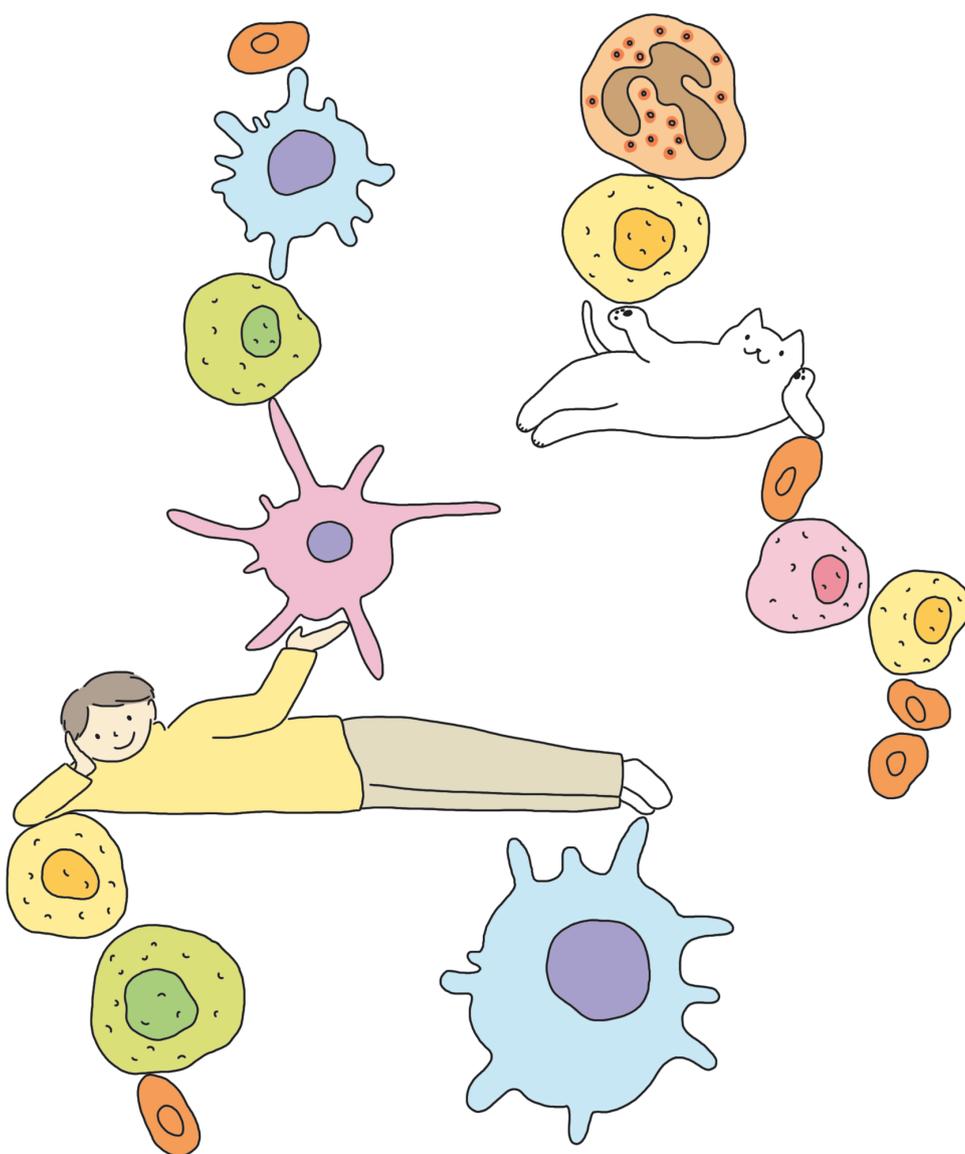


Los misterios del sistema inmunitario

Cómo protege nuestro cuerpo



European Federation of
Immunological Societies



SEI
Sociedad española
de Inmunología



FUNDACIÓN
**DR. ANTONIO
ESTEVE** 30
años



SEI - Sociedad Española de Inmunología

¡No te olvides de visitar www.inmunologia.org y colabora con nosotros!

Y síguenos en   para ser el primero en enterarte de nuestras novedades y eventos!

¿Quién defiende



tu cuerpo?

SEI - Sociedad Española de Inmunología

¿Qué es la Inmunología?

- La Inmunología estudia todo lo relacionado con el **Sistema Inmunitario**.
- Es como un ejército de pequeñas células que protegen tu cuerpo frente a invasores como **bacterias, virus** y, en ocasiones, contra algunas de nuestras células que se descontrolan un poco, como las que causan el **cáncer**.
- Seguro que has oído hablar de las **alergias**, la **diabetes** de tipo 1 e incluso la **esclerosis múltiple**, la enfermedad **celíaca** o el **lupus**.
- Todos ellos son situaciones en la que nuestros más fieles guerreros generan respuestas inadecuadas o nos confunden con extraños.

¿Quiénes somos?

- La **Sociedad Española de Inmunología (SEI)** es una sociedad científica **sin ánimo de lucro**.
- Agrupa a los **Inmunólogos** que trabajan en diversos campos (**Hospitales, Universidades, ...**).

¡Hemos comenzado una nueva etapa y necesitamos tu ayuda!

¿Por qué Colaborar?

Con tu ayuda, podremos conseguir los retos que nos hemos planteado:

- Actividades de Divulgación en Inmunología:

Para niños, público general y pacientes afectados por enfermedades de base inmunológica.

- Reunir fondos para ayudar a jóvenes investigadores que inician su carrera:

Apoyarlos ahora es indispensable para que podamos hacer ciencia de calidad en los próximos años.

- Luchar contra enfermedades con base inmunológica:

Generar vacunas, desarrollar la inmunoterapia contra el cáncer, entender cómo el sistema inmune influye en la inflamación, que tiene un papel muy importante en obesidad, enfermedades cardiovasculares o neurodegenerativas...

¿Y cómo lo hago?

¡Existen muchas formas de colaborar con la SEI y contribuir a una ciencia de calidad en nuestro país!

1

A través de nuestra web www.inmunologia.org

¡Entra en la sección **“Colabora con nosotros”!**

2

Dando soporte económico a los retos disponibles en nuestra página web.

Permitiendo así aumentar el conocimiento sobre una patología en especial.

3

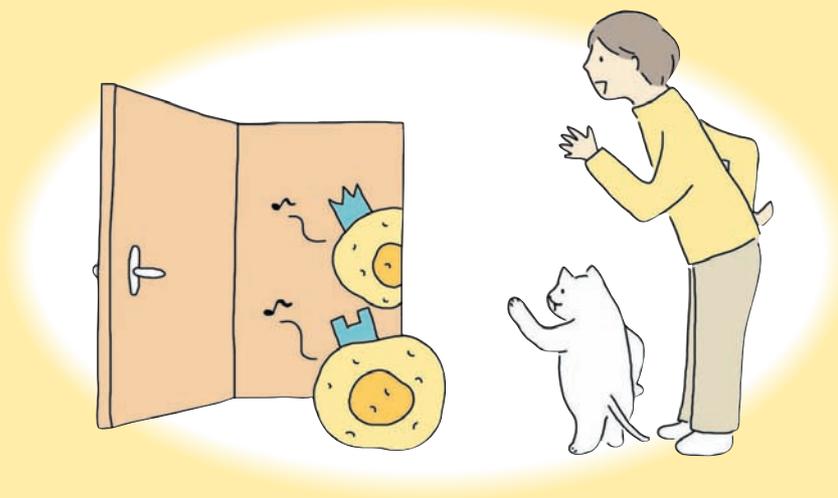
Participando en los eventos públicos que la SEI organiza.

¡Disfruta a la vez que ayudas a la ciencia!



Los misterios del sistema inmunitario

Cómo protege nuestro cuerpo



Realizado por la Sociedad Japonesa de Inmunología
Ilustrado por Tomoko Ishikawa



European Federation of
Immunological Societies



SEI
Sociedad española
de Inmunología



FUNDACIÓN
**DR. ANTONIO
ESTEVE** 30
años

Editores: Japanese Society for Immunology, y (por orden alfabético)

Hiroshi Kawamoto	Research Centre for Allergy and Immunology, RIKEN
Sachiko Miyake	National Institute of Neuroscience, National Centre of Neurology and Psychiatry
Masayuki Miyasaka	Graduate School of Medicine, Osaka University
Toshiaki Ohteki	Medical Research Institute, Tokyo Medical and Dental University
Noriko Sorimachi	Research Institute, International Medical Centre of Japan
Yousuke Takahama	Institute for Genome Research, University of Tokushima
Shinsuke Taki	Graduate School of Medicine, Shinshu University
Traducción al inglés:	Anjali Patel
Traducción al español:	Óscar de la Calle, Manuel Hernández
Comité de revisión:	José Antonio Brieua, Margarita del Val, África González-Fernández, Dolores Jaraquemada
Revisión del español:	Fundación Dr. Antonio Esteve

Traducción autorizada al español de la edición en inglés:

Título de la obra:	KARADA WO MAMORU MENEKI NO FUSHIGI
Título de la obra (edición inglesa):	Your Amazing Immune System - How It Protects Your Body
Nombre del propietario:	YODOSHA Co., Ltd.
Propietario del copyright:	The Japanese Society for Immunology
Ilustraciones:	Tomoko Ishikawa
Encuadernación:	Takashi Ono Yaruyaru Ya Honpo

Este libro se ha reproducido fielmente. No obstante, los editores, los autores y la editorial no garantizan que no haya errores en la información contenida en este libro. Se avisa a los lectores que las afirmaciones, los datos, las ilustraciones, los detalles de los procesos u otros aspectos pueden ser inexactos.

© 2014 European Federation of Immunological Societies (EFIS)

Reservados todos los derechos (incluidos los derechos de traducción a otras lenguas). No se permite la reproducción parcial o total de este libro en cualquier formato –fotocopia, mecánico o cualquier otro– ni la transmisión o traducción a cualquier otro idioma sin el permiso escrito de EFIS o de la Sociedad Japonesa de Inmunología. Los nombres, marcas, etc., que aparecen en este libro, aunque no se especifique, están protegidos por la ley.

Este libro se ha editado gracias a la colaboración entre la Sociedad Española de Inmunología, la Fundación Dr. Antonio Esteve y Addenda SCCL.

Maquetación: Addenda
Impresión: Addenda

Depósito legal: B-9.312-2014
ISBN: 978-84-942571-2-4

Impreso en Cataluña, España.
Impreso en papel libre de ácido.

Prólogo

Este libro se ha diseñado para ayudaros a entender mejor cómo funciona el sistema inmunitario. Lo ha compilado la Sociedad Japonesa de Inmunología, un grupo de investigadores en el campo de la inmunidad.

El sistema inmunitario, con el que nuestro cuerpo se protege frente a los gérmenes como las bacterias, está increíblemente bien organizado. Cuanto más lo conozcas, mejor entenderás lo fascinante que es este sistema. Está formado por miles de moléculas y células que trabajan conjuntamente, estrechamente coordinadas, para proteger a nuestro cuerpo de invasores externos. Y es justamente esta complejidad lo que lleva a algunas personas a pensar que el sistema inmunitario es demasiado difícil para ser comprendido. Nosotros esperamos que con la lectura de este libro empecéis a pensar, «¿Ah, era sólo esto de lo que trata la inmunología?» o «¡Entonces, así es como funciona!» y os anime a querer aprender más sobre este tema.

La señora Tomoko Ishikawa ha tenido la amabilidad de hacer las ilustraciones del libro. El libro completo ha sido posible gracias a la dedicación y al entusiasmo del Dr. Yousuke Takahama, en colaboración con miembros del Comité para la Promoción de la Educación y del Comité de Asuntos Públicos de la Sociedad Japonesa de Inmunología. La señora Shinobu Yamashita, del Departamento de Edición de Yodosha, fue la encargada de hacer esta edición con gran esmero. Muchas gracias a todos ellos.

Finalmente, os querríamos pedir que si encontráis partes del libro que os son difíciles de entender, nos lo comunicéis. Nos gustaría utilizar vuestros comentarios para mejorar este libro. Es, después de todo, un libro que se ha creado para todos vosotros y nos gustaría saber qué pensáis de él.

Abril de 2008

*Sociedad Japonesa de Inmunología
Masayuki Miyasaka*

Prólogo de la versión inglesa

Your Amazing Immune System: How it Protects your Body

Cada día tu sistema inmunitario está ocupado protegiéndote de los miles de microorganismos que te rodean y que te pueden hacer enfermar. Tu sistema inmunitario hace el trabajo tan eficientemente que tú no te das cuenta de que está trabajando. Las vacunas activan tu sistema inmunitario, preparándolo para defender tu cuerpo de aquellos microorganismos con los que todavía no has estado en contacto. Las vacunas no provocan normalmente más molestias que un simple pinchazo en el brazo o en la pierna que enseguida se olvidan, pero servirán para evitar que te pongas gravemente enfermo o incluso que mueras por una enfermedad infecciosa.

Actualmente mucha gente sufre alergias como el asma o la alergia al polen (fiebre del heno), o enfermedades autoinmunitarias como la artritis reumatoide. Seguro que aquéllos de vosotros que habéis sufrido estas afecciones sabéis que algunas veces el sistema inmunitario responde de una forma exageradamente agresiva. Pero no olvidéis que estos problemas son el resultado de una respuesta inmunitaria dirigida erróneamente que, en circunstancias normales, os protege de convertirnos en presa de todos los agentes infecciosos que os rodean. Una mirada a lo que te puede pasar si falla el sistema inmunitario te ayudará a reconocer lo importante que es para tu salud. Si hubieras crecido sin sistema inmunitario, no sólo te hubieran faltado las herramientas necesarias para protegerte de los microbios que te rodean, sino que tu cuerpo no tendría la capacidad de detectar y eliminar las células que dejan de funcionar correctamente. La falta de control sobre estas células puede llevar a desarrollar cáncer.

Los científicos creen que conocer mejor cómo opera el sistema inmunitario nos permitirá desarrollar nuevas vacunas. Mucha gente está trabajando para encontrar una vacuna contra enfermedades infecciosas como el SIDA, que amenazan a millones de personas, mayoritariamente en los países en vías de desarrollo. Otros intentan entender qué aspectos de la respuesta inmunitaria son los que no acaban de funcionar en el caso de las enfermedades autoinmunitarias y las alergias, y también por qué el sistema inmunitario pierde contra el cáncer. Con estos conocimientos, los científicos esperan poder desarrollar, algún día, vacunas efectivas contra las enfermedades autoinmunitarias, las alergias y el cáncer, y vacunas más efectivas contra las enfermedades infecciosas.

Este libro, originalmente titulado *Karada wo mamoru meneki no fushigi* fue pensado y creado por investigadores japoneses que trabajan en el campo de la inmunología. Fue publicado por la Sociedad Japonesa de Inmunología como parte de sus actividades de difusión para el **Día de la Inmunología 2008**, con el objetivo de hacer la inmunología accesible a la sociedad. Los inmunólogos que trabajan en Europa reconocieron que esta iniciativa era una buena idea, y pensaron que esta publicación también sería de interés para los europeos. Por lo tanto, hemos traducido este libro al inglés para incrementar el conocimiento de la importancia de la inmunología para la salud y para la calidad de vida.

La Federación Europea de Sociedades de Inmunología (EFIS), organización que aglutina a los inmunólogos europeos, dio apoyo económico para la traducción, impresión y edición electrónica de este libro. Anjali Patel tradujo amablemente el libro al inglés y participó en su edición. Su edición también contó con el apoyo de Mary Louise Grossman. Muchas gracias a ambos por su dedicación y trabajo, ayudándonos a realizar este proyecto. En la presente edición, diversos términos y expresiones japonesas se han simplificado para llegar a más lectores.

Sinceramente, espero que encontréis este libro interesante y que os ayude a entender mejor vuestro sistema inmunitario. Espero poder saber si os ha gustado o no este libro. Vuestras sugerencias son valiosas porque el libro se creó, sobre todo, para vosotros.

¡En un futuro también habrá traducciones a otras lenguas!

Junio de 2009

Federación Europea de Sociedades de Inmunología
Stefan H. E. Kaufmann

Prólogo de la versión española

Los misterios del sistema inmunitario: Cómo protege nuestro cuerpo

La Sociedad Española de Inmunología espera que disfrutes de la lectura de este libro y te intereses por el sistema inmunitario tanto como él se interesa por ti.

Cuando termines de leerlo verás que gracias a tu sistema inmunitario te mantienes libre de infecciones. Con poco más de un kilo de células y moléculas, el sistema inmunitario es capaz de proteger los más de 300 metros cuadrados de superficie de tu cuerpo, casi todos en tus pulmones e intestinos. Pero puedes ayudarle, por ejemplo, vacunándote y llevando una vida sana. Evita darle más trabajo del que ya tiene con drogas, tabaco o perforaciones de la piel, o quitárselo abusando de los antibióticos.

Aquí aprenderás cómo funciona el sistema inmunitario, pero también qué pasa cuando no funciona bien (inmunodeficiencia e infección), cuando se equivoca (autoinmunidad), cuando se excede (alergia), o cuando no nos conviene que responda pero lo hace (rechazo de trasplantes). También aprenderás cómo tratan los inmunólogos de estimularlo o apaciguarlo, según el caso, para curar esas enfermedades o incluso otras más graves como el cáncer.

Y si te gusta mucho la inmunología, recuerda que puedes ampliar tus conocimientos e incluso dedicarte a la sanidad, la docencia o la investigación en ese campo. ¡Qué lo disfrutes!

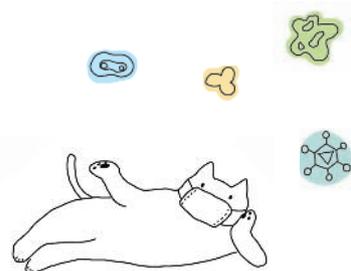
Gracias a los traductores (Óscar de la Calle y Manuel Hernández) y a los revisores (África González, Dolores Jaraquemada, José Antonio Brieva y Margarita del Val) por su excelente y desinteresado trabajo. Gracias también a la Fundación Dr. Antonio Esteve, que ha sido el hilo conductor del proyecto desde el principio, y a la Societat Catalana d'Immunologia, cuyo esfuerzo cristalizó en una versión catalana en el 2010 que ha inspirado esta versión española que traduce y adapta la versión inglesa del 2009.

Febrero de 2014

Sociedad Española de Inmunología
José R. Regueiro
Dolores Jaraquemada



Índice



Prólogo	3
Prólogo de la versión inglesa	5
Prólogo de la versión española	7

Parte I La inmunidad

1 Las bases del sistema inmunitario

• ¿Qué hace el sistema inmunitario?	12
• ¿Te has preguntado alguna vez por qué no desarrollas la misma enfermedad dos veces?	14
• ¿En qué parte del cuerpo se encuentra el sistema inmunitario?	16
• Las diversas células del sistema inmunitario	18
• Tres maneras de destruir un patógeno	20

2 Cómo funciona el sistema inmunitario

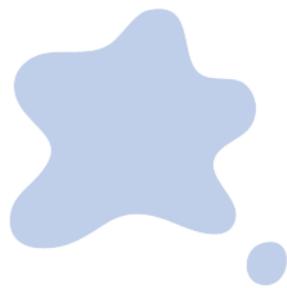
• Cómo diferencia el sistema inmunitario a los diversos patógenos	22
• Cómo reconoce el sistema inmunitario a los diferentes microbios	26
• Cómo recuerda el sistema inmunitario a los patógenos que se ha encontrado previamente	28

3 Dónde se producen las células del sistema inmunitario y dónde actúan

• ¿Dónde se producen las células inmunitarias?	31
• ¿Dónde actúan las células inmunitarias y cómo llegan a su destino?	32
• ¿Cómo se orientan las células inmunitarias?	34
• Cómo se ayudan entre sí las células inmunitarias	36
• Cómo se autorregula el sistema inmunitario	38
• Por qué el sistema inmunitario no ataca al cuerpo o a la comida que ingerimos	40

Parte II Las enfermedades

1	La lucha contra las enfermedades infecciosas	
•	Los patógenos	44
•	¿Qué tipos de enfermedades infecciosas hay?	46
•	¿Qué es el SIDA?	48
•	¿Puedes evitar contraer la gripe aviar?	50
•	¿Cómo nos ayudan las vacunas?	52
2	Las enfermedades autoinmunitarias	
•	¿Qué es una enfermedad autoinmunitaria?	54
•	¿Qué tipos de enfermedades autoinmunitarias hay?	56
•	La artritis reumatoide y su tratamiento	58
3	Las alergias también son reacciones inmunitarias	
•	¿Qué es una alergia?	60
•	Incluso estos elementos pueden causar alergias	62
•	Cómo se origina el asma	64
•	¿Se puede curar la alergia al polen?	66
4	¿Se puede utilizar la inmunología para curar el cáncer?	
•	¿Qué es el cáncer?	68
•	Cómo actúa el sistema inmunitario contra el cáncer	70
•	El tratamiento del cáncer con inmunoterapia	72
	Comentario final a la edición japonesa	75



Parte I
La inmunidad

1. Las bases del sistema inmunitario

¿Qué hace el sistema inmunitario?

¿Sabes qué es el sistema inmunitario?
¿Sabes en qué parte del cuerpo se encuentra?
¿Sabes qué hace?

Cuando te encuentras bien, no piensas demasiado en el sistema inmunitario, ni en lo que hace. Pero, ¿qué crees que te pasaría si no lo tuvieras?

Bueno ¡vamos a descubrirlo! Aproximadamente uno de cada cien mil bebés nace sin inmunidad. Esta enfermedad se conoce con un nombre largo y complicado: **inmunodeficiencia combinada grave o SCID** (del inglés *severe combined immunodeficiency*). Los niños nacidos con SCID no tienen algunas de las formas de protección contra los patógenos que tienen los niños sanos.

Los patógenos son **microbios** como las bacterias, los virus y los hongos, que nos pueden hacer enfermar. Esta es la razón por la que los bebés que tienen SCID sufren enfermedades infecciosas.



Inmunodeficiencia
combinada grave

100.000

SIDA

VIH

Sin duda también habrás oído hablar de una enfermedad llamada SIDA. En el SIDA la inmunidad se debilita y el cuerpo no puede protegerse frente a muchos tipos de microbios.

El SIDA deja fuera de combate al sistema inmunitario.

Hay todo tipo de microbios flotando en el aire.



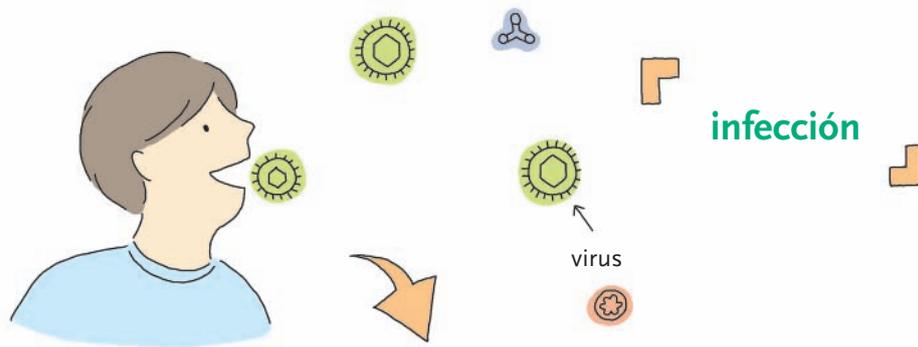
Ahora ya te habrás dado cuenta de que si hubieras nacido sin ningún tipo de inmunidad, o si tu sistema inmunitario hubiera dejado de funcionar, estarías a merced de microbios de los que en una situación normal tu cuerpo te protegería. O sea que ya lo ves, te puede parecer que tu sistema inmunitario no hace gran cosa, pero, de hecho, te protege día y noche.



¿Te has preguntado alguna vez por qué no desarrollas la misma enfermedad dos veces?

Cuando los microbios entran en tu cuerpo, puedes sufrir una **infección**. Normalmente, cuando tienes una infección, tienes fiebre, diarrea u otros síntomas. Sin embargo, después de descansar unos días, en la mayoría de los casos, te deberías encontrar mejor.

Debes estar agradecido a tu sistema inmunitario por esta recuperación. Pero eso no es todo lo que el sistema inmunitario hace por ti.



Estoy seguro que has oído a personas diciendo frases como, «Bueno, yo ya he pasado las paperas o sea que no me debería pasar nada», o «Este año ya he tenido la gripe o sea que no la volveré a pasar». Lo que la gente quiere decir con estas afirmaciones es que si un patógeno concreto te hace enfermar y te recuperas, entonces no volverás a desarrollar la misma enfermedad por segunda vez.

Esta es otra función importante del sistema inmunitario.

Tu sistema inmunitario recuerda todos los patógenos que te han infectado, de tal modo que, si volvieras a entrar en contacto con ellos, no te pondrías enfermo.





Memoria inmunitaria

Los expertos llaman a esta habilidad **memoria inmunitaria**.

Aunque la memoria inmunitaria evita que te pongas enfermo con el mismo tipo de patógeno otra vez, no te puede ayudar si te infectas con un patógeno nuevo. En cada nueva infección, el sistema inmunitario debe empezar de cero para reconocer al patógeno que la ha causado.

Cada día, cada uno de nosotros se cruza con miles de microbios. Cuando seamos adultos, nuestro sistema inmunitario habrá tenido la oportunidad de memorizar un número increíble de ellos. Las vacunas que recibes de niño aumentan el número de microbios que tu cuerpo aprende a reconocer. Estas vacunas contienen patógenos debilitados, de forma que tu cuerpo se vuelve inmune sin que tengas que ponerte enfermo.

La palabra vacuna deriva de la palabra vaca. Te preguntarás qué tienen que ver las vacunas y las vacas. Bueno, Edward Jenner sentó las bases de la vacunación cuando demostró que inyectando a la gente el virus de la viruela vacuna los protegía de la enfermedad mortal llamada viruela humana.



¿En qué parte del cuerpo se encuentra el sistema inmunitario?

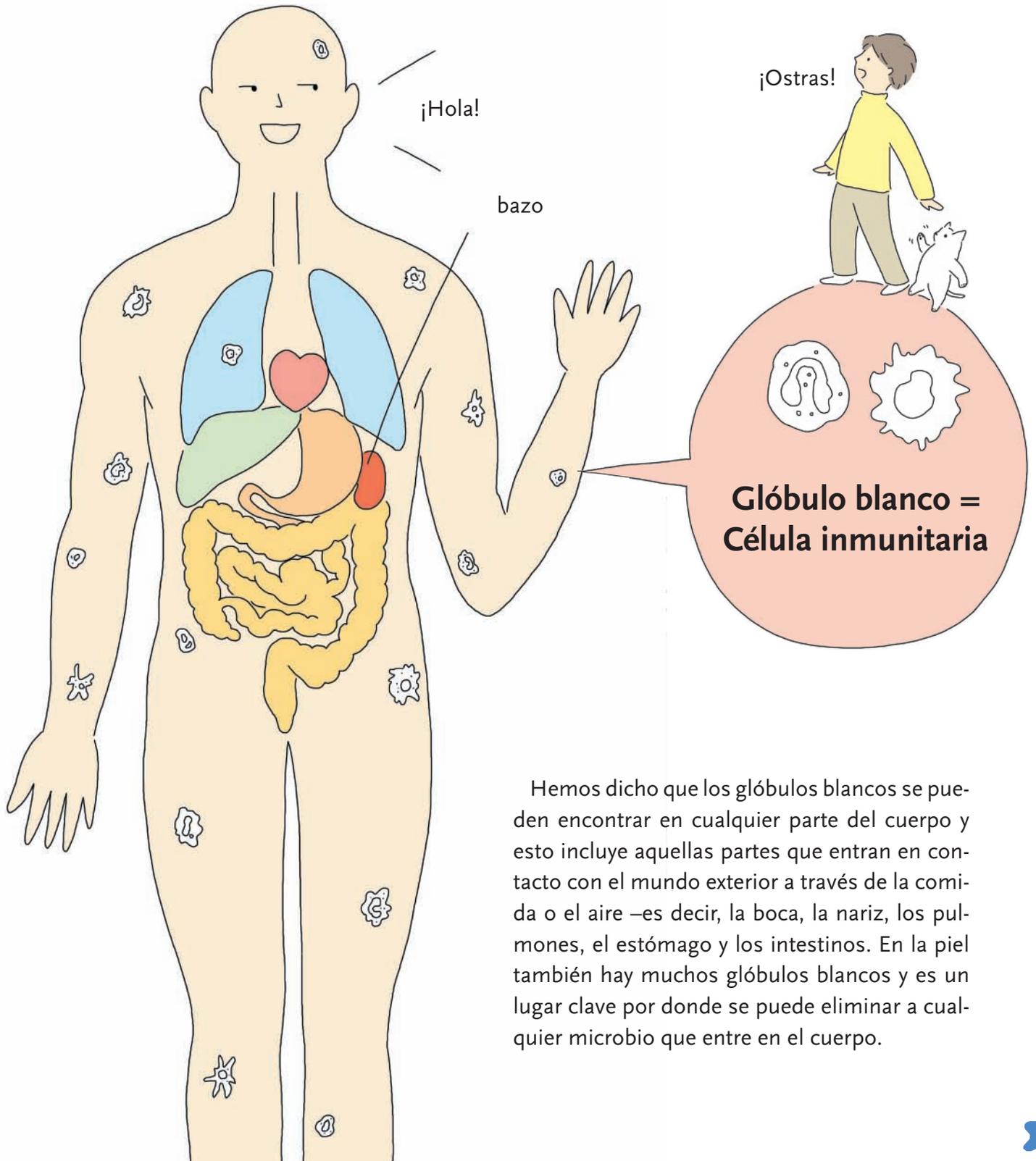


Nuestro organismo está formado por unidades extremadamente pequeñas llamadas células, tan pequeñas que no se pueden ver a simple vista. En todo el cuerpo hay una increíble variedad de células, y cada tipo realiza una función determinada. El sistema inmunitario también está formado por células especializadas. Estas células se denominan células inmunitarias.

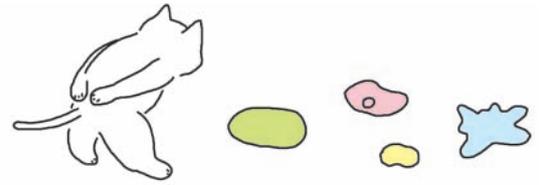
Nuestra sangre es roja porque contiene muchísimas células llamadas glóbulos rojos o eritrocitos. Sin embargo, también contiene glóbulos blancos o leucocitos. Y son estos glóbulos blancos los que forman parte del sistema inmunitario.



Como la sangre circula por todo nuestro cuerpo, los glóbulos blancos también están presentes en todas partes. De manera que la respuesta a la pregunta es que puedes encontrar el sistema inmunitario por todo tu cuerpo. Sin embargo, hay lugares del cuerpo donde los glóbulos blancos se encuentran particularmente concentrados. Estos lugares son los ganglios linfáticos y el bazo. Son importantes porque son los sitios desde donde el sistema inmunitario se pone en marcha cuando tienes una infección. Más adelante ya te explicaremos con más detalle qué hacen los ganglios linfáticos y el bazo.

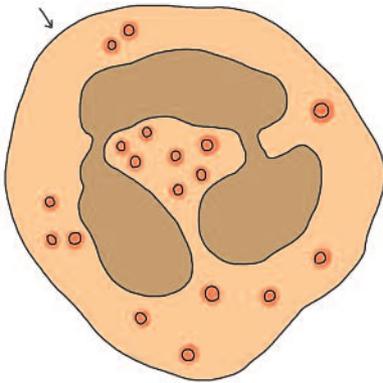


Las diversas células del sistema inmunitario



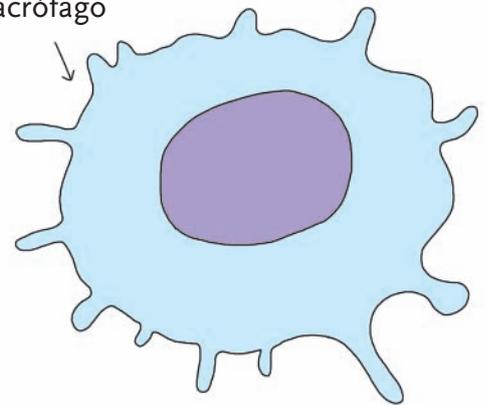
Ahora echaremos un vistazo a algunas de las diferentes células que constituyen el sistema inmunitario (recuerda que éstas son los glóbulos blancos presentes en la sangre).

neutrófilo



Si te hieres y te haces un corte en la piel, los microbios pueden entrar en tu cuerpo a través de la herida. Cuando esto ocurre, los neutrófilos, un tipo de glóbulos blancos que siempre están en la sangre, migran hacia el lugar de la herida para destruir a los microbios.

macrófago

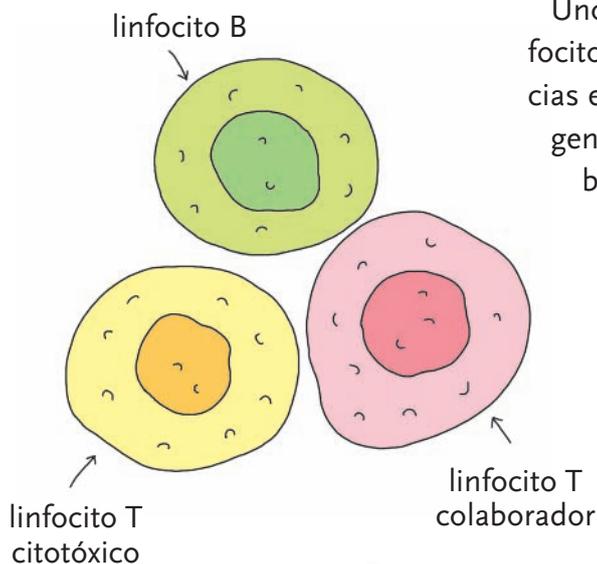


Otro tipo de glóbulo blanco es el macrófago, que destruye a los patógenos comiéndoselos directamente. Encontrarás macrófagos en los pulmones, el hígado, la piel, el estómago y los intestinos.

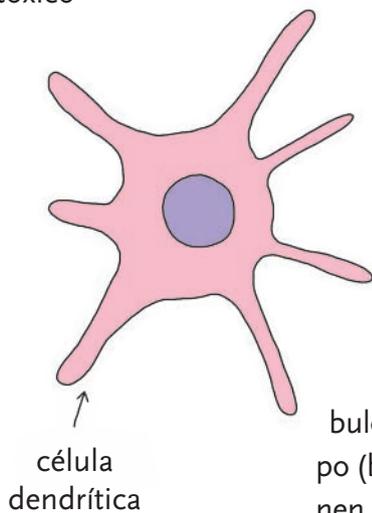


Las células inmunitarias son tan pequeñas que necesitas un microscopio para poder verlas.

Los linfocitos son otro tipo de glóbulos blancos, y son los miembros más pequeños de la familia. Pueden medir menos de una centésima de milímetro o 10 micras. Si los miraras al microscopio, todos te parecerían iguales. Pero si investigases un poco más, encontrarías que hay diferentes tipos, cada uno con una función especializada.



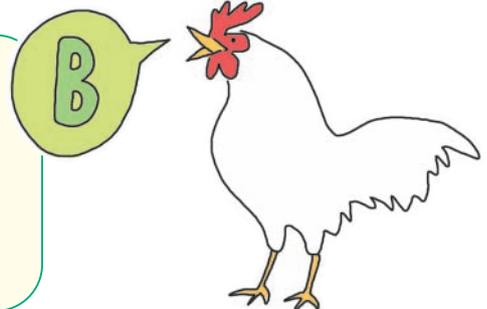
Uno de los tipos de linfocitos que descubrirías es el linfocito B o célula B. Los linfocitos B producen unas sustancias especiales llamadas **anticuerpos** que se unen al patógeno y ayudan al sistema inmunitario a destruirlo. También verías a otros linfocitos: los linfocitos T colaboradores y los linfocitos T citotóxicos. Los linfocitos T colaboradores ayudan a los linfocitos B a producir anticuerpos y aumentan la capacidad de los macrófagos para atacar a los patógenos. Los linfocitos T citotóxicos son los linfocitos más feroces de la familia de los glóbulos blancos. Eliminan las células que han sido infectadas por los virus.



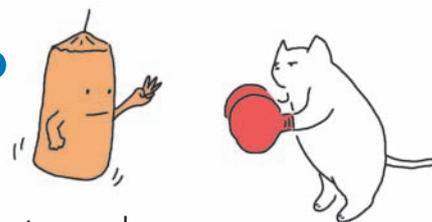
Las células dendríticas son otro tipo importante de glóbulos blancos. Estas células se llaman así porque su forma recuerda a las ramas de un árbol (*dendron* es «árbol» en griego). Cuando los microbios entran en el cuerpo, son las células dendríticas las que informan a los linfocitos T colaboradores de qué tipo de patógeno ha entrado y cuál es la mejor estrategia para eliminarlo.

Hasta ahora hemos aprendido que los diferentes tipos de glóbulos blancos se encuentran concentrados en distintas zonas del cuerpo (bazo y ganglios linfáticos). También sabemos que aunque todos tienen funciones diferentes, trabajan juntos para proteger el cuerpo.

En los humanos, la letra B de linfocito B proviene de la palabra médula ósea, en inglés *bone marrow*, que es el lugar donde se producen estas células. También hace referencia a la bolsa de Fabricio, donde se generan estas células en las aves. La letra T de linfocito T proviene de la palabra timo, que es el órgano donde se desarrollan estas células.



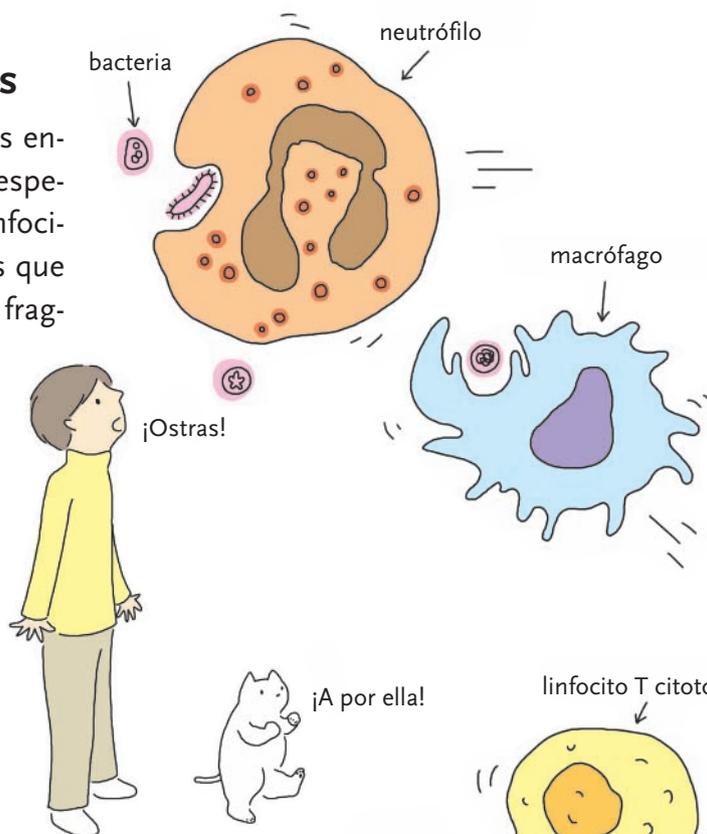
Tres maneras de destruir un patógeno



Ahora analizaremos un poco más cómo los glóbulos blancos protegen al cuerpo de los patógenos.

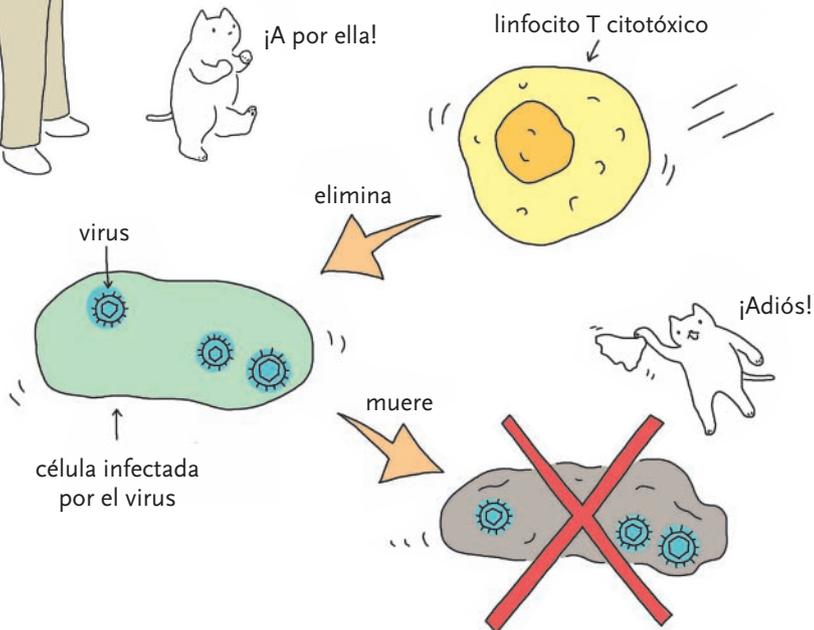
1 Tragándoselos enteros

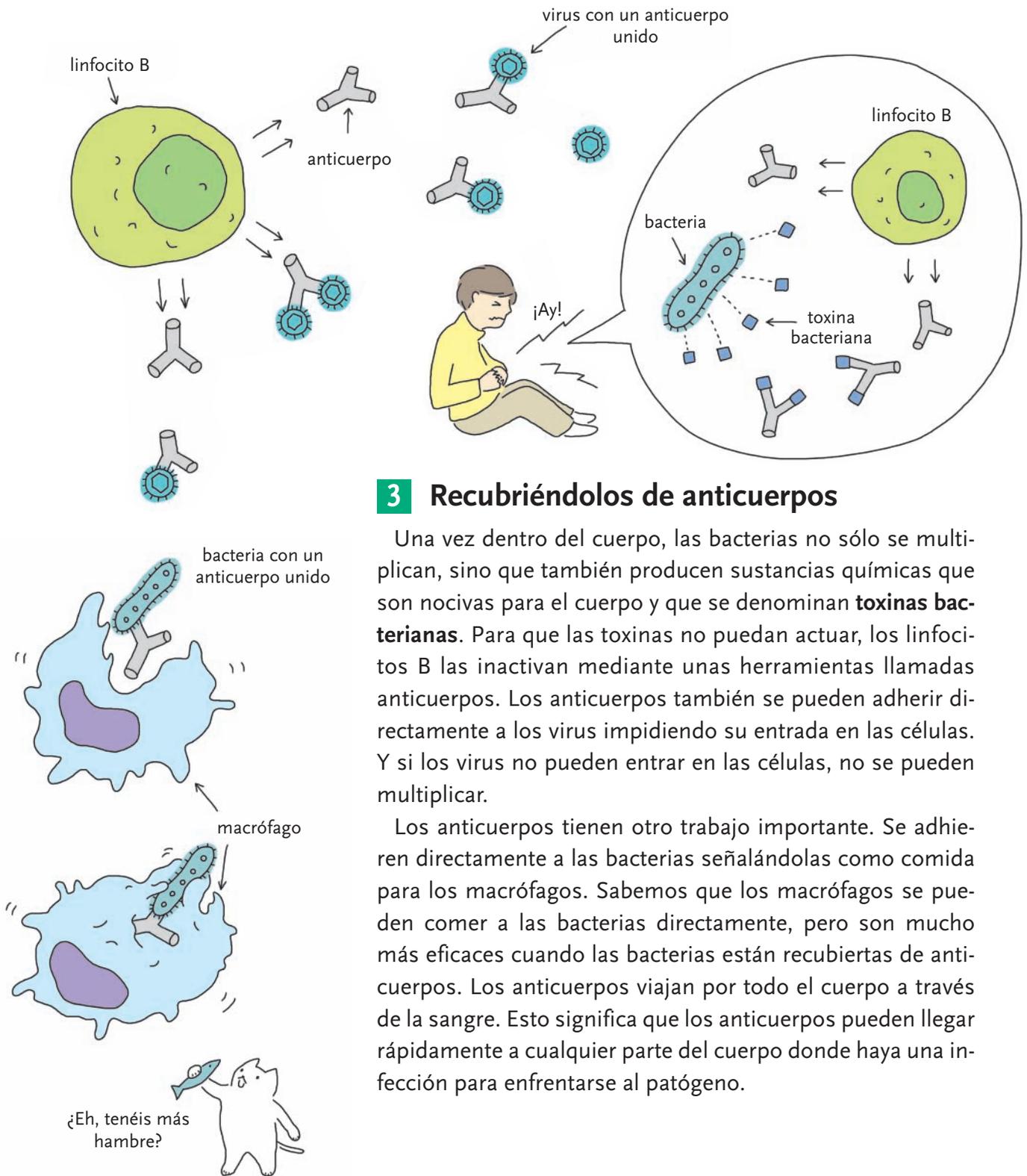
Los neutrófilos y los macrófagos engullen a los patógenos enteros, especialmente a las bacterias. Estos linfocitos también matan a las bacterias que se han tragado rompiéndolas en fragmentos pequeños.



2 Matando a las células infectadas

Las células que han sido infectadas por un virus son un peligro para el cuerpo y se deben eliminar rápidamente. Aquí es donde los linfocitos T citotóxicos entran en juego. Los linfocitos T citotóxicos encuentran a las células infectadas y las eliminan, deteniendo así la diseminación de los virus que se multiplican muy deprisa dentro de estas células.





3 Recubriéndolos de anticuerpos

Una vez dentro del cuerpo, las bacterias no sólo se multiplican, sino que también producen sustancias químicas que son nocivas para el cuerpo y que se denominan **toxinas bacterianas**. Para que las toxinas no puedan actuar, los linfocitos B las inactivan mediante unas herramientas llamadas anticuerpos. Los anticuerpos también se pueden adherir directamente a los virus impidiendo su entrada en las células. Y si los virus no pueden entrar en las células, no se pueden multiplicar.

Los anticuerpos tienen otro trabajo importante. Se adhieren directamente a las bacterias señalándolas como comida para los macrófagos. Sabemos que los macrófagos se pueden comer a las bacterias directamente, pero son mucho más eficaces cuando las bacterias están recubiertas de anticuerpos. Los anticuerpos viajan por todo el cuerpo a través de la sangre. Esto significa que los anticuerpos pueden llegar rápidamente a cualquier parte del cuerpo donde haya una infección para enfrentarse al patógeno.

2. Cómo funciona el sistema inmunitario

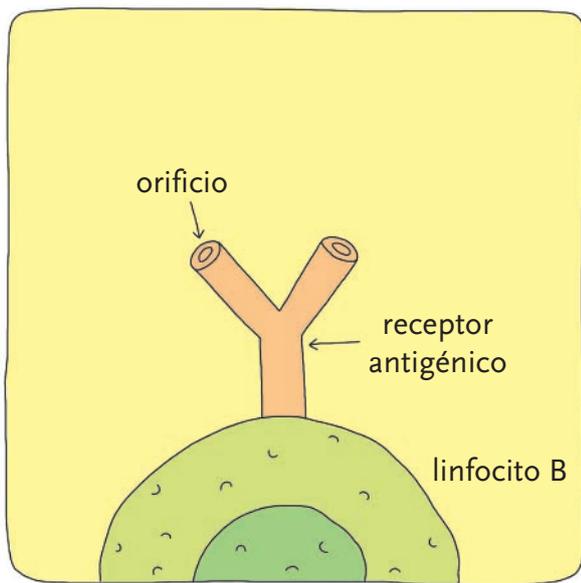
Cómo diferencia el sistema inmunitario a los diversos patógenos

El sistema inmunitario puede identificar al patógeno que ha infectado el cuerpo y decidir cuáles son las mejores herramientas para contraatacarlo. Antes hemos aprendido que gracias a la memoria inmunitaria, la gente que ha pasado las paperas no puede volver a pasarlas. Pero este hecho no impediría que sufrieran otra enfermedad, como el sarampión. Las células del sistema inmunitario pueden distinguir entre el virus de las paperas y el virus del sarampión porque los memorizan como dos cosas completamente diferentes.

Esta propiedad del sistema inmunitario se conoce con un nombre complicado: **especificidad antigénica**.

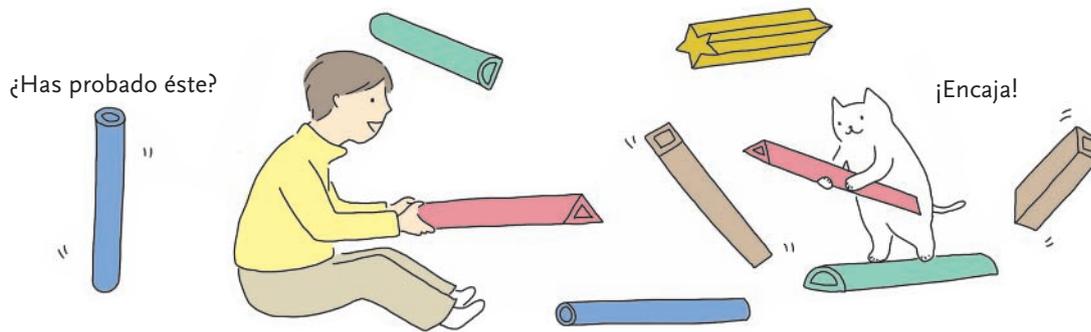
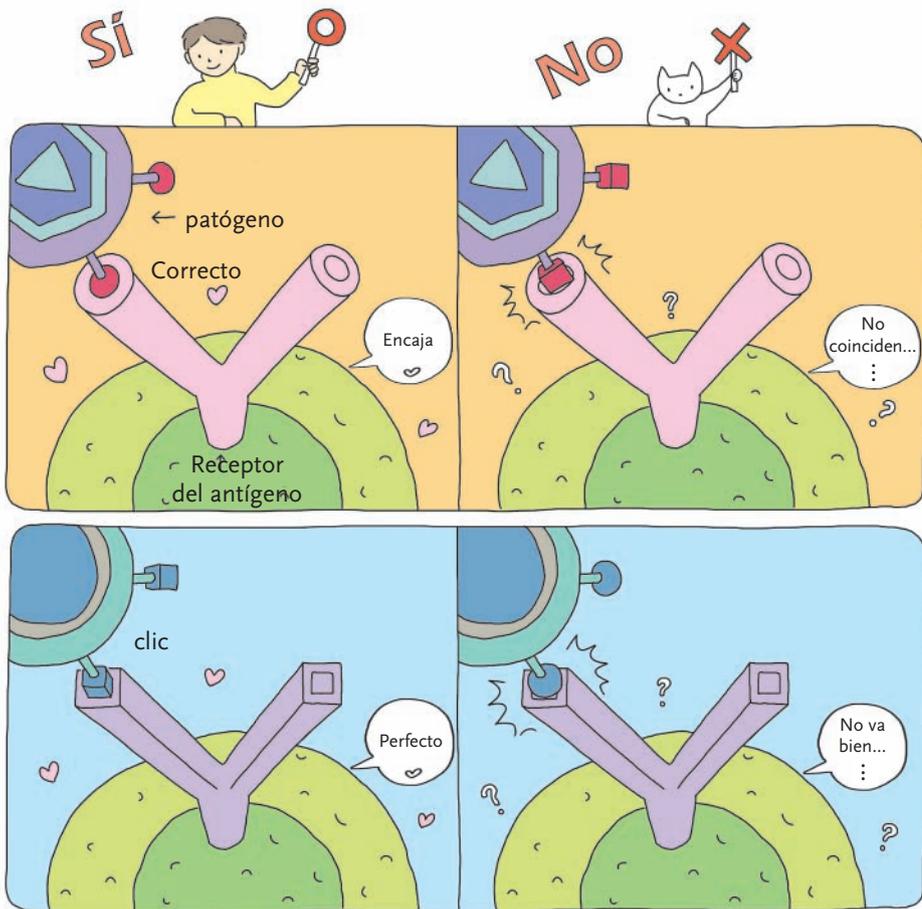


Pero ¿cómo hace exactamente el sistema inmunitario para identificar a los diferentes patógenos?

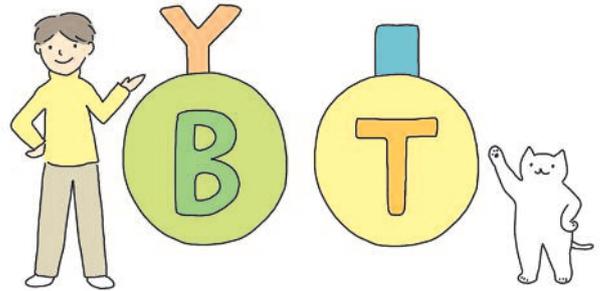


La tarea de distinguir a los distintos patógenos es propia de los linfocitos. Tanto los linfocitos T como los linfocitos B tienen unas herramientas especiales que recubren la superficie de la célula y que les permiten distinguir a los patógenos. Estas herramientas se llaman **receptores antigénicos** y parecen unos bastones minúsculos con unos pequeños orificios en los extremos.

Algunos de estos orificios tienen la forma exacta para encajar con el virus del sarampión, mientras que otras están hechas para encajar con el virus de las paperas o con algún otro patógeno. El sistema inmunitario sabrá si un patógeno ha entrado previamente en el cuerpo, y lo identificará en función de si encaja en los receptores antigénicos de alguna de sus células.



Tanto los linfocitos T como los B tienen receptores antigénicos que reconocen a los diferentes patógenos, pero sus formas y funciones son algo diferentes. Los receptores antigénicos de los linfocitos B se parecen a la letra Y y tienen un orificio al final de cada brazo.

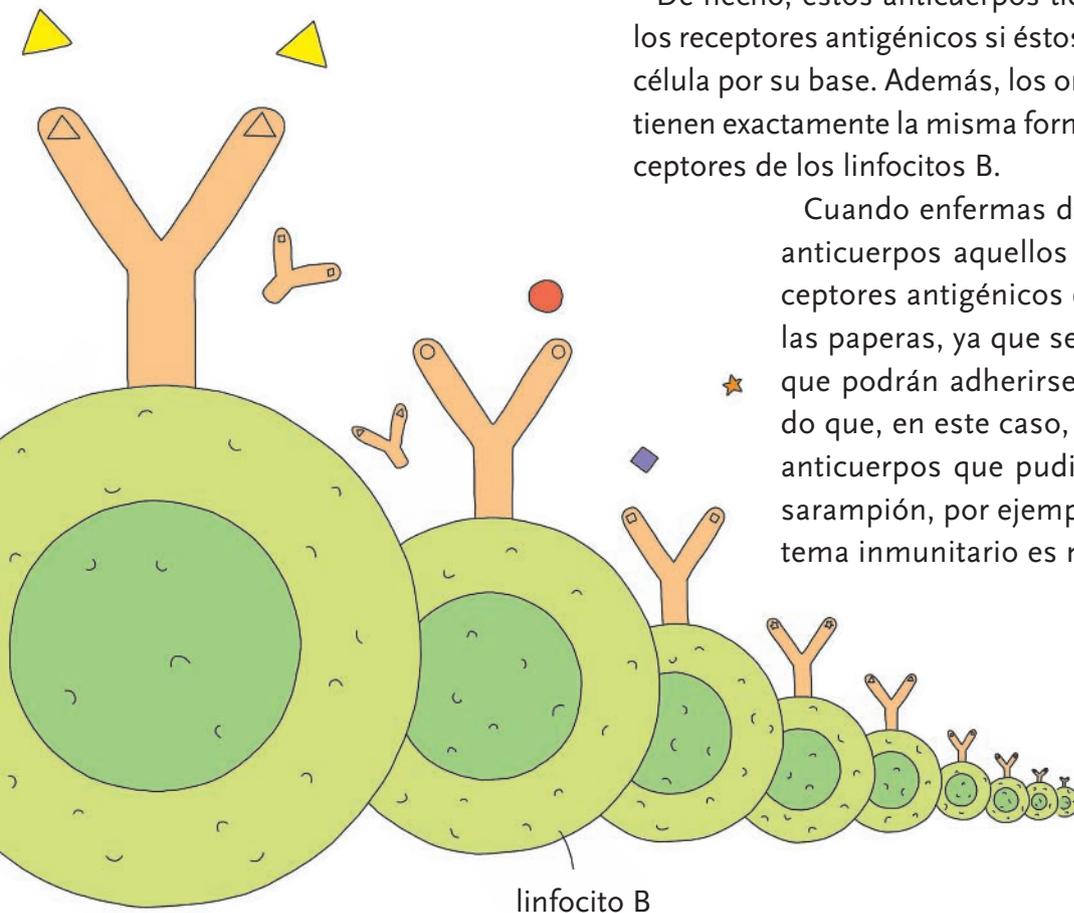


En cambio, los receptores de los linfocitos T parecen bastones y sólo tienen un orificio en su extremo.

Antes hemos explicado que los linfocitos B eliminan a los patógenos mediante la producción de los anticuerpos que los recubren.

De hecho, estos anticuerpos tienen el mismo aspecto que los receptores antigénicos si éstos se hubieran separado de la célula por su base. Además, los orificios de estos anticuerpos tienen exactamente la misma forma que los orificios de los receptores de los linfocitos B.

★ Cuando enfermas de paperas, sólo producirán anticuerpos aquellos linfocitos B que tienen receptores antigénicos específicos para el virus de las paperas, ya que serán los únicos anticuerpos que podrán adherirse al virus. No tendría sentido que, en este caso, los linfocitos B produjeran anticuerpos que pudieran adherirse al virus del sarampión, por ejemplo. O sea que ya ves, el sistema inmunitario es muy inteligente.



Al contrario que los anticuerpos, los receptores del antígeno de los linfocitos T no pueden adherirse a los patógenos sin ayuda.

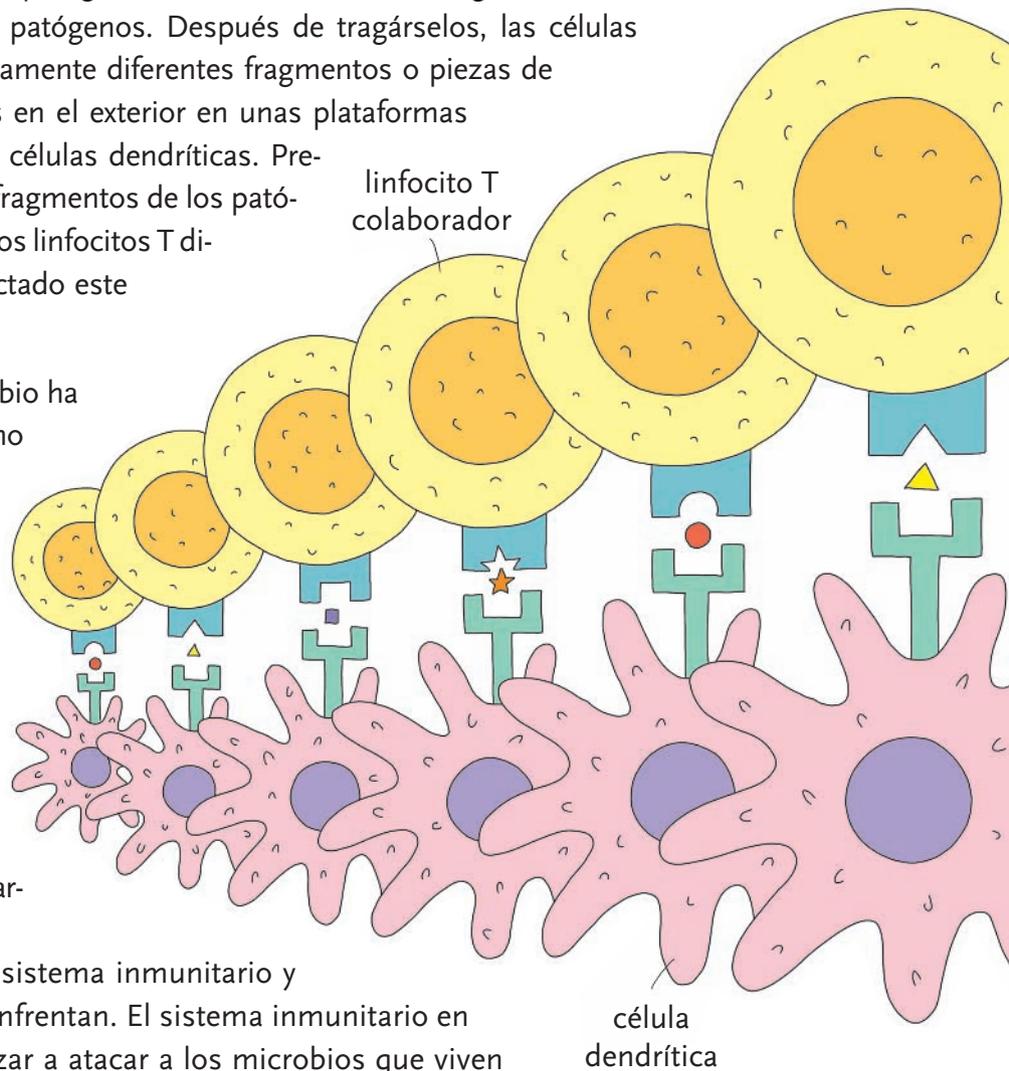
Es aquí donde las células dendríticas, que te hemos presentado anteriormente, tienen un papel importante. Las células dendríticas limpian el cuerpo de patógenos mediante dos mecanismos diferentes. Se tragan a los patógenos directamente o bien engullen otras células que han sido infectadas por los patógenos. Después de tragárselos, las células dendríticas seleccionan cuidadosamente diferentes fragmentos o piezas de estos patógenos para exponerlos en el exterior en unas plataformas que recubren la superficie de las células dendríticas. Presentándolos de esta manera, los fragmentos de los patógenos actúan como señales para los linfocitos T diciendo, «¡Eh, mirad! Nos ha infectado este microbio».

Este acto de mostrar qué microbio ha causado la infección se conoce como **presentación antigénica**.

Como las piezas que forman los distintos virus, como el sarampión y las paperas, tienen formas diferentes, un linfocito T puede saber exactamente qué virus ha infectado al cuerpo.

Así, una vez las células dendríticas han presentado un antígeno, los linfocitos T pueden identificarlo y hacer su trabajo.

Alertan a las otras células del sistema inmunitario y les explican a qué patógeno se enfrentan. El sistema inmunitario en este momento ya puede comenzar a atacar a los microbios que viven y se multiplican dentro de las células del cuerpo.



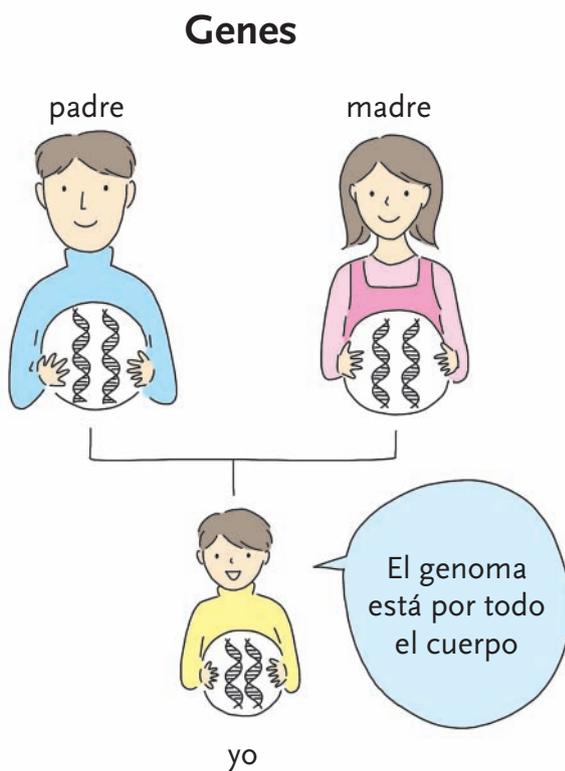
La plataforma que hemos descrito aquí se llama: complejo principal de histocompatibilidad, o MHC del inglés *Major histocompatibility complex*. Recibieron este nombre porque son responsables de cómo se acepta o se rechaza un órgano o tejido trasplantado. *Histo* significa «tejido» en latín. Conocer más sobre el funcionamiento del MHC es vital para avanzar en la medicina de los trasplantes o en los tratamientos con células madre en las enfermedades degenerativas.

Cómo reconoce el sistema inmunitario a los diferentes microbios

Hemos aprendido que cada linfocito tiene un único tipo de receptor antigénico. Por tanto, cuando enfermamos con paperas, sólo los linfocitos con receptores antigénicos específicos para el virus de las paperas lo detectarán. Las células preparadas para detectar otros microbios lo ignorarán. Pero a nuestro alrededor hay millones y millones de microbios diferentes. Evidentemente, el cuerpo necesita tener una cantidad enorme de linfocitos diferentes para protegerse.



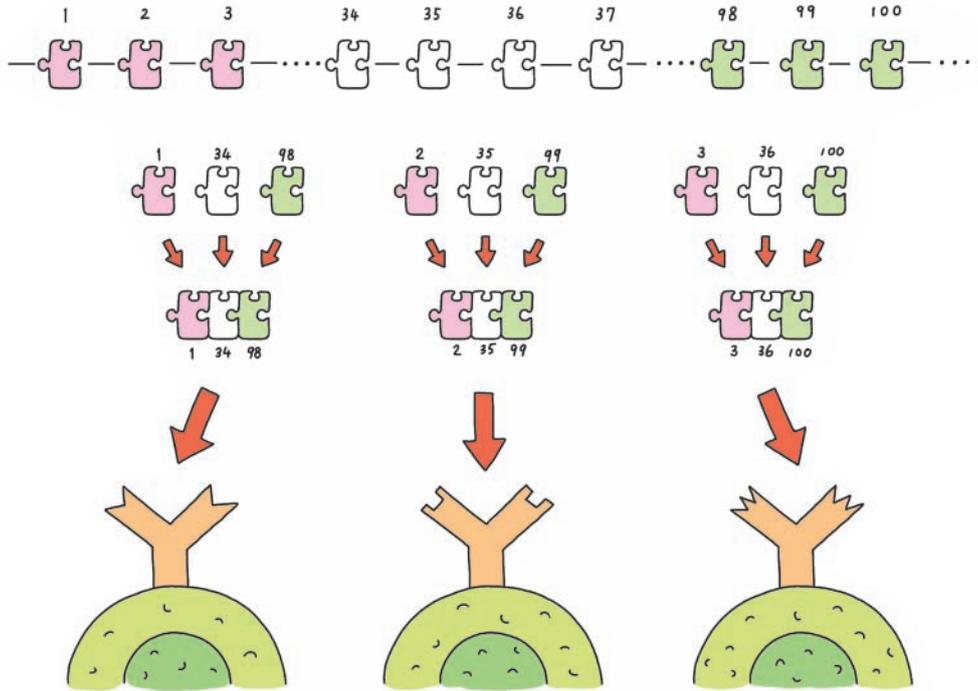
Por suerte, los tiene. Si miraras cuántos receptores antigénicos tienen los humanos, encontrarías que hay: ¡más de 10 mil millones diferentes! Es decir: 10.000.000.000. Con tantos receptores diferentes, habrá al menos un linfocito en el cuerpo que pueda reconocer al patógeno que entre. Y con todos estos linfocitos trabajando conjuntamente, el sistema inmunitario puede proteger al cuerpo de una variedad enorme de patógenos.



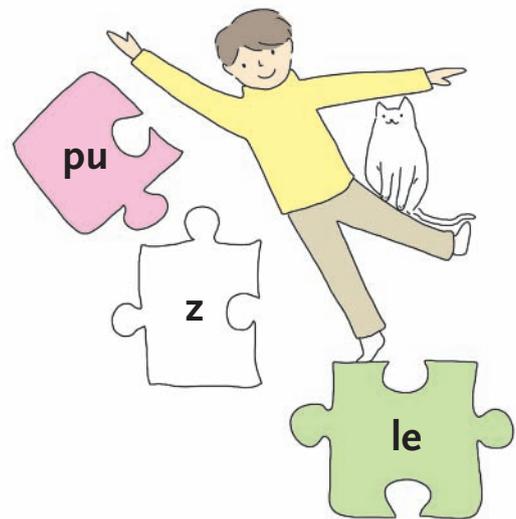
¿Y cómo hace el cuerpo para fabricar tantos tipos de receptores antigénicos diferentes?

Nuestros padres nos pasan entre 30.000 y 40.000 genes, y todos estos genes juntos forman el **genoma**. Dentro del genoma están los genes para crear las diferentes partes de nuestro cuerpo como los músculos, los huesos y los órganos. También están los genes para hacer los receptores antigénicos.

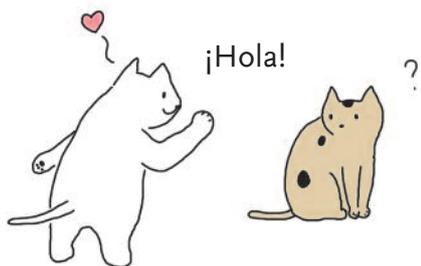
Normalmente decimos que un gen hace una parte del cuerpo, pero no es así con los receptores antigénicos. Los genes que los forman están separados en diferentes segmentos, como las piezas de un puzle. Y es sólo dentro de los linfocitos donde estas piezas se pueden combinar de diferentes maneras para producir todos los receptores del antígeno.



De los cientos de piezas de puzle disponibles, cada linfocito selecciona dos o tres y las combina. El linfocito puede combinar estas piezas de muchas maneras diferentes, y como a menudo las piezas se ligan de forma inexacta, se pueden producir un número extraordinario de receptores antigénicos diferentes.



Cómo recuerda el sistema inmunitario a los patógenos que se ha encontrado previamente

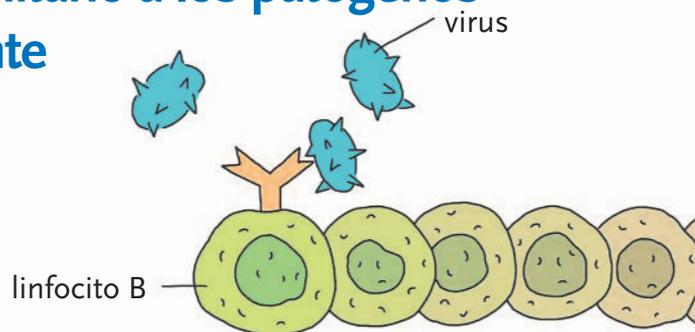


Los linfocitos pueden recordar a los patógenos con los que ya se han encontrado alguna vez.

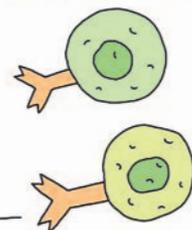
La primera vez que un linfocito B se encuentra con un patógeno tarda más de una semana en producir anticuerpos contra este patógeno. Durante este tiempo el linfocito B se transforma en una célula capaz de producir grandes cantidades de anticuerpos. Sin embargo, no todos los linfocitos B se convierten en **células productoras de anticuerpos**. Algunos linfocitos B tienen la función de recordar al nuevo patógeno. A estos linfocitos B se les conoce como **linfocitos B de memoria**.

Cuando un linfocito B de memoria se encuentra de nuevo con el patógeno al que debía recordar, comienza a trabajar inmediatamente y produce cantidades enormes de anticuerpos en pocos días.

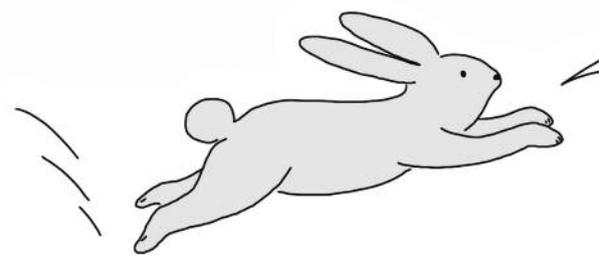
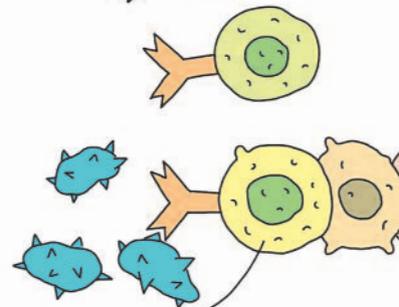
Los linfocitos de memoria, además de producir anticuerpos más rápido, también hacen anticuerpos de mejor calidad que los linfocitos B que se encuentran con el patógeno por primera vez. Estos «superanticuerpos» pueden unirse de forma más eficiente a su antígeno, es decir, podrán inactivar a las toxinas bacterianas con más fuerza y también serán mejores para señalar bacterias, para que los macrófagos las encuentren y se las coman.

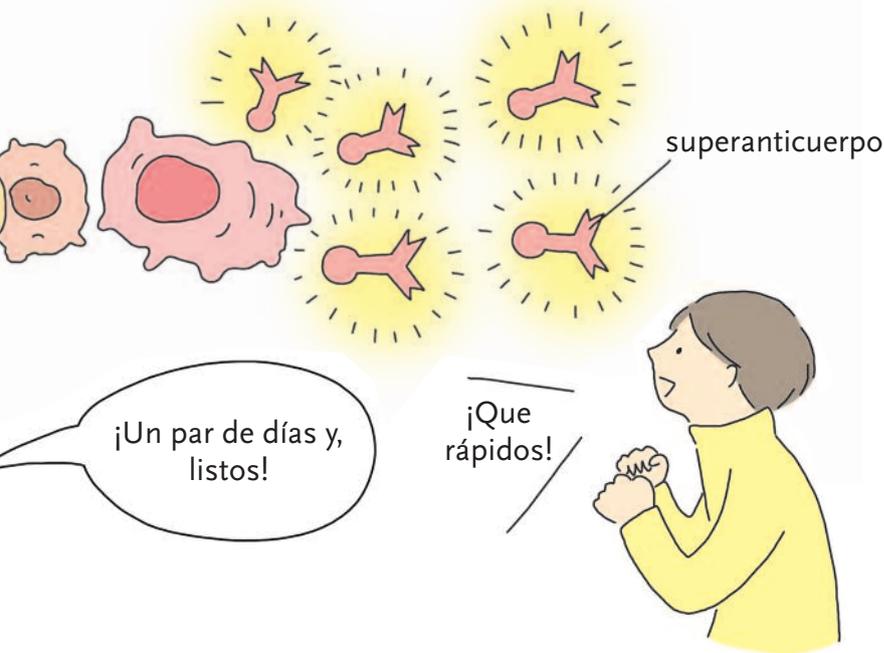
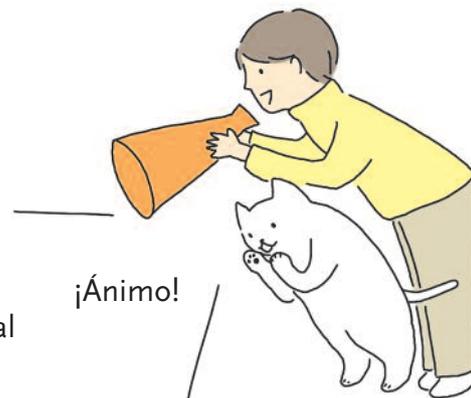
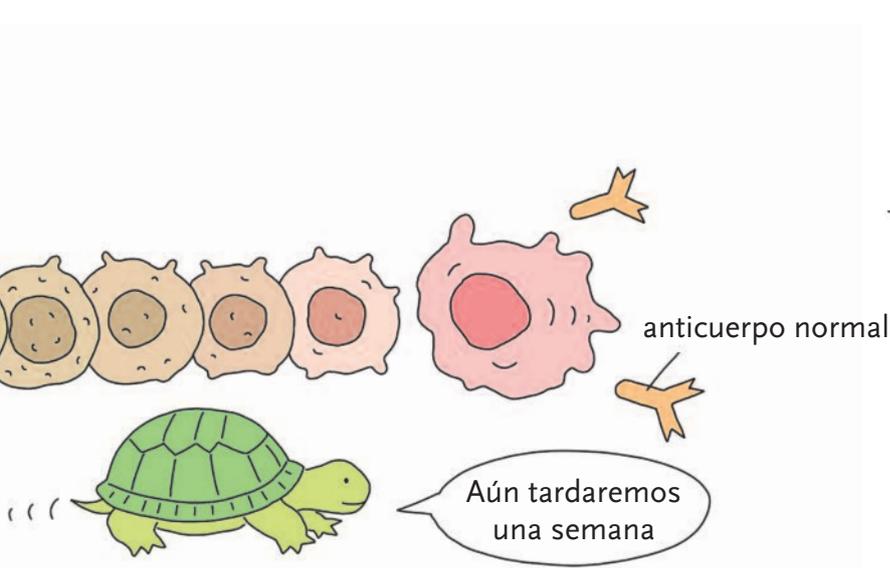


1^a vez



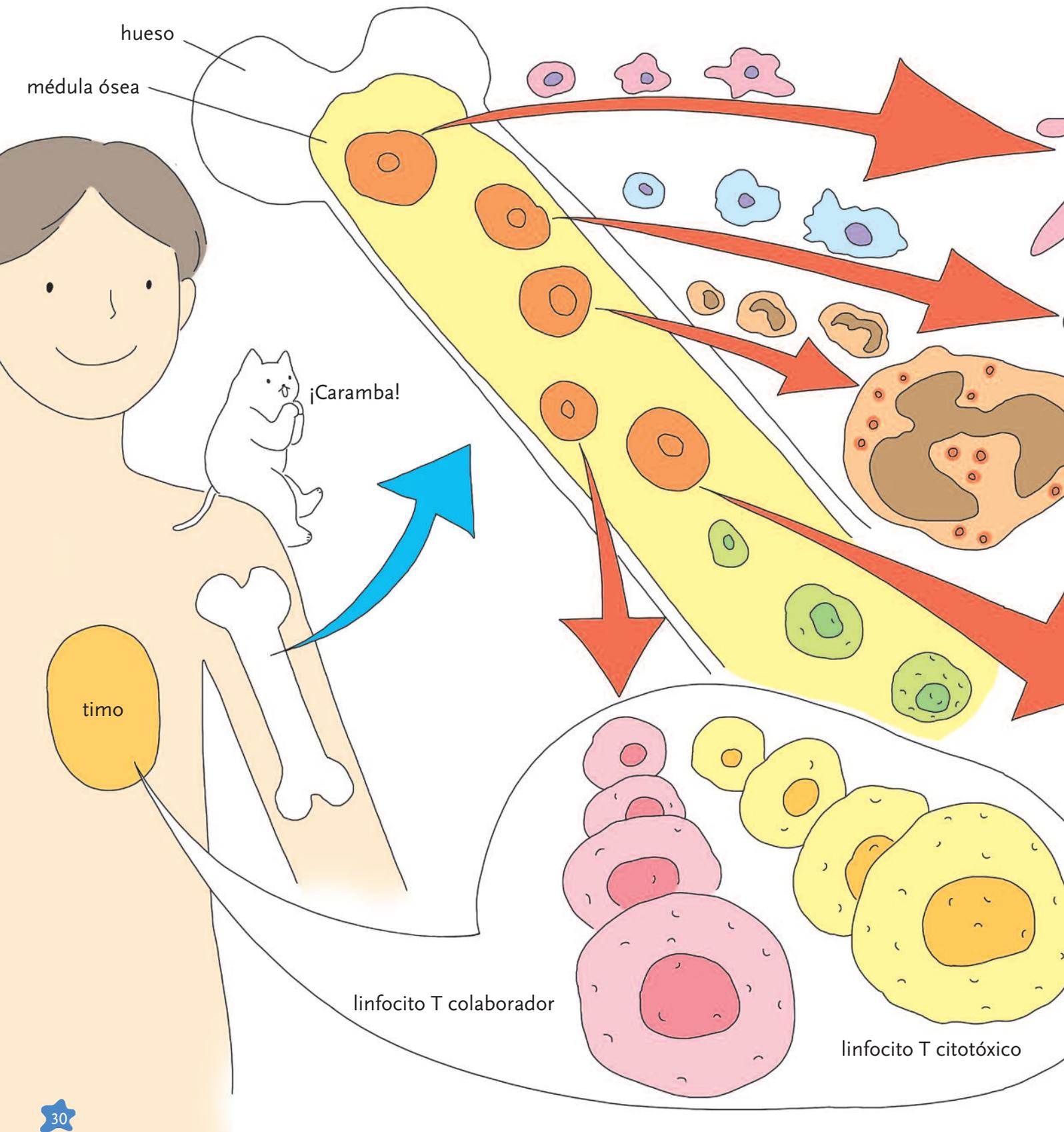
2^a vez





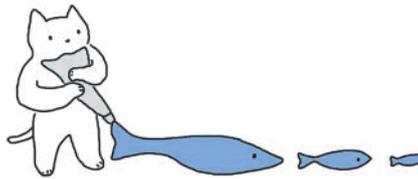
Los linfocitos T también tienen memoria. Los linfocitos T colaboradores y los linfocitos T citotóxicos normalmente viajan por el cuerpo vigilándolo. Cuando se encuentran con un patógeno, los linfocitos T con receptores antigénicos que reconocen al antígeno empiezan a dividirse rápidamente y se preparan para entrar en acción. Este proceso tarda una semana. Durante este tiempo, algunos de los linfocitos T colaboradores se transforman en linfocitos T de memoria. Y si se encuentran otra vez con el mismo patógeno, ya están preparados para comenzar a actuar inmediatamente.

De esta manera la gente que se recupera de las paperas tiene una gran cantidad de linfocitos T y B de memoria que sólo reconocen a este virus. De una forma similar, las personas que se han recuperado de cualquier otra infección tendrán grandes cantidades de sólo aquellos linfocitos T y B de memoria que identifican a los patógenos específicos con los que han estado en contacto.



3. ¿Dónde se producen las células del sistema inmunitario y dónde actúan

¿Dónde se producen las células inmunitarias?

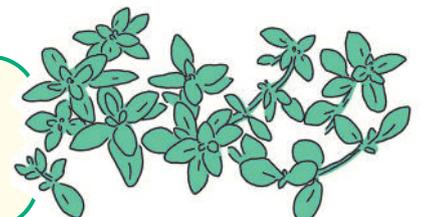


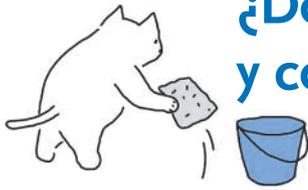
Todas las células inmunitarias son glóbulos blancos, y se producen en los huesos. Los huesos son muy duros, pero tienen un núcleo blando esponjoso llamado **médula ósea**. Los glóbulos sanguíneos se forman a partir de unas células muy especiales de la médula ósea que tienen un nombre complicadísimo: **células madre hematopoyéticas pluripotentes**. Una sola de estas células es capaz de producir un número ilimitado de cualquier clase de célula inmunitaria.

Como ocurre también con los glóbulos rojos y las plaquetas, la mayoría de las células inmunitarias, como los neutrófilos, los linfocitos B y los macrófagos, se producen en la médula ósea. Los linfocitos T son los únicos que son diferentes. Se desarrollan en un órgano especial, cercano al corazón, llamado **timo**. Las células madre hematopoyéticas pluripotentes que están destinadas a convertirse en linfocitos T se dirigen hacia este órgano para madurar.

A través de los vasos sanguíneos, las células inmunitarias que se acaban de producir pasan a la circulación sanguínea desde la médula ósea o el timo. De esta manera son capaces de emigrar a los ganglios linfáticos y al bazo, lugares donde ocurre la respuesta inmunitaria, para empezar su trabajo.

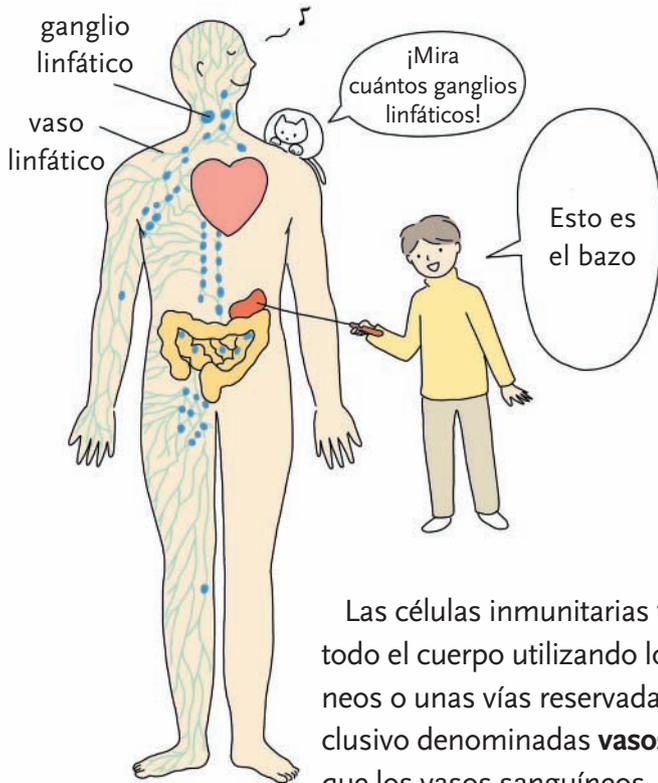
¿Por qué se llama así el timo? Algunos creen que es porque el timo de vaca (*thymus* en inglés), que a veces se cocina, huele como el tomillo (*thyme* en inglés).



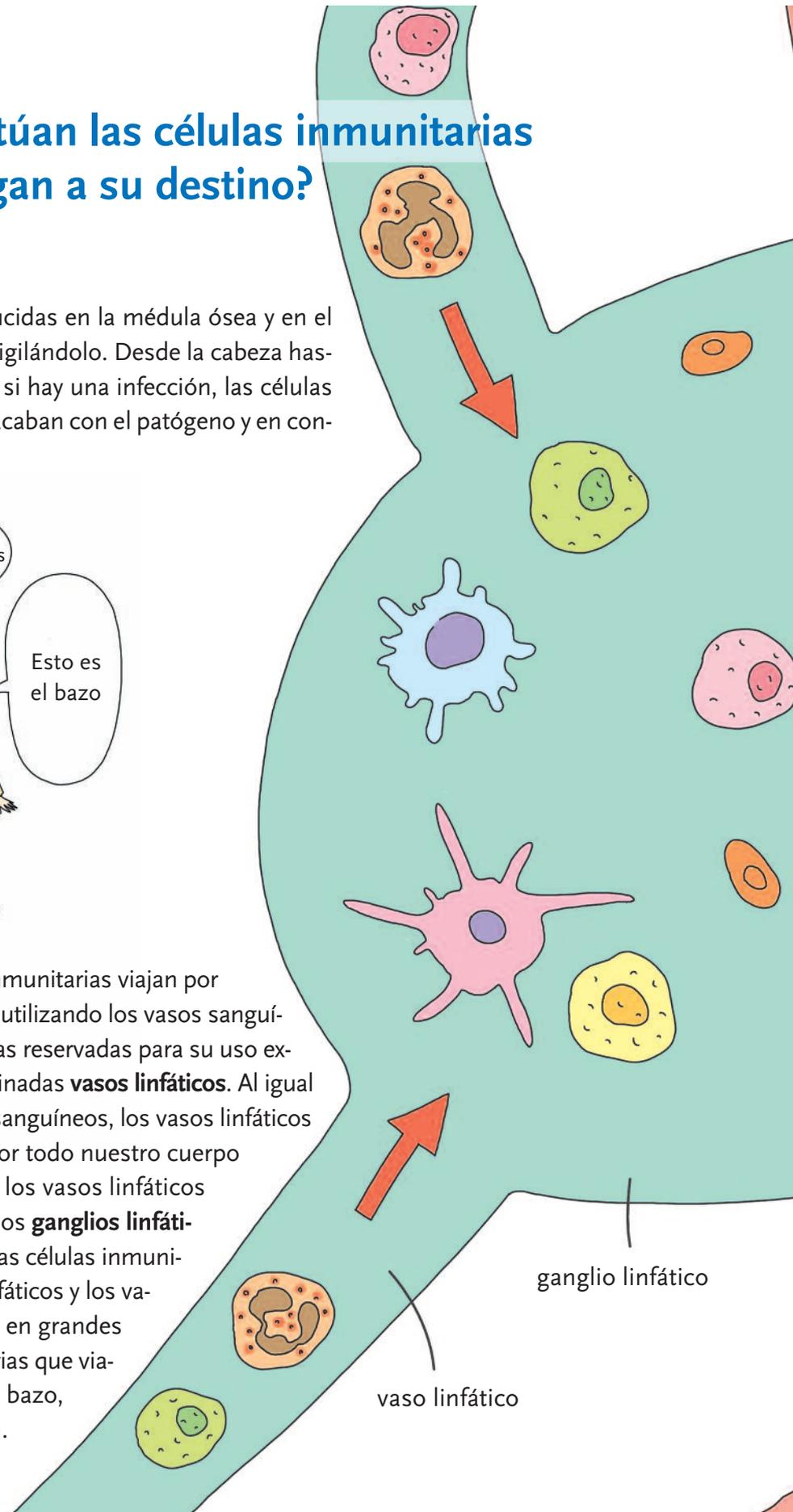


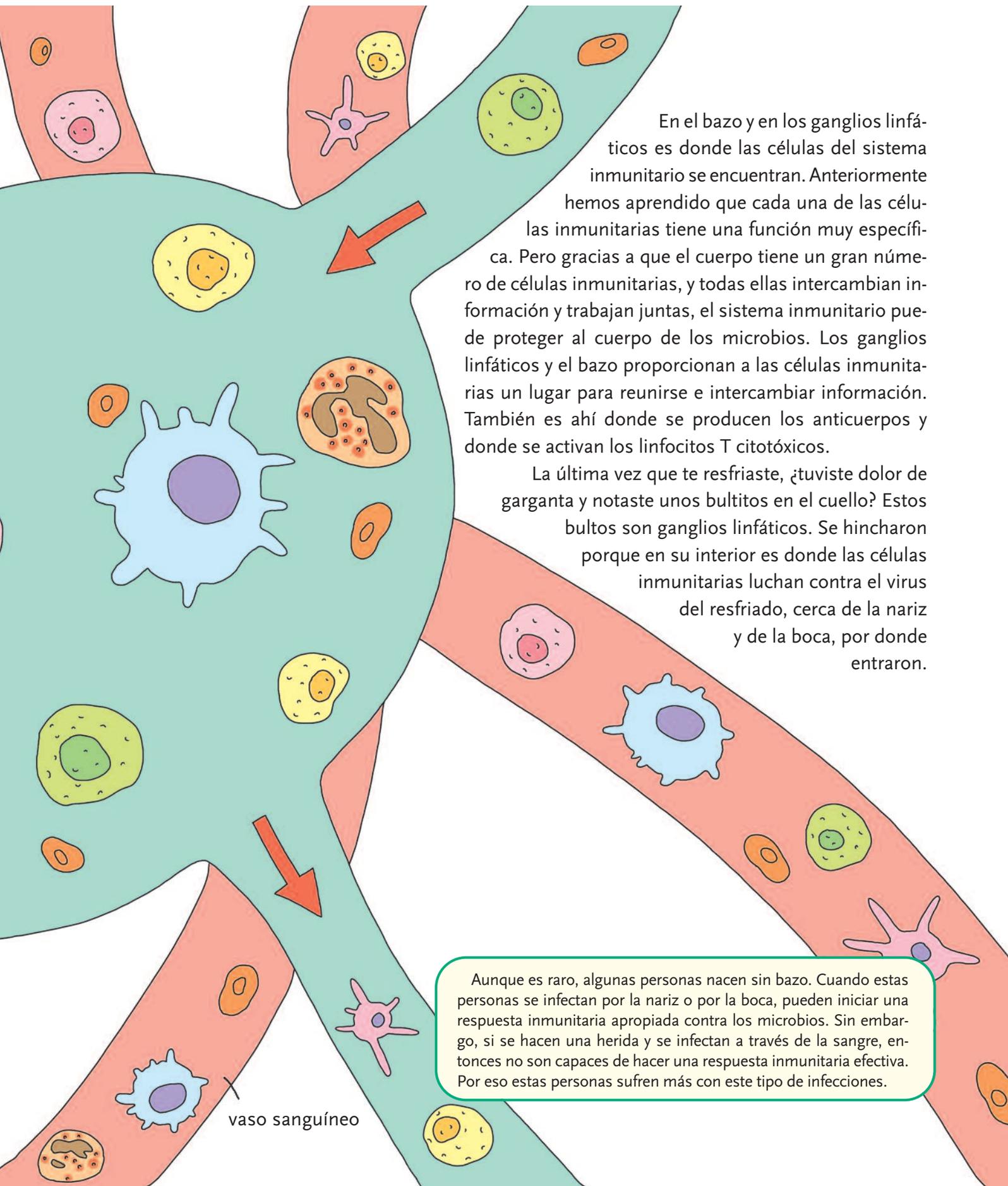
¿Dónde actúan las células inmunitarias y cómo llegan a su destino?

Las células inmunitarias producidas en la médula ósea y en el timo viajan por todo el cuerpo, vigilándolo. Desde la cabeza hasta la punta de los dedos del pie, si hay una infección, las células inmunitarias se dirigen al lugar, acaban con el patógeno y en consecuencia nos protegen.



Las células inmunitarias viajan por todo el cuerpo utilizando los vasos sanguíneos o unas vías reservadas para su uso exclusivo denominadas **vasos linfáticos**. Al igual que los vasos sanguíneos, los vasos linfáticos se extienden por todo nuestro cuerpo formando una red. A lo largo de los vasos linfáticos existen puntos de parada llamados **ganglios linfáticos**. En estos ganglios es donde las células inmunitarias que viajan por los vasos linfáticos y los vasos sanguíneos pueden reunirse en grandes cantidades. Las células inmunitarias que viajan por la sangre se reúnen en el bazo, que se encuentra en el abdomen.





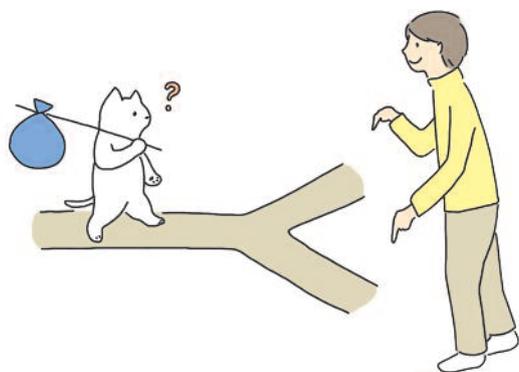
En el bazo y en los ganglios linfáticos es donde las células del sistema inmunitario se encuentran. Anteriormente hemos aprendido que cada una de las células inmunitarias tiene una función muy específica. Pero gracias a que el cuerpo tiene un gran número de células inmunitarias, y todas ellas intercambian información y trabajan juntas, el sistema inmunitario puede proteger al cuerpo de los microbios. Los ganglios linfáticos y el bazo proporcionan a las células inmunitarias un lugar para reunirse e intercambiar información. También es ahí donde se producen los anticuerpos y donde se activan los linfocitos T citotóxicos.

La última vez que te resfriaste, ¿tuviste dolor de garganta y notaste unos bultitos en el cuello? Estos bultos son ganglios linfáticos. Se hincharon porque en su interior es donde las células inmunitarias luchan contra el virus del resfriado, cerca de la nariz y de la boca, por donde entraron.

Aunque es raro, algunas personas nacen sin bazo. Cuando estas personas se infectan por la nariz o por la boca, pueden iniciar una respuesta inmunitaria apropiada contra los microbios. Sin embargo, si se hacen una herida y se infectan a través de la sangre, entonces no son capaces de hacer una respuesta inmunitaria efectiva. Por eso estas personas sufren más con este tipo de infecciones.

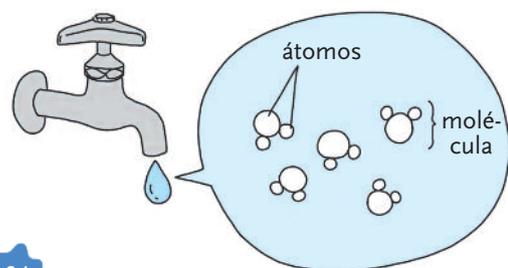
vaso sanguíneo

Hemos mencionado que las células inmunitarias utilizan la sangre y los vasos linfáticos para patrullar por el cuerpo. ¿Pero cómo encuentran el camino hacia los ganglios linfáticos? Y, cuando hay una infección, ¿cómo encuentran exactamente el lugar por donde los patógenos han invadido el cuerpo?

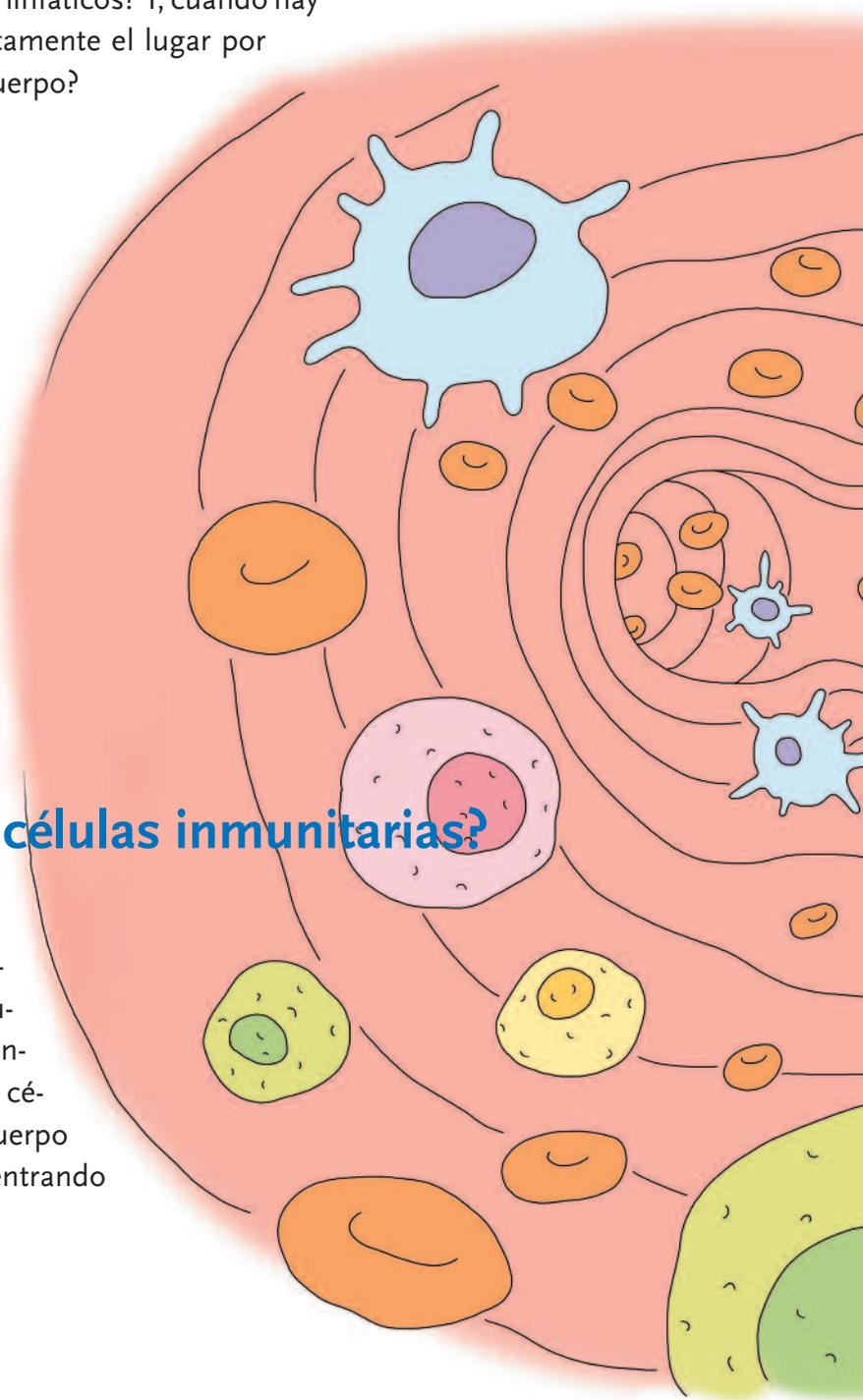


¿Cómo se orientan las células inmunitarias?

Las células del sistema inmunitario encuentran a los ganglios linfáticos porque los ganglios producen unas moléculas que funcionan como rótulos que anuncian «ésto es un ganglio linfático». Las células inmunitarias que circulan por el cuerpo reconocen estas señales y responden entrando en los ganglios.

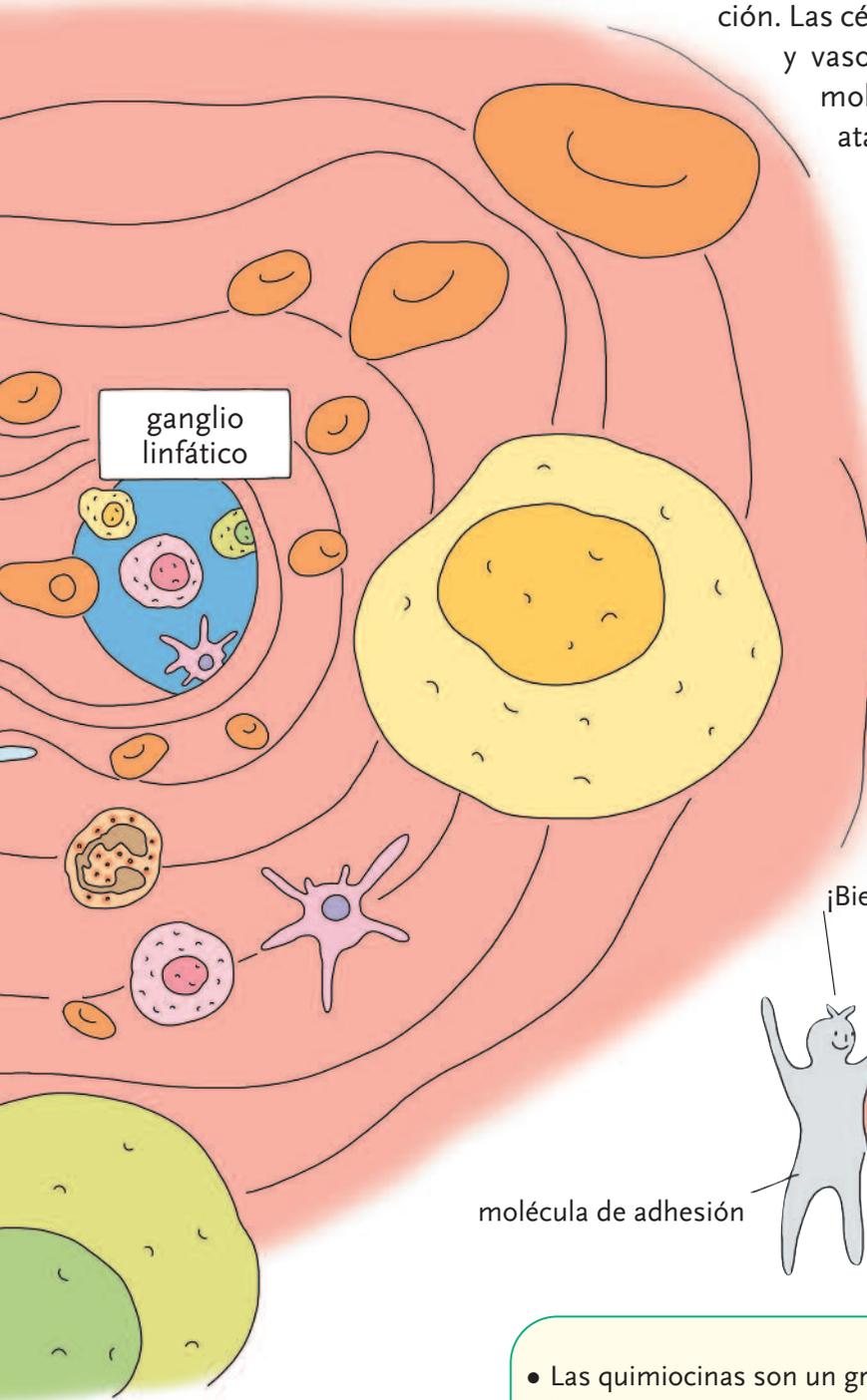


* Las moléculas son grupos de átomos. Son las unidades más pequeñas en que puedes dividir las sustancias y aún reconocer qué son a partir de sus características físicas y químicas.



Durante la infección, las células dendríticas no sólo informan a los linfocitos T sobre qué microbio ha entrado, sino que también liberan unas moléculas de señalización que alertan a su entorno de que se está produciendo una infección. Las células inmunitarias que pasan por la sangre y vasos linfáticos cercanos responden a estas moléculas migrando al lugar de la infección y atacando a los microbios.

Las moléculas de señalización localizadas en las superficies celulares se denominan moléculas de adhesión. Estas moléculas permiten que las células inmunitarias sepan exactamente dónde se encuentran. Las células liberan otras moléculas de señalización denominadas quimiotácticos, capaces de desplazarse a una cierta distancia para invitar a otras células inmunitarias que se encuentren durante su viaje. Es como una tienda que intenta llamar la atención poniendo un cartel bien grande (moléculas de adhesión) en la puerta y tiene gente (quimiotácticos) en la entrada que te invitan a entrar.



- Las quimiocinas son un grupo bien conocido de quimiotácticos.
- Las personas que no pueden producir moléculas de adhesión no pueden desarrollar una respuesta inmunitaria adecuada porque sus linfocitos tienen dificultades para entrar en los ganglios linfáticos.

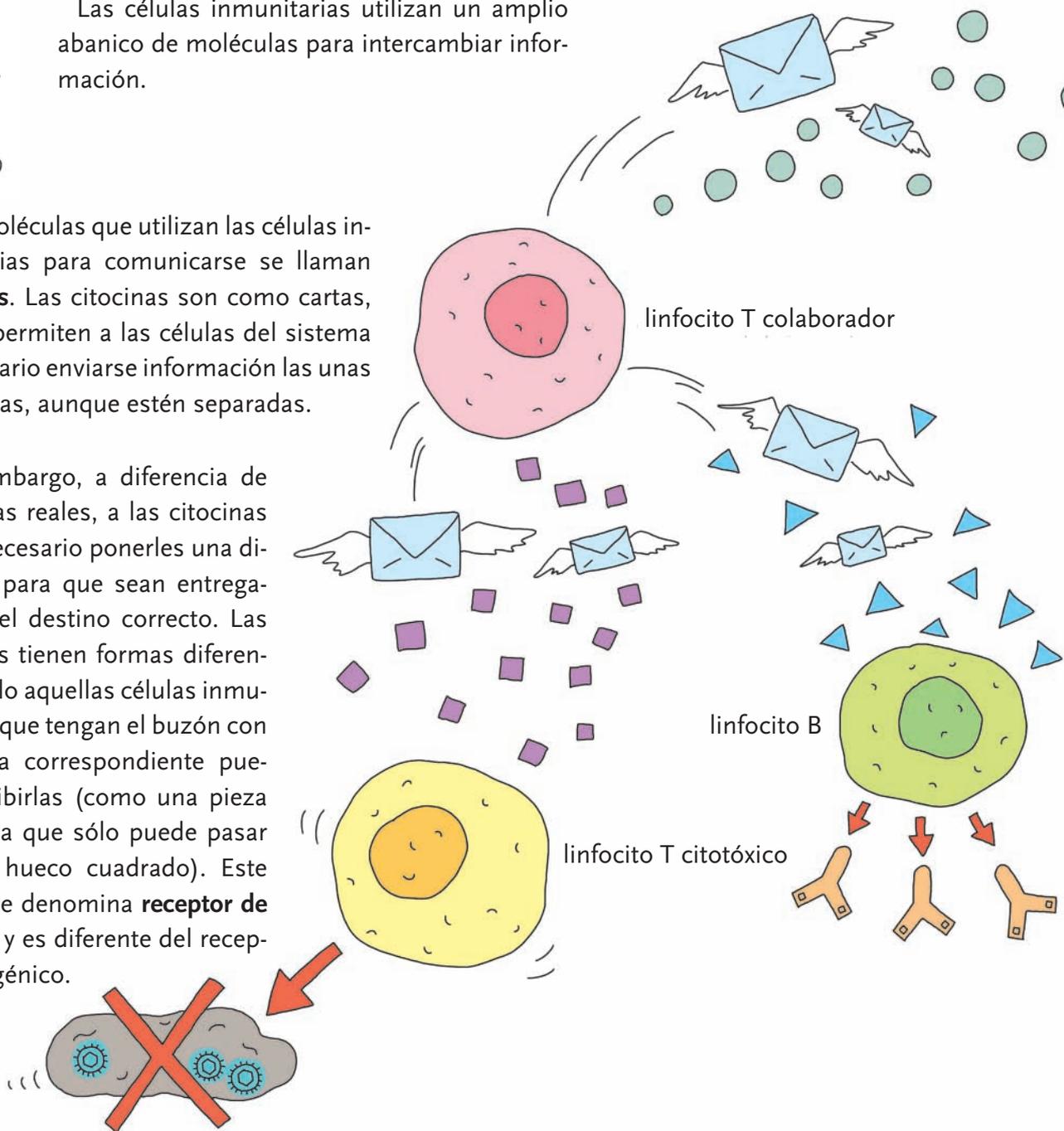
Cómo se ayudan entre sí las células inmunitarias



Las células inmunitarias utilizan un amplio abanico de moléculas para intercambiar información.

Las moléculas que utilizan las células inmunitarias para comunicarse se llaman **citocinas**. Las citocinas son como cartas, ya que permiten a las células del sistema inmunitario enviarse información las unas a las otras, aunque estén separadas.

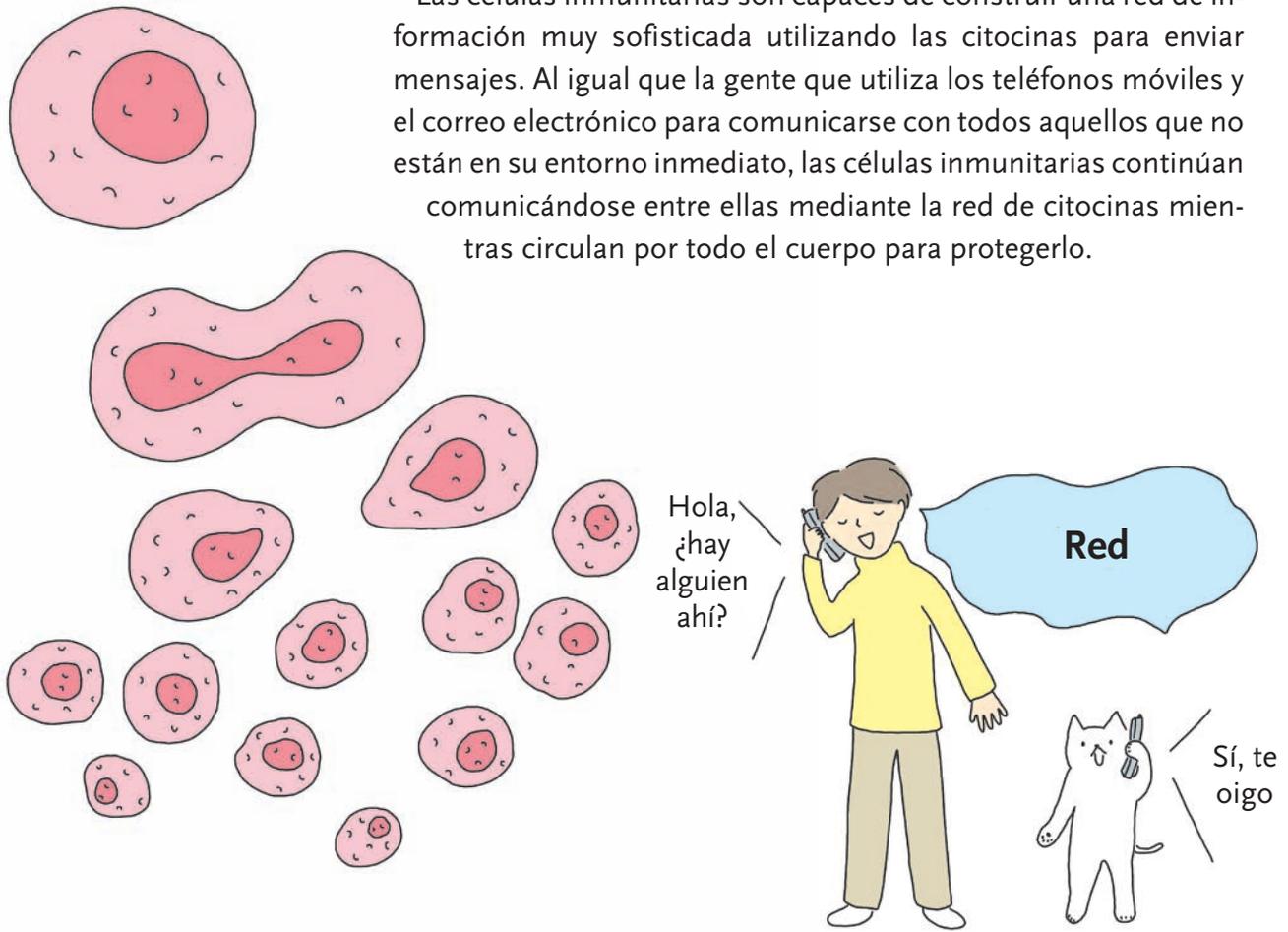
Sin embargo, a diferencia de las cartas reales, a las citocinas no es necesario ponerles una dirección para que sean entregadas en el destino correcto. Las citocinas tienen formas diferentes, y sólo aquellas células inmunitarias que tengan el buzón con la forma correspondiente pueden recibirlas (como una pieza cuadrada que sólo puede pasar por un hueco cuadrado). Este buzón se denomina **receptor de citocina** y es diferente del receptor antigénico.





Algunas citocinas envían órdenes a las células como «¡Despertaos!» o «¡Dividíos!». Mientras que otras citocinas dicen a las células que frenen y descansen o bien que se autodestruyan. Cuando las células leen un mensaje que les ordena algún tipo de actuación, unas responderán poniéndose a trabajar. Sin embargo, según la situación, otras responderán muriendo en el acto.

Las células inmunitarias son capaces de construir una red de información muy sofisticada utilizando las citocinas para enviar mensajes. Al igual que la gente que utiliza los teléfonos móviles y el correo electrónico para comunicarse con todos aquellos que no están en su entorno inmediato, las células inmunitarias continúan comunicándose entre ellas mediante la red de citocinas mientras circulan por todo el cuerpo para protegerlo.



Los investigadores han descubierto bastantes tipos diferentes de citocinas. Un tipo, el interferón, se hizo muy famoso cuando los médicos empezaron a utilizarlo para el tratamiento del cáncer y de la hepatitis C. El interferón ayuda a las células inmunitarias de nuestro cuerpo a comunicarse.

Cómo se autorregula el sistema inmunitario



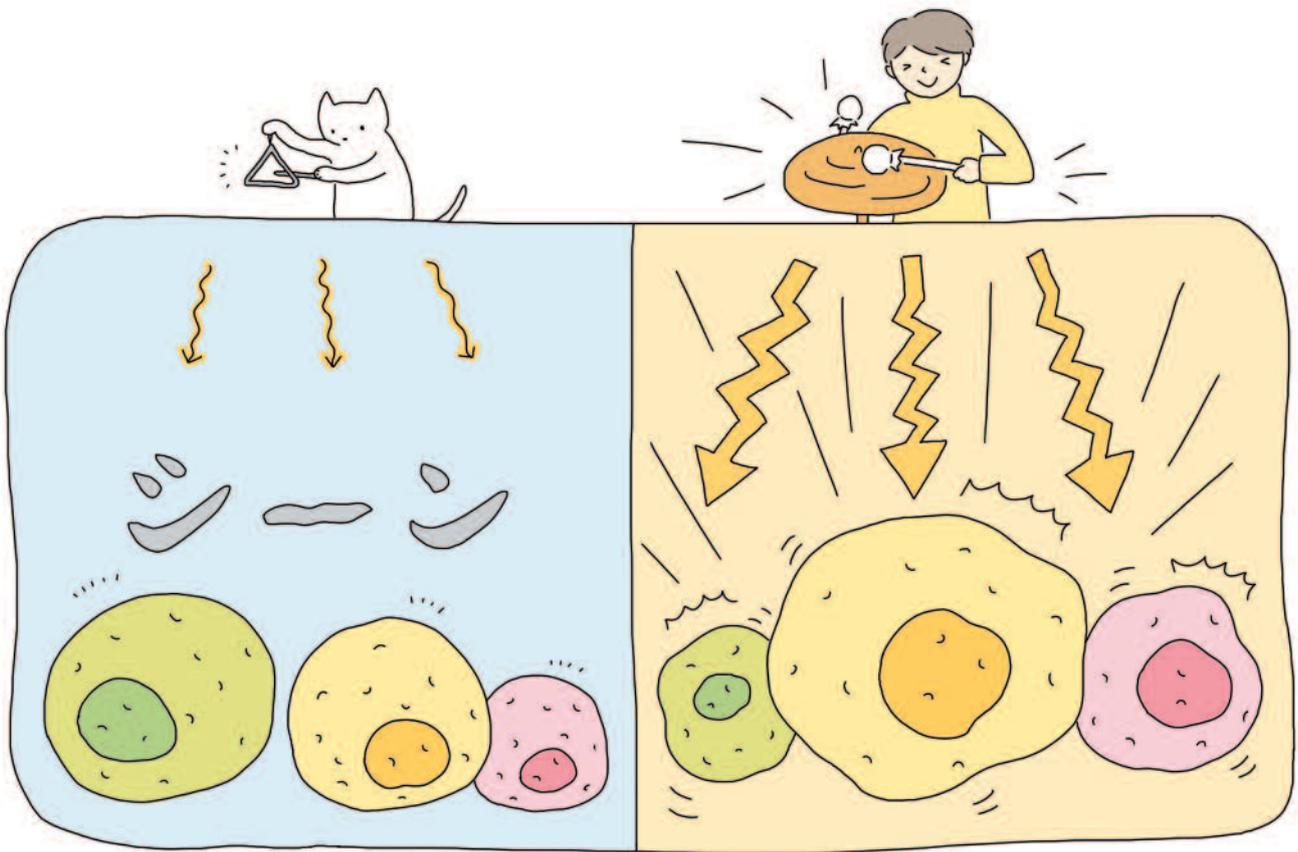
El ataque que las células inmunitarias realizan para liberar al organismo de los patógenos se llama **respuesta inmunitaria**.

Hasta ahora, seguramente te habrás dado cuenta de que tendrías un problema si tu sistema inmunitario no iniciara una respuesta cuando lo necesitara. De todos modos, sería igual de malo si respondiera ante cualquier cosa. Lo que necesitas es una respuesta inmunitaria que se inicie *cuando* y *como* sea necesaria. La fiebre que tienes cuando pasas un resfriado la causa la respuesta inmunitaria, pero piensa qué le pasaría a tu cuerpo si la fiebre no bajara aún después de eliminar el virus.

El sistema inmunitario tiene varias maneras de evitar el inicio una respuesta excesiva. Dispone de moléculas y células que tienen el papel de inhibir la respuesta inmunitaria. Una célula que está especializada en esta tarea es el **linfocito T regulador**.

El sistema inmunitario no sólo puede interrumpir una respuesta que ya está iniciada, sino que también puede impedir que se inicie una innecesaria. Los receptores antigénicos de los linfocitos son muy sensibles y pueden detectar señales muy débiles. De todos modos, cuando las células reciben una señal débil, se mantienen a la espera pero listas para actuar. Sólo cuando reciben una señal fuerte causada por una infección entran en acción.

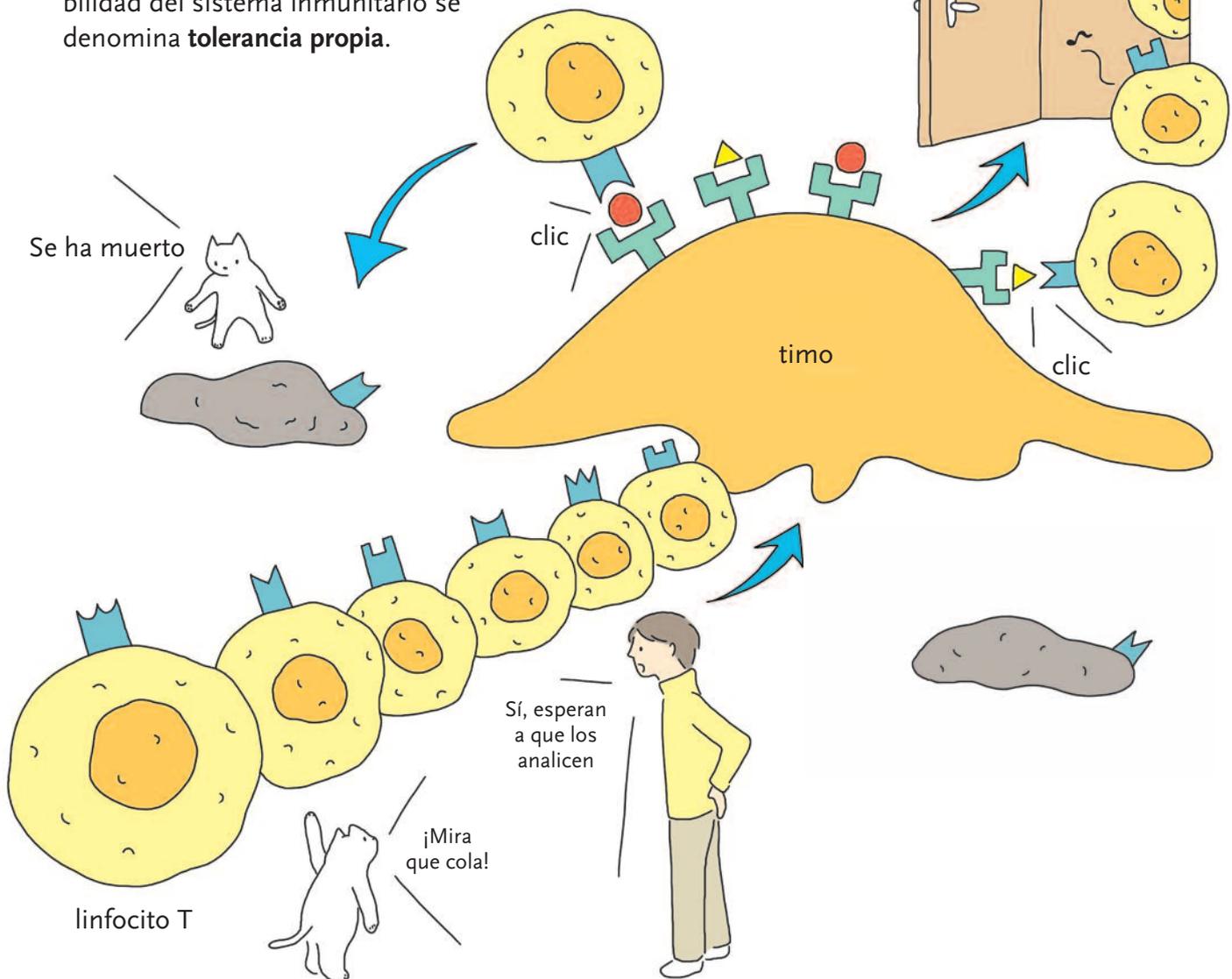
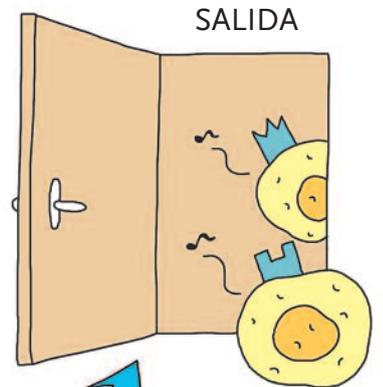
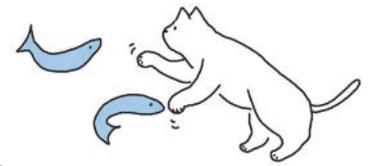
El sistema inmunitario proporciona al organismo un sistema de defensa extremadamente fiable. Está tripulado por células especializadas, equipado con un sistema de comunicaciones sofisticado y armado con herramientas como los anticuerpos. Ahora ya sabes que el sistema inmunitario tiene una serie de medidas de seguridad que velan para que no empiece ninguna respuesta innecesaria, ni se haga daño al cuerpo al utilizar más fuerza de la necesaria.



Por qué el sistema inmunitario no ataca a nuestro cuerpo o a la comida que ingerimos

Cada día entran en el cuerpo un montón de cosas aparte de los microbios. Desde el punto de vista de tu organismo, los alimentos que comes o el millón de microbios que viven en tu intestino se pueden considerar invasores. Pero el sistema inmunitario no se molesta en iniciar un ataque contra todo lo que le pasa por delante.

Tampoco ataca al cuerpo. El sistema inmunitario acepta al propio cuerpo, es decir, se acepta a sí mismo, y también a cosas que son cercanas al cuerpo pero no peligrosas (por ejemplo, la comida). Esta habilidad del sistema inmunitario se denomina **tolerancia propia**.



Así pues, vamos a descubrir primero por qué el cuerpo no se ataca a sí mismo.

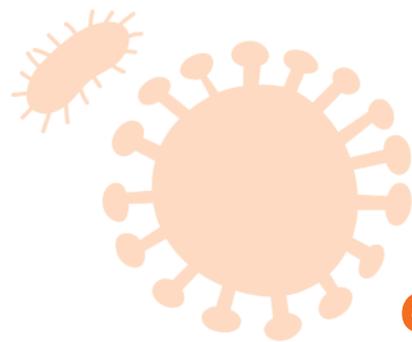
¿Recuerdas que te hemos explicado que puede haber más de 10 mil millones de receptores antigénicos diferentes? Con tantos tipos, podría haber algún receptor antigénico que encajara bien con algún antígeno propio del organismo. Si un linfocito con un receptor antigénico de éstos entrara en la sangre, la célula comenzaría a atacar al propio cuerpo y sería un desastre.

Para evitar que esto suceda, los linfocitos pasan un control para ver si su receptor antigénico es capaz de reconocer los antígenos propios del cuerpo antes de entrar en la circulación sanguínea. En el caso de los linfocitos B este control tiene lugar en la médula. En los linfocitos T, se hace en el timo. Las células que tienen receptores antigénicos peligrosos se destruyen en el acto.

No obstante, si algunos de estos linfocitos peligrosos consiguieran pasar estos puntos de control y comenzaran a circular por todo el cuerpo, aún no estaría todo perdido. Aquellos mecanismos que hemos explicado antes –los que detienen las respuestas inmunitarias innecesarias– se ocuparían de estas células.

Para la comida que ingieres y para todos aquellos microbios beneficiosos que viven en el estómago y en el intestino, el sistema inmunitario tiene mecanismos especiales que le permiten tolerarlos.



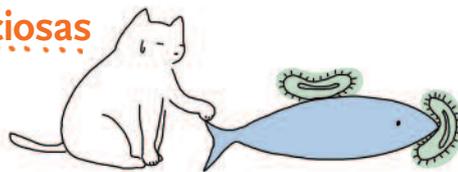


Parte II

**Las
enfermedades**

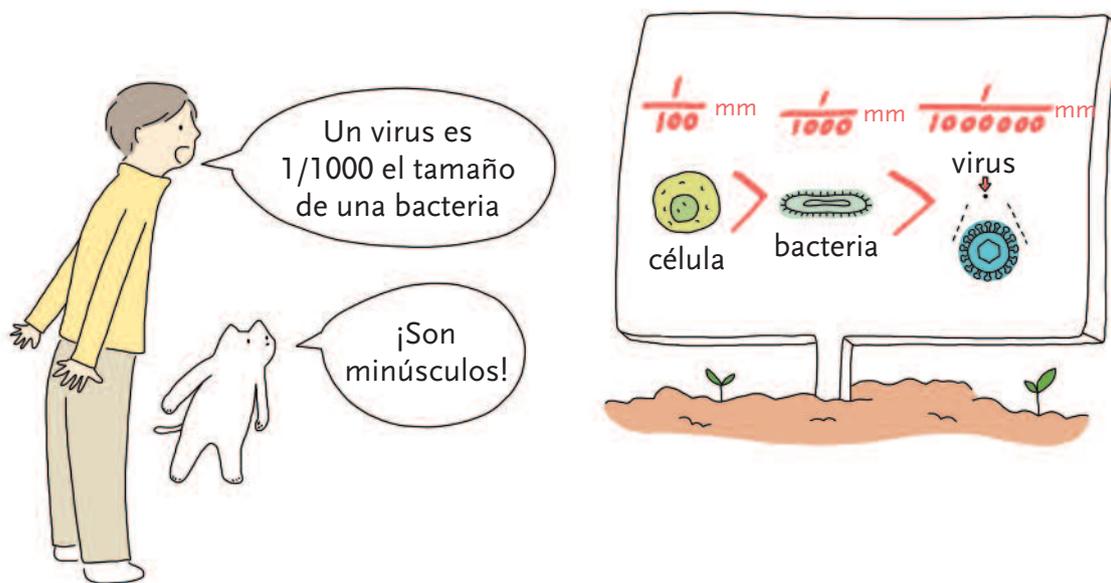
1. La lucha contra las enfermedades infecciosas

Los patógenos

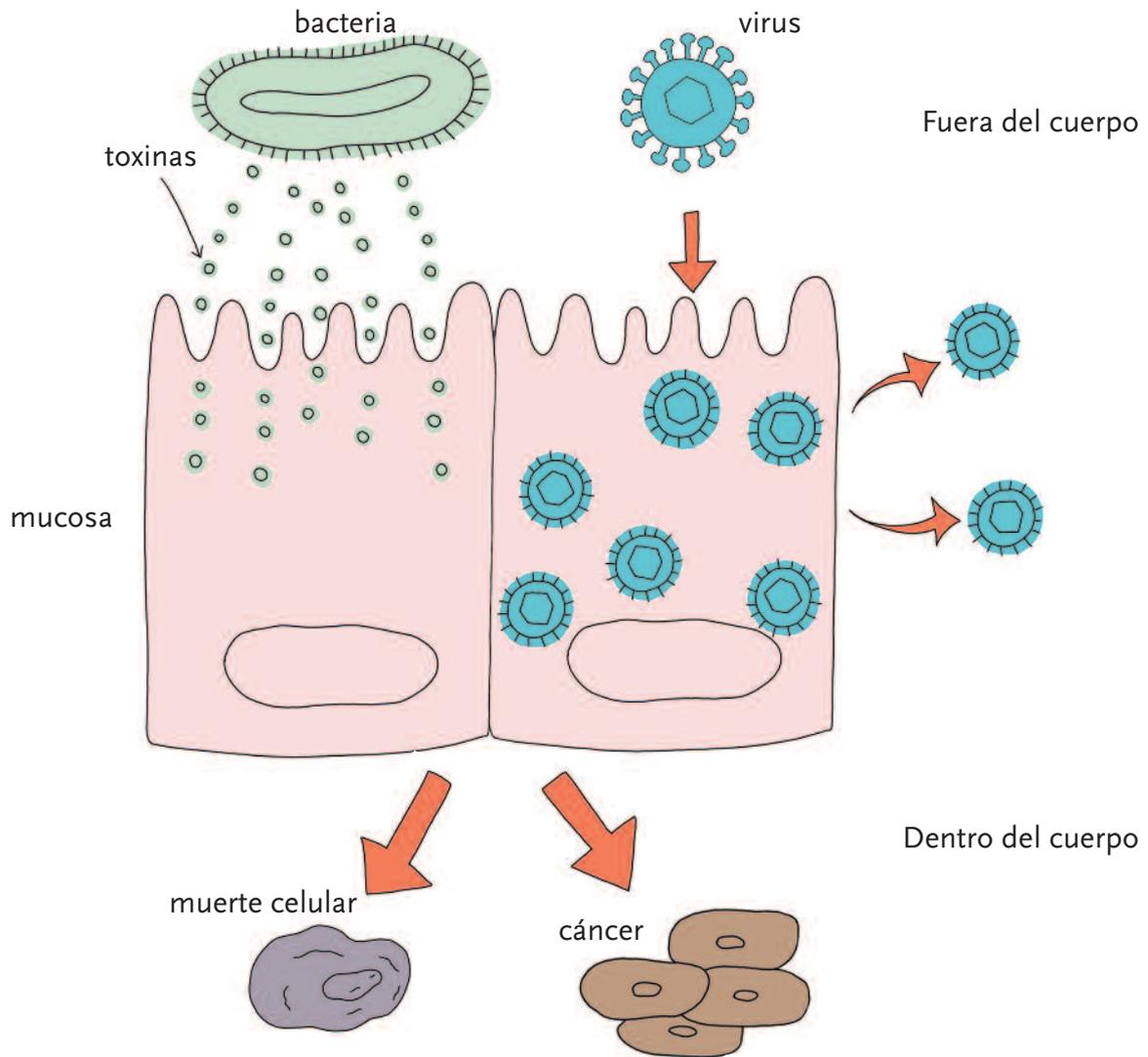


Las enfermedades infecciosas son causadas por microorganismos invisibles que entran en el cuerpo y se multiplican. La historia de la inmunología, que comenzó en el siglo XVIII cuando Jenner descubrió la vacunación, es también la historia de la lucha contra las enfermedades infecciosas. El uso en todo el mundo de la vacuna que descubrió Jenner permitió erradicar la viruela. Gracias a las excelentes vacunas que se han creado desde entonces, estamos protegidos de una gran variedad de enfermedades infecciosas.

Los microorganismos que causan las enfermedades infecciosas se denominan **patógenos**, o más coloquialmente, **microbios**. Los patógenos comprenden, entre otros, las bacterias y los virus. Las bacterias son unicelulares y miden pocas micras (1 micra o micrómetro es 1/1000 de milímetro).



- La viruela es una enfermedad infecciosa causada por el virus de la viruela. Si contraías esta enfermedad alcanzabas los 40°C de fiebre y el cuerpo se cubría de costras y ampollas. Mucha gente moría por culpa de esta enfermedad, pero gracias a la vacuna de Jenner, ni una sola persona ha sufrido esta enfermedad desde 1977.
- *Virus* quiere decir «veneno» en latín. En la Grecia clásica, Hipócrates utilizó la palabra *virus* para hablar de un veneno que causaba enfermedad.

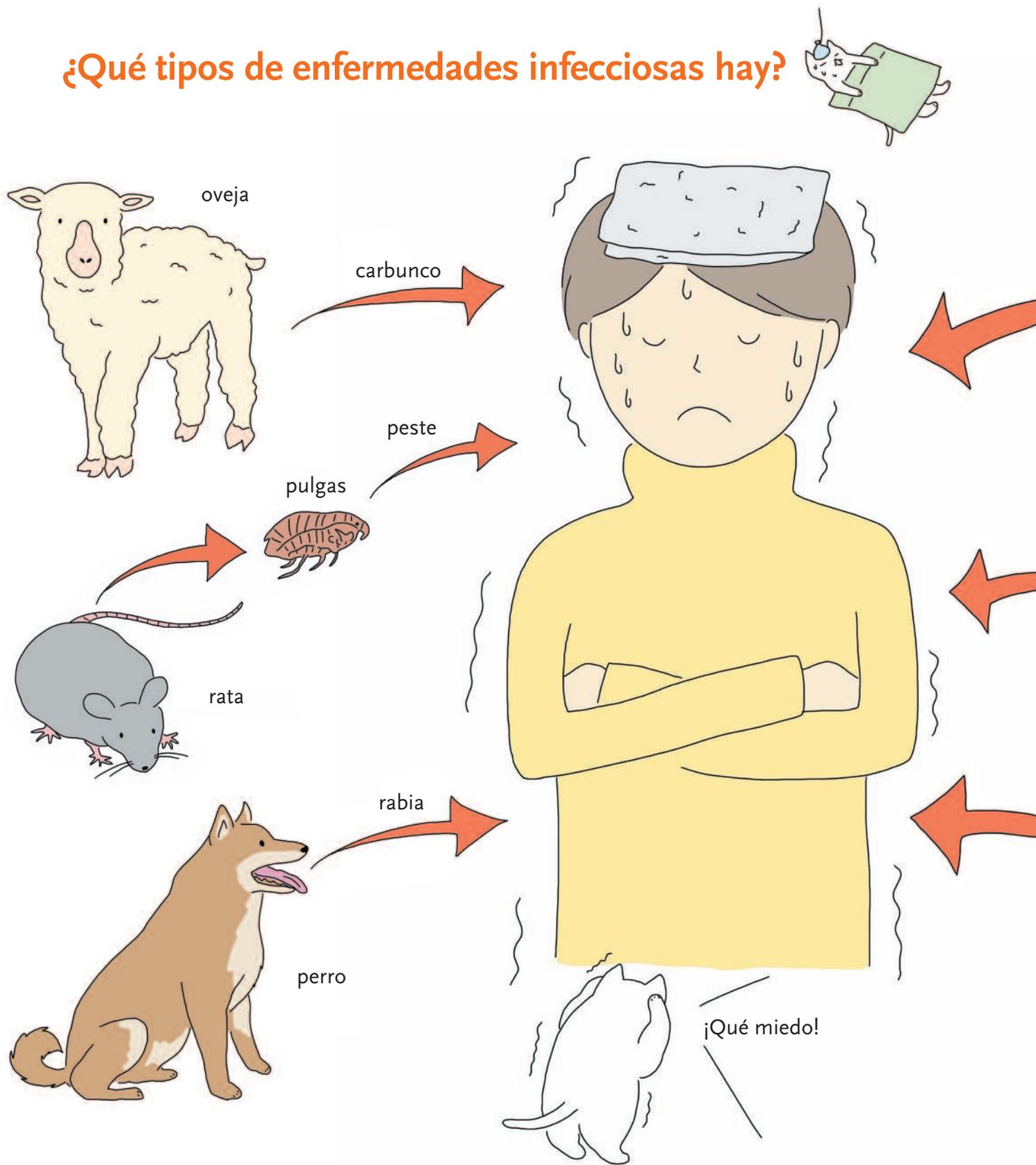


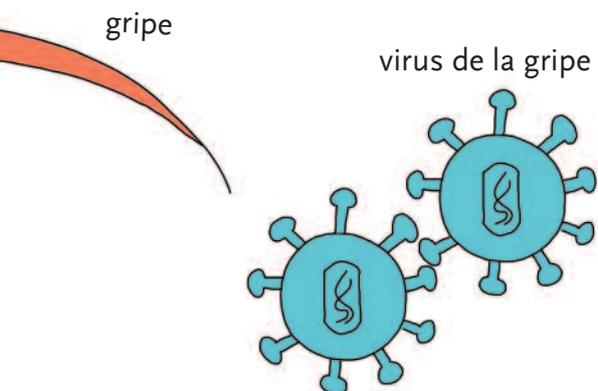
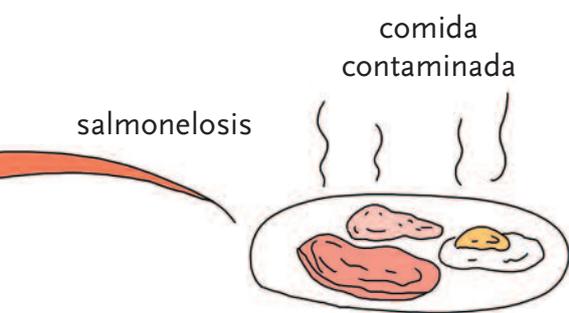
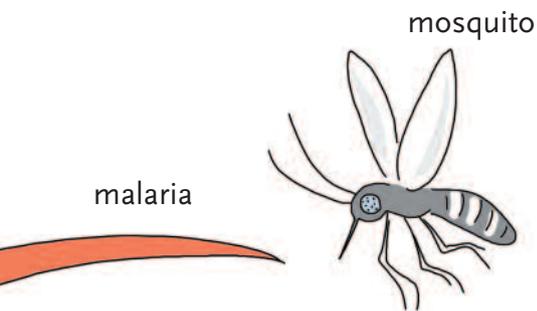
¿Cómo causan la enfermedad las bacterias que invaden el cuerpo?

Las bacterias producen toxinas que destruyen las células o las paralizan. También tienen toxinas incorporadas a las paredes celulares que pueden causar fiebre, diarrea, o una bajada de la presión sanguínea. Aparte de las toxinas, las bacterias tienen todo un arsenal de armas que te pueden dañar.

Los virus son de cien a mil veces más pequeños que las bacterias y pueden invadir una gran variedad de células. Una vez están dentro de las células se empiezan a multiplicar rápidamente. La infección viral puede desbaratar el funcionamiento normal de la célula y hacer que muera, o bien hacer que se multiplique de manera incontrolable y se convierta en una célula cancerosa. Después de la infección, algunos tipos de virus se multiplican lentamente causando una **infección persistente**, mientras que otros dejan de multiplicarse y causan lo que se conoce como una **infección latente**.

¿Qué tipos de enfermedades infecciosas hay?





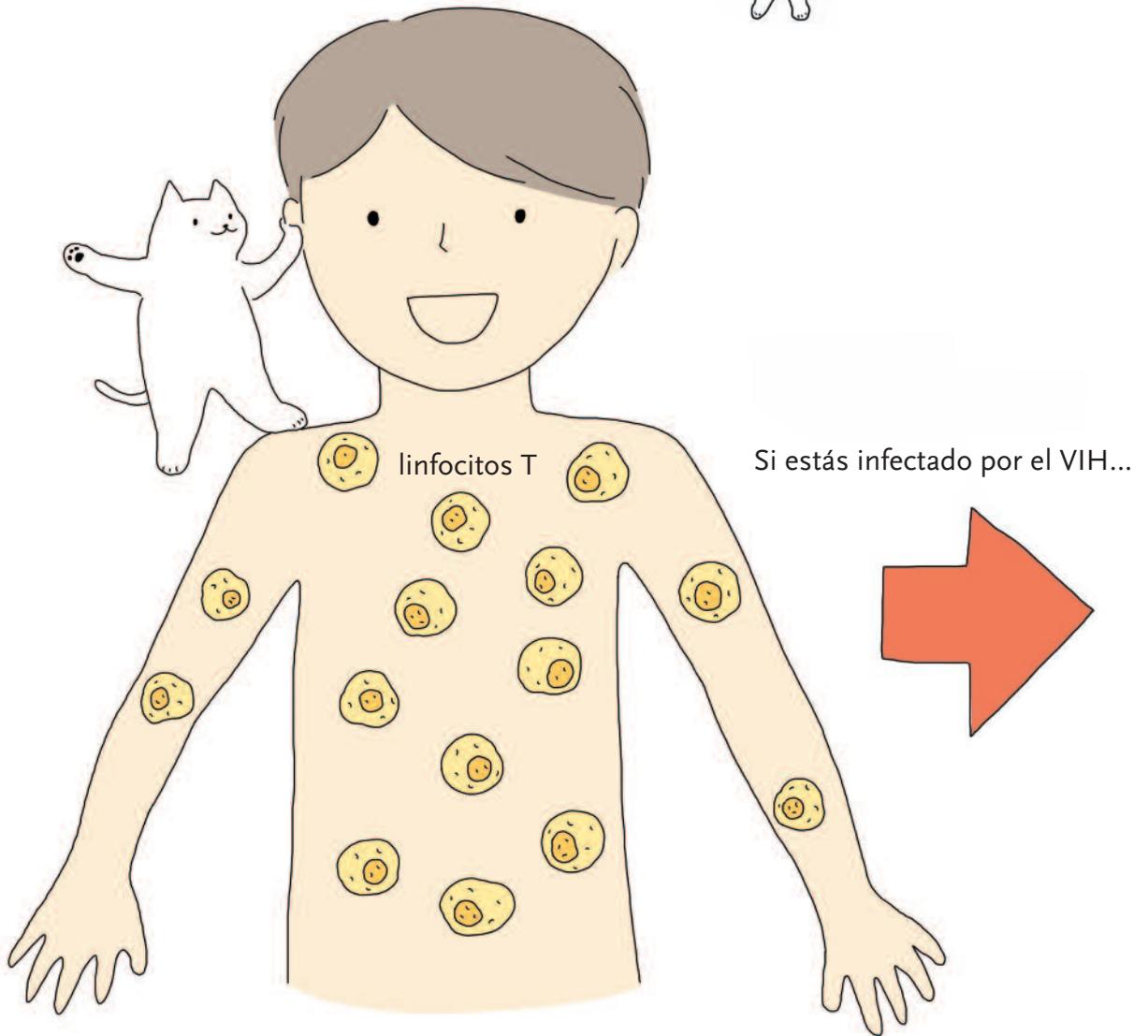
En todo el mundo, hay muchas enfermedades que aún son difíciles de controlar. Entre las que más preocupan están, por un lado, las **zoonosis**, unas enfermedades causadas por patógenos que infectan tanto a los animales como a las personas; y las **enfermedades emergentes**, que se identificaron por primera vez en la década de los setenta.

Las zoonosis causadas por bacterias incluyen, entre otras, el carbunco de las cabras o las ovejas, la peste de las pulgas que viven en las ratas, la tuberculosis del aire que nos rodea cuando los enfermos tosen, y la salmonelosis de la comida contaminada. También incluyen enfermedades causadas por virus, como la gripe, que es frecuente en invierno, la rabia que contraes si te muerde un animal infectado y la malaria o paludismo que puedes contraer por la picadura de un mosquito. Otras zoonosis las causan los parásitos.

Las enfermedades emergentes incluyen, entre otras, el SARS (Síndrome Respiratorio Agudo Grave) que causa un nuevo coronavirus; el virus del Ébola que causa una fiebre hemorrágica, que provoca que sangren los intestinos y que mata entre el 50 y el 90% de las personas que lo contraen; el SIDA que es la enfermedad infecciosa que más personas mata en el mundo occidental, y la gripe aviar, una enfermedad que pudo convertirse en una pandemia, es decir, una enfermedad que afecta a muchísimas personas en todo el mundo (como fue la gripe de 1918).

¿Qué es el SIDA?

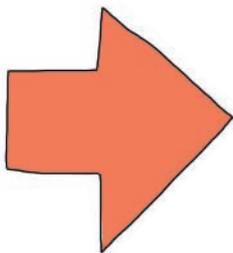
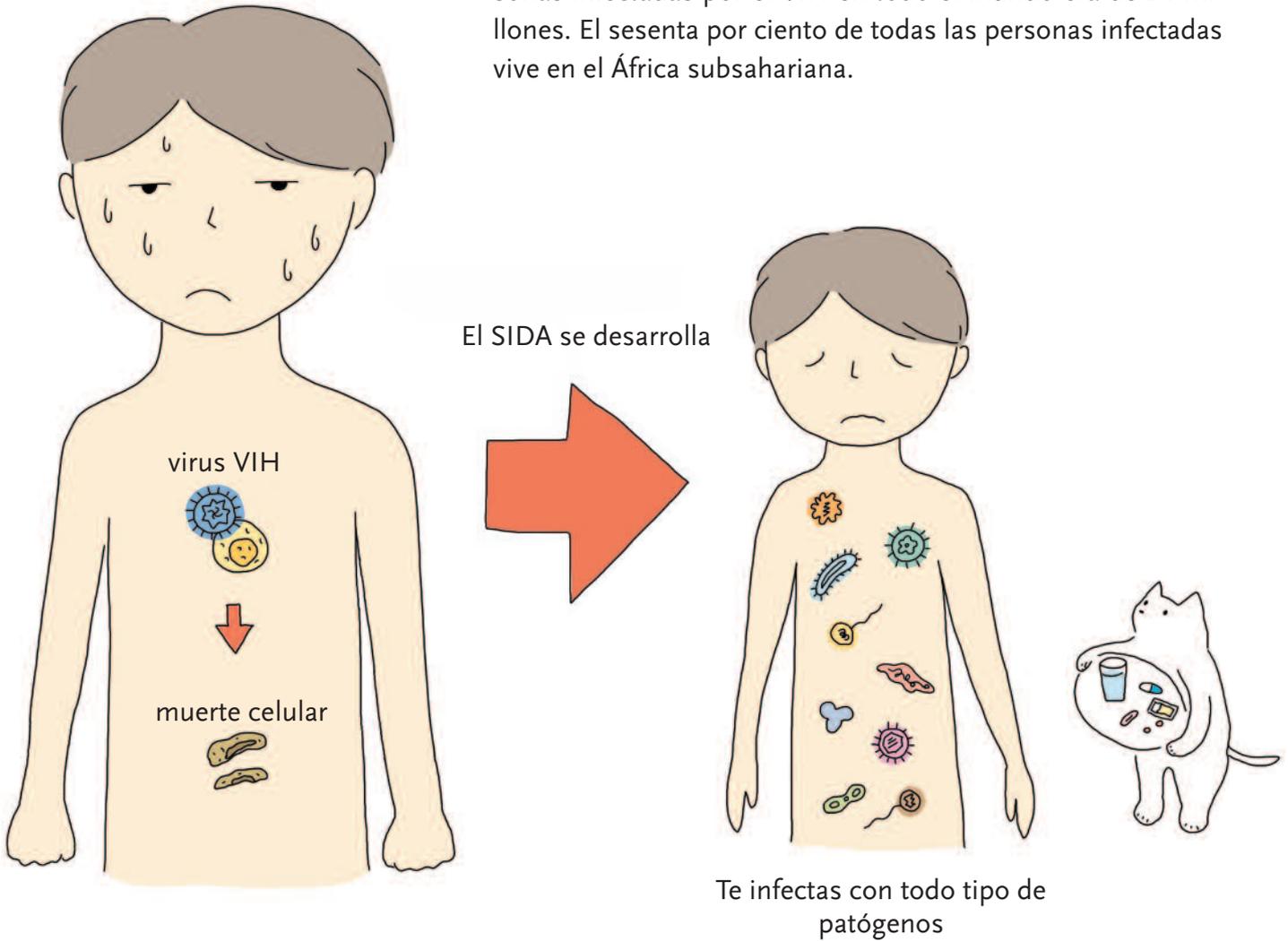
¿SIDA?



El virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) es un virus que infecta a los linfocitos T colaboradores y los destruye. Al tener menos linfocitos T, tu sistema inmunitario queda debilitado y te puedes poner enfermo por culpa de microbios que no harían enfermar a personas sanas.

Cuando esto pasa, la persona tiene lo que se denomina SIDA o Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida. La sangre y los líquidos corporales aún contienen el virus VIH, de manera que las mujeres lo pueden pasar a sus hijos durante el parto, y tanto los hombres como las mujeres lo pueden transmitir durante las relaciones sexuales.

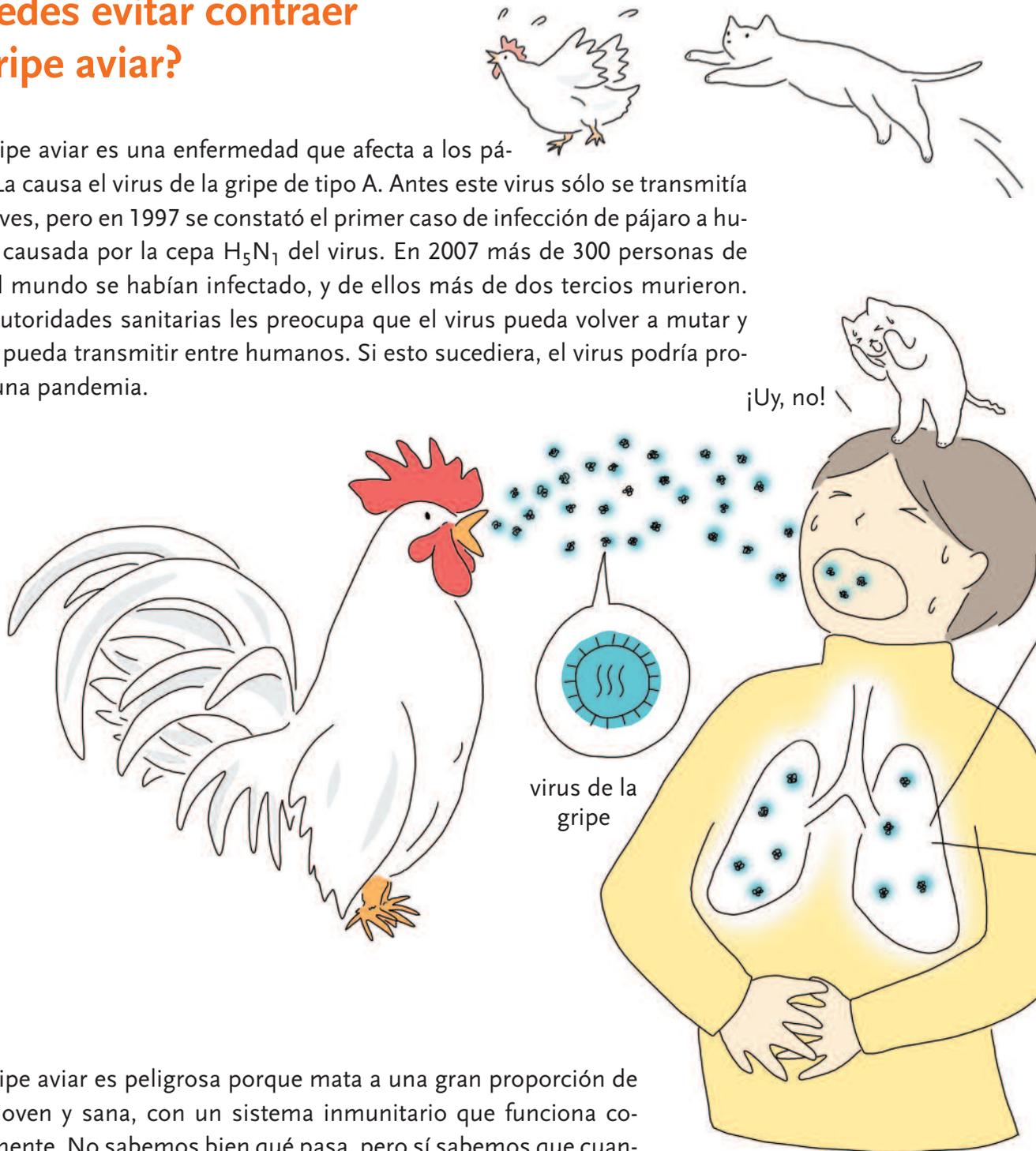
Los científicos creen que el VIH se desarrolló a partir del virus de la inmunodeficiencia de los chimpancés que mutó hace unos cuantos centenares de años y adquirió la capacidad de infectar a los humanos. A finales de 2010 el número de personas infectadas por el VIH en todo el mundo era de 34 millones. El sesenta por ciento de todas las personas infectadas vive en el África subsahariana.



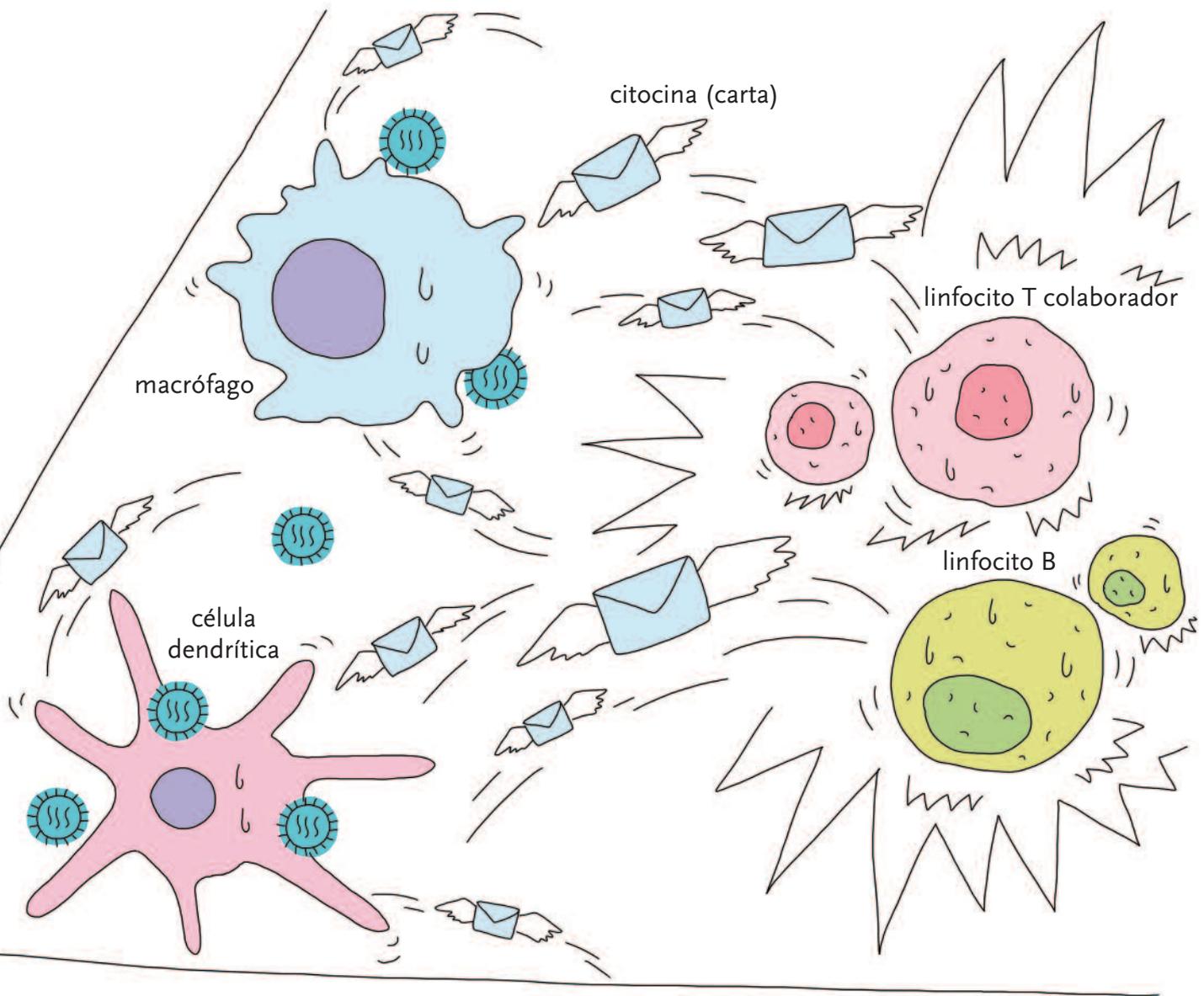
¿Se puede curar el SIDA? Desgraciadamente aún no hay ningún tratamiento que pueda curar esta enfermedad del todo. En estos momentos, las personas reciben un tratamiento con una combinación de tres o cuatro fármacos diferentes. Este tratamiento reduce drásticamente la cantidad de virus dentro del organismo, y ha ayudado a disminuir significativamente el número de personas que mueren de SIDA. No obstante, las personas con VIH que viven en el mundo subdesarrollado o en vías de desarrollo no pueden pagarse estos fármacos.

¿Puedes evitar contraer la gripe aviar?

La gripe aviar es una enfermedad que afecta a los pájaros. La causa el virus de la gripe de tipo A. Antes este virus sólo se transmitía entre aves, pero en 1997 se constató el primer caso de infección de pájaro a humano, causada por la cepa H₅N₁ del virus. En 2007 más de 300 personas de todo el mundo se habían infectado, y de ellos más de dos tercios murieron. A las autoridades sanitarias les preocupa que el virus pueda volver a mutar y que se pueda transmitir entre humanos. Si esto sucediera, el virus podría provocar una pandemia.



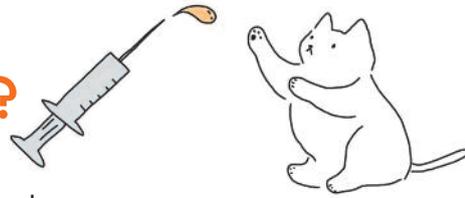
La gripe aviar es peligrosa porque mata a una gran proporción de gente joven y sana, con un sistema inmunitario que funciona correctamente. No sabemos bien qué pasa, pero sí sabemos que cuando una persona contrae la gripe aviar, su cuerpo produce cantidades enormes de citocinas y que las células inmunitarias lo arrasan todo.



Entonces, ¿cómo puedes evitar enfermarte de la gripe aviar?

Ahora mismo los científicos creen que la mejor manera de detener la gripe aviar sería descubrir una vacuna. Obviamente, la vacuna no puede consistir en administrar directamente el virus de la gripe aviar vivo. Por tanto, los investigadores intentan crear una vacuna a partir de diversas partes del virus de la gripe. De esta manera podrían enseñar a tu sistema inmunitario a reconocer el virus sin correr peligro de ponerte enfermo. Como en todas las vacunas, antes se debería comprobar que la vacuna es eficaz y que no causa problemas.

¿Cómo nos ayudan las vacunas?

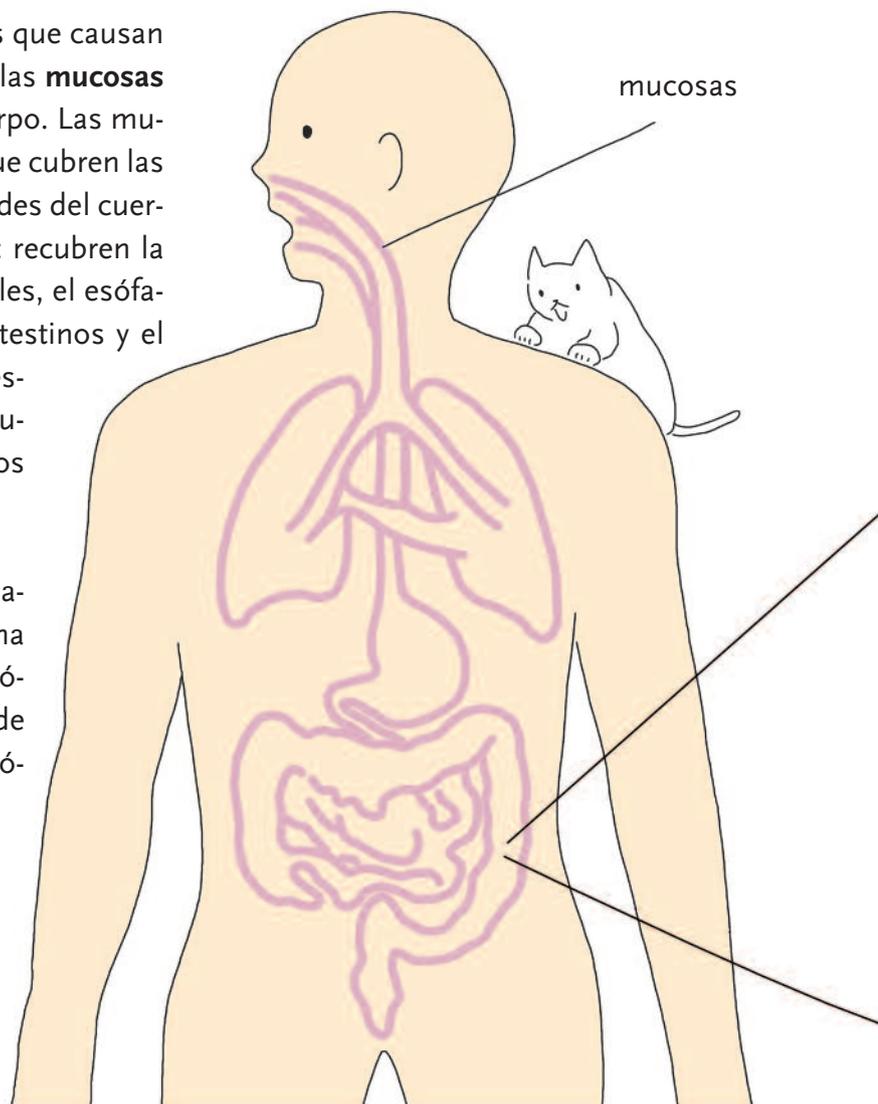


En la primera parte de este libro, hemos aprendido que las vacunas ya se han utilizado con éxito para defendernos de muchas enfermedades infecciosas. De momento, el tipo de vacuna que descubrió Jenner es aún el más efectivo para controlar las enfermedades infecciosas. Los científicos, sin embargo, están haciendo avances en la creación de nuevos tipos de vacunas que pueden prevenir e incluso tratar diversas enfermedades infecciosas.

¿Cómo podemos hacer vacunas aún más efectivas?

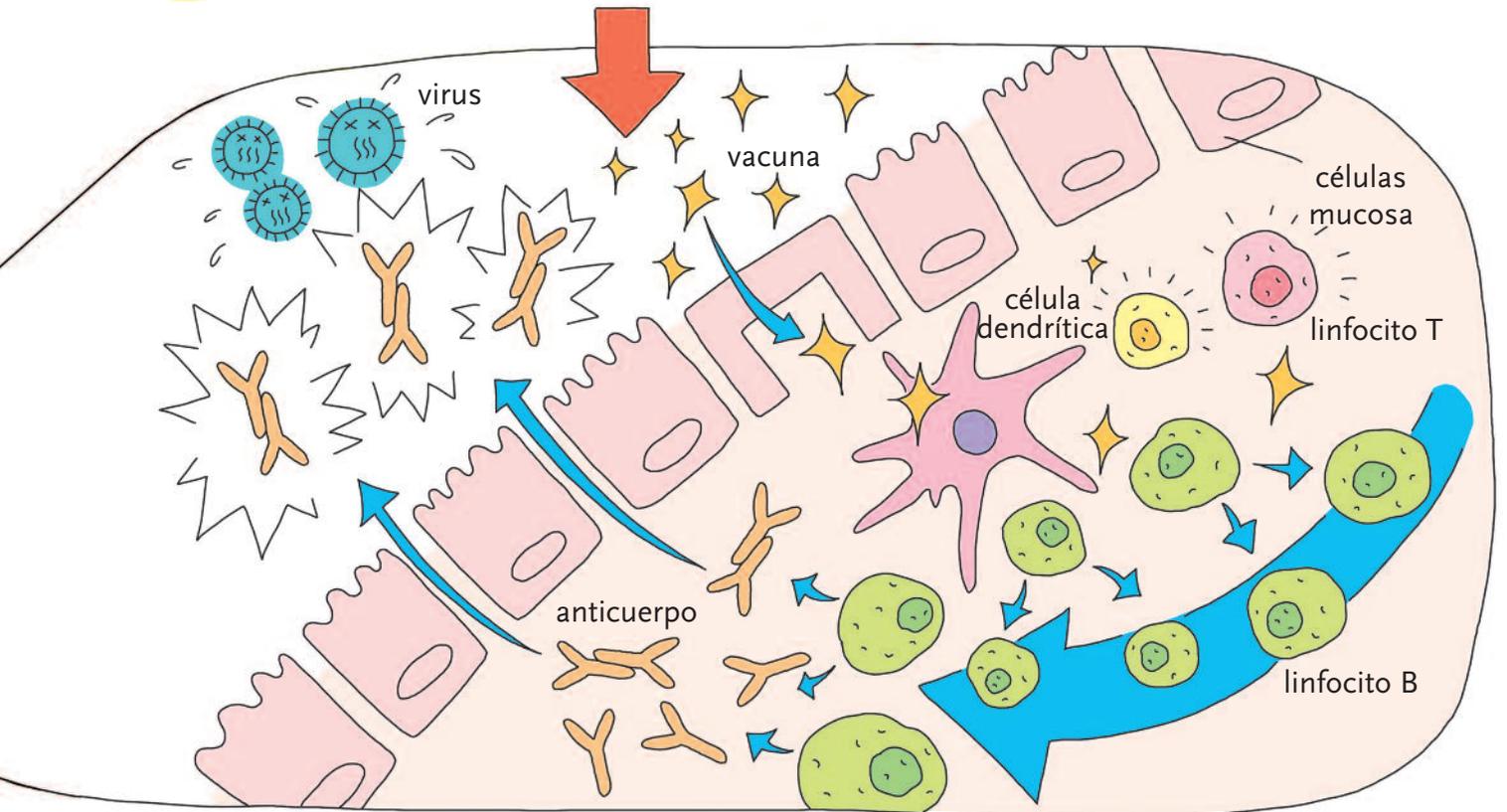
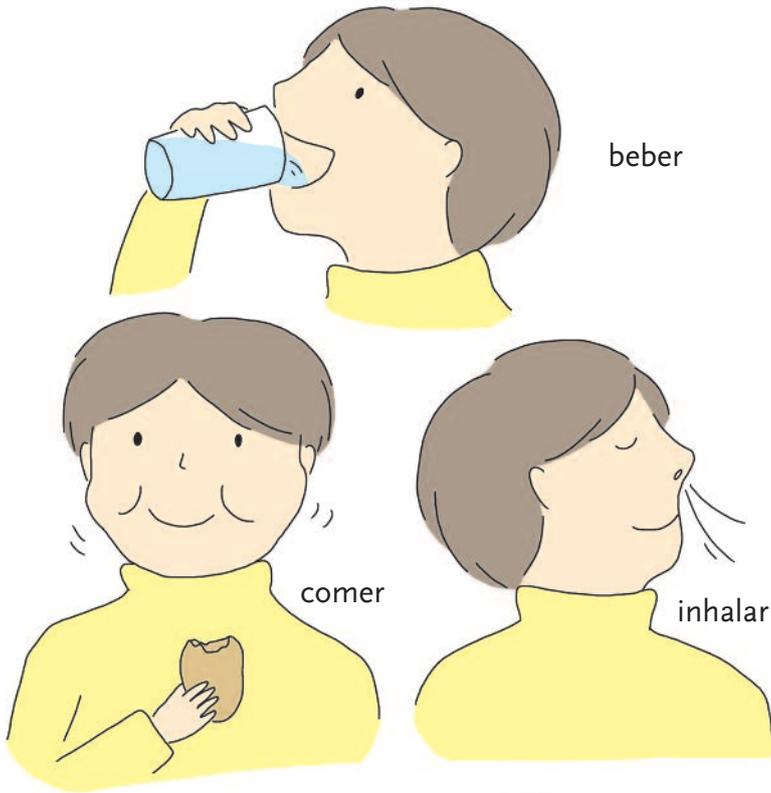
La mayoría de las bacterias y los virus que causan infecciones entran primero a través de las **mucosas** y después se extienden por todo el cuerpo. Las mucosas son capas muy finas de células que cubren las superficies internas de todas las cavidades del cuerpo que tienen contacto con el exterior: recubren la parte interna de la boca, las fosas nasales, el esófago, los pulmones, el estómago, los intestinos y el ano. Si se pudiera estimular una respuesta inmunitaria buena y fuerte en las mucosas, incluso sería posible evitar que los microbios entraran dentro del cuerpo.

La mayoría de las vacunas que utilizamos actualmente sólo ayudan al sistema inmunitario a responder contra el patógeno cuando está dentro del cuerpo y, de momento, no pueden evitar que los patógenos entren por las mucosas.



¿Cómo podrían ser estas nuevas vacunas?

Actualmente los investigadores trabajan en vacunas que se puedan comer, beber o inhalar. Que te vacunen de esta manera produce menos impresión que con una aguja y, además, debería ayudar a mejorar la respuesta inmunitaria de las mucosas. Los resultados son prometedores. Desde hace poco se comercializa una vacuna de la gripe que se puede inhalar y se están desarrollando muchas vacunas para estimular la inmunidad en las mucosas.



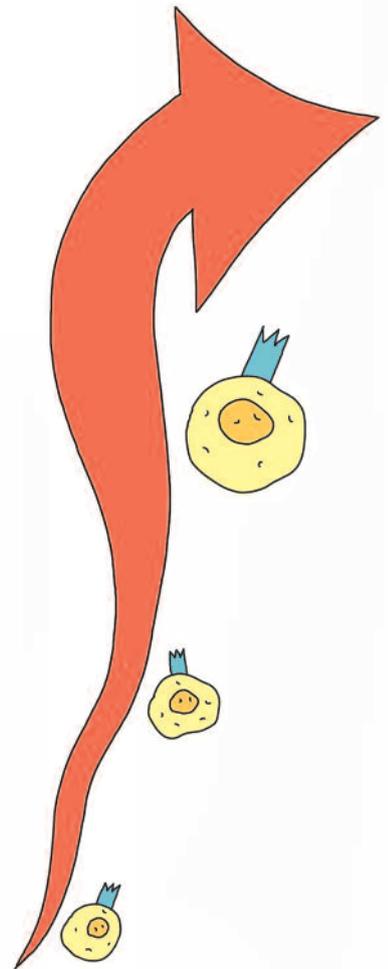
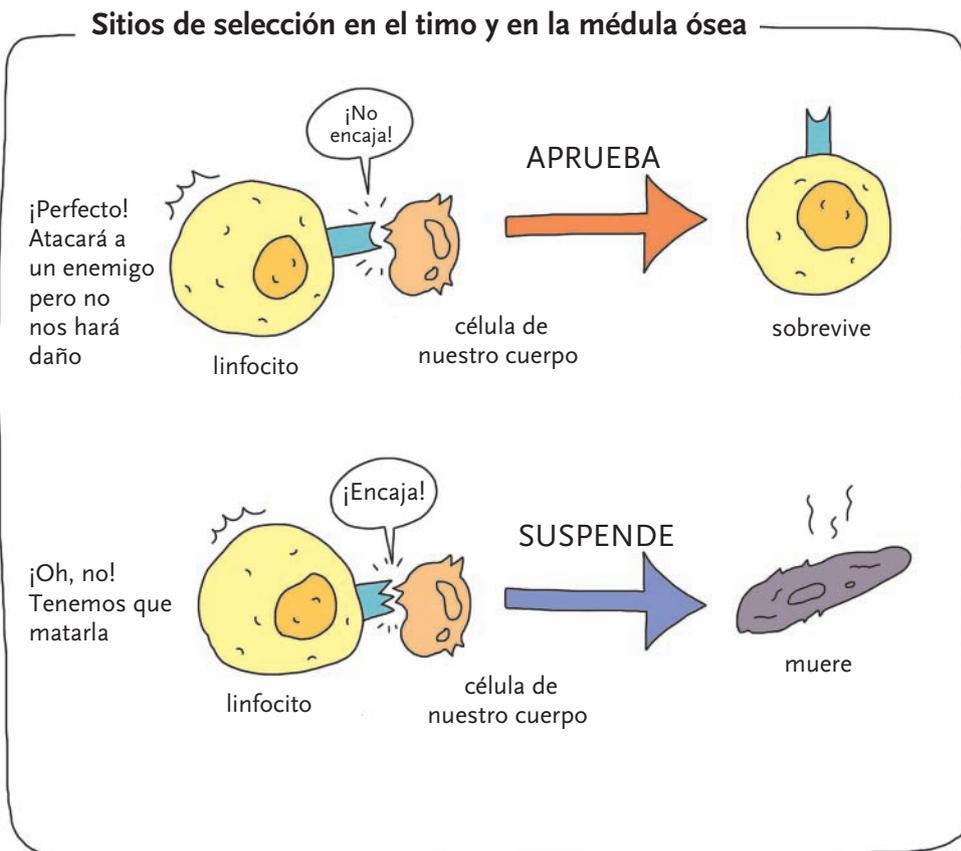
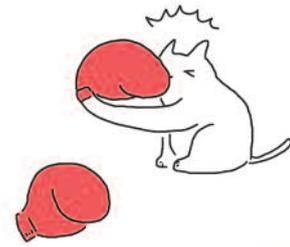
N. del t.: La vacuna oral contra la polio, que contiene un virus atenuado que se ingiere y que estimula las mucosas, por ejemplo, ha tenido mucho éxito. Hace años que se administra esta vacuna a los niños de muchos países.

2. Las enfermedades autoinmunitarias

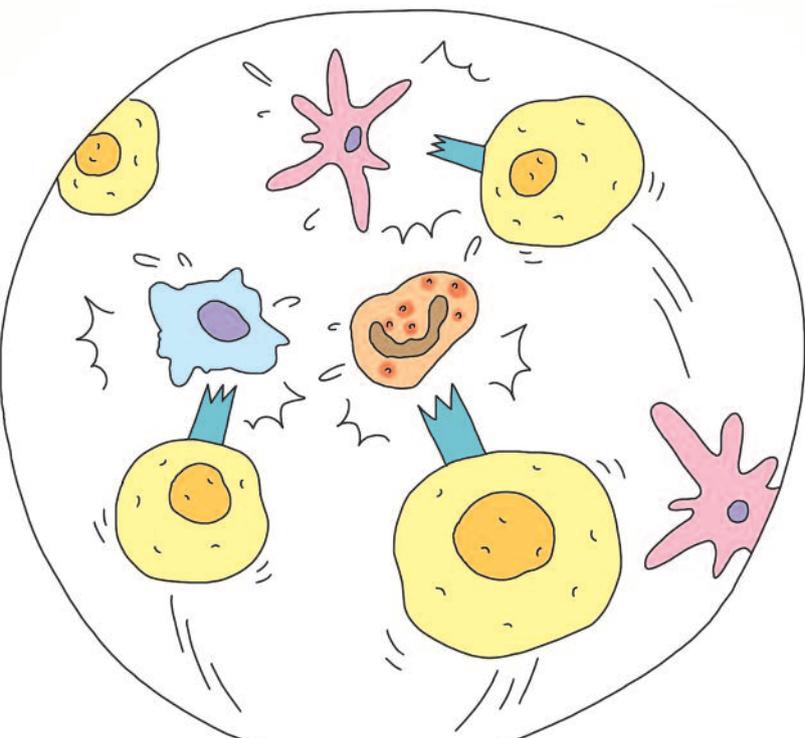
¿Qué es una enfermedad autoinmunitaria?

Ahora ya sabemos que las células del sistema inmunitario son aliadas dignas de confianza, siempre preparadas para defender nuestro cuerpo de los microbios que lo invaden.

Antes de que estas células empiecen a actuar, se seleccionan en la médula ósea y en el timo, donde se producen. Las células inmunitarias deben saber distinguir entre el cuerpo (lo que es **propio**) y los invasores potenciales para que sean verdaderamente útiles. Una célula inmunitaria que ataque el cuerpo es un peligro y hay que destruirla. Sin embargo, a veces, estas células rebeldes logran sobrevivir.



Si sobreviven células rebeldes...



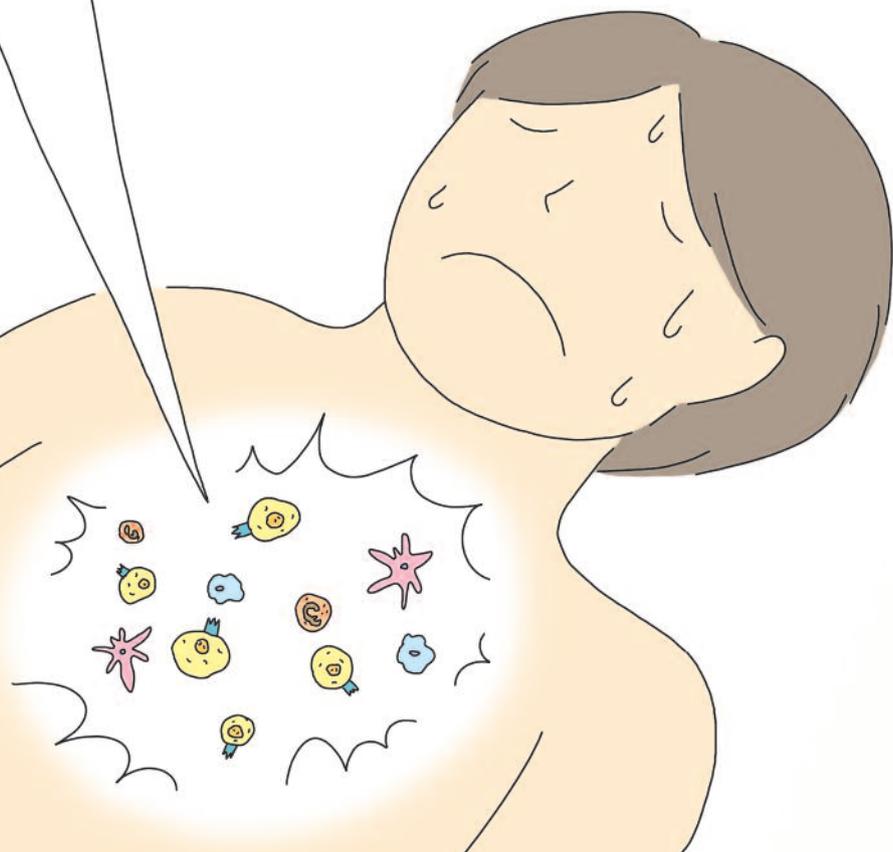
No obstante, no está todo perdido gracias a los mecanismos inmunitarios de tolerancia propia, tal como hemos comentado en la primera parte. Estos salvavidas saben cómo detener a las células del sistema inmunitario para que no ataquen al propio cuerpo o a sustancias que, a pesar de no ser propias, no nos resultan peligrosas, como la comida. Normalmente estos mecanismos también se ocupan de estas células rebeldes que se han escapado y así nos protegen de su potencial ataque.

Sin embargo, si la capacidad de tolerancia propia deja de funcionar, el cuerpo es atacado ya que el sistema inmunitario confunde a sus células con enemigos. Esta condición se denomina **autoinmunidad** y a las enfermedades que produce **enfermedades autoinmunitarias**. Aún no se sabe del todo por qué ocurre.

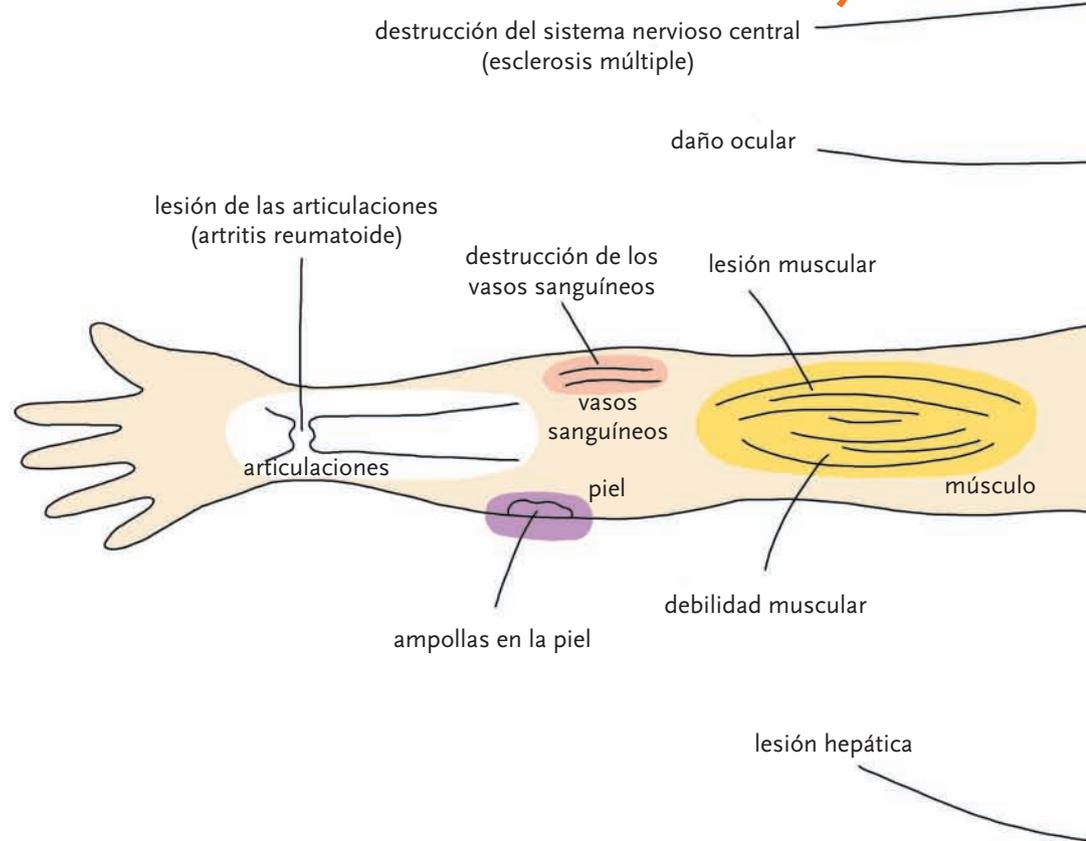


¡Uy, no!

¡Mira! Atacan las células del cuerpo



¿Qué tipos de enfermedades autoinmunitarias hay?



Hay un gran número de enfermedades autoinmunitarias, y pueden producirse en cualquier parte del cuerpo. Echemos un vistazo a unas cuantas.

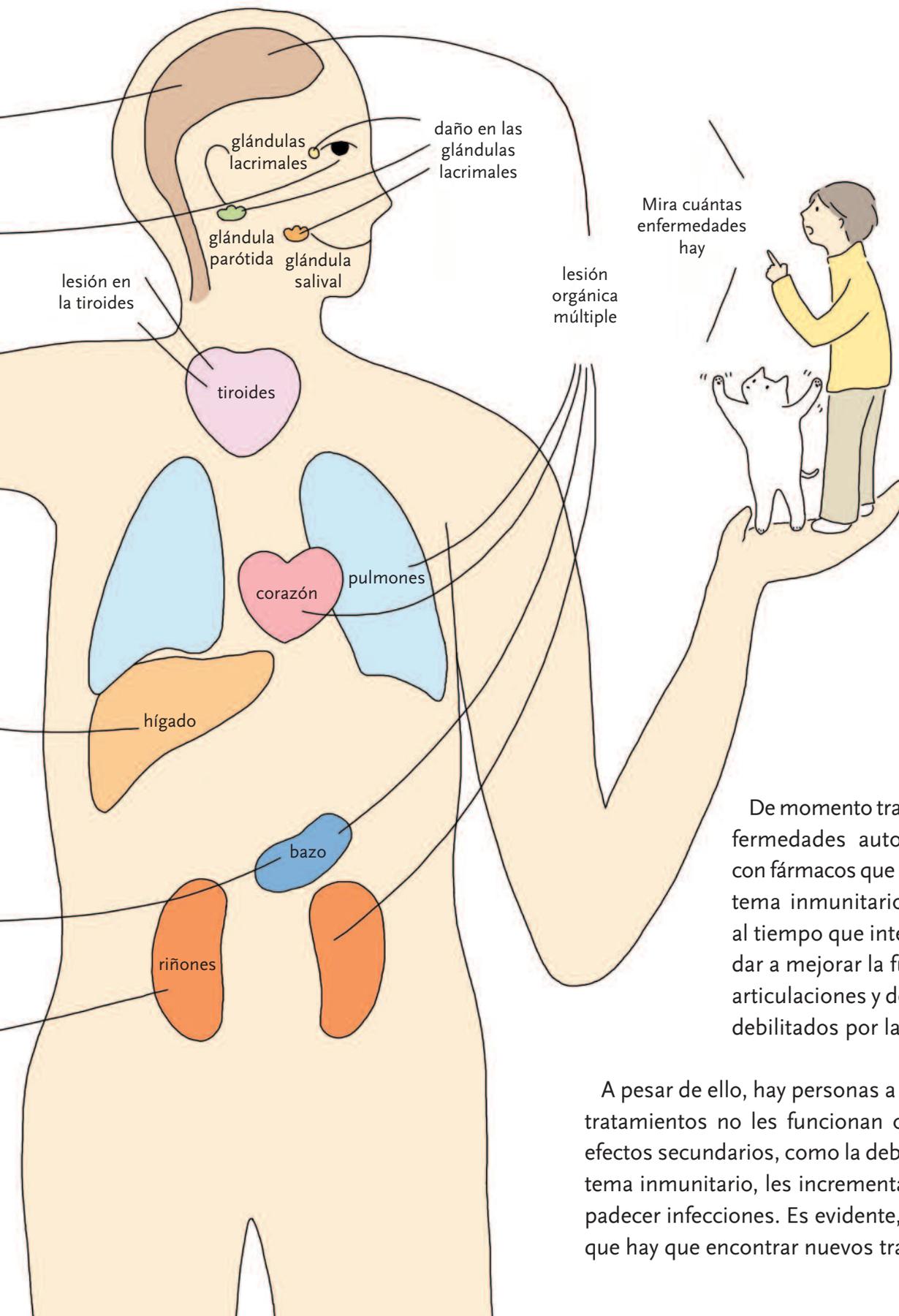
Toda célula del cuerpo contiene un núcleo, una estructura celular que envuelve a todos nuestros genes. Si padeces una enfermedad llamada lupus eritematoso sistémico, tus células inmunitarias fabrican anticuerpos que atacan al núcleo, causando inflamación por todo el cuerpo. Otras enfermedades autoinmunitarias atacan a las articulaciones, como la artritis reumatoide; o al cerebro y a la médula espinal, como la esclerosis múltiple.

Los síntomas y la evolución de las enfermedades autoinmunitarias varían de persona a persona. No sabemos a ciencia cierta por qué el cuerpo comienza a atacarse a sí mismo.

lesión hepática

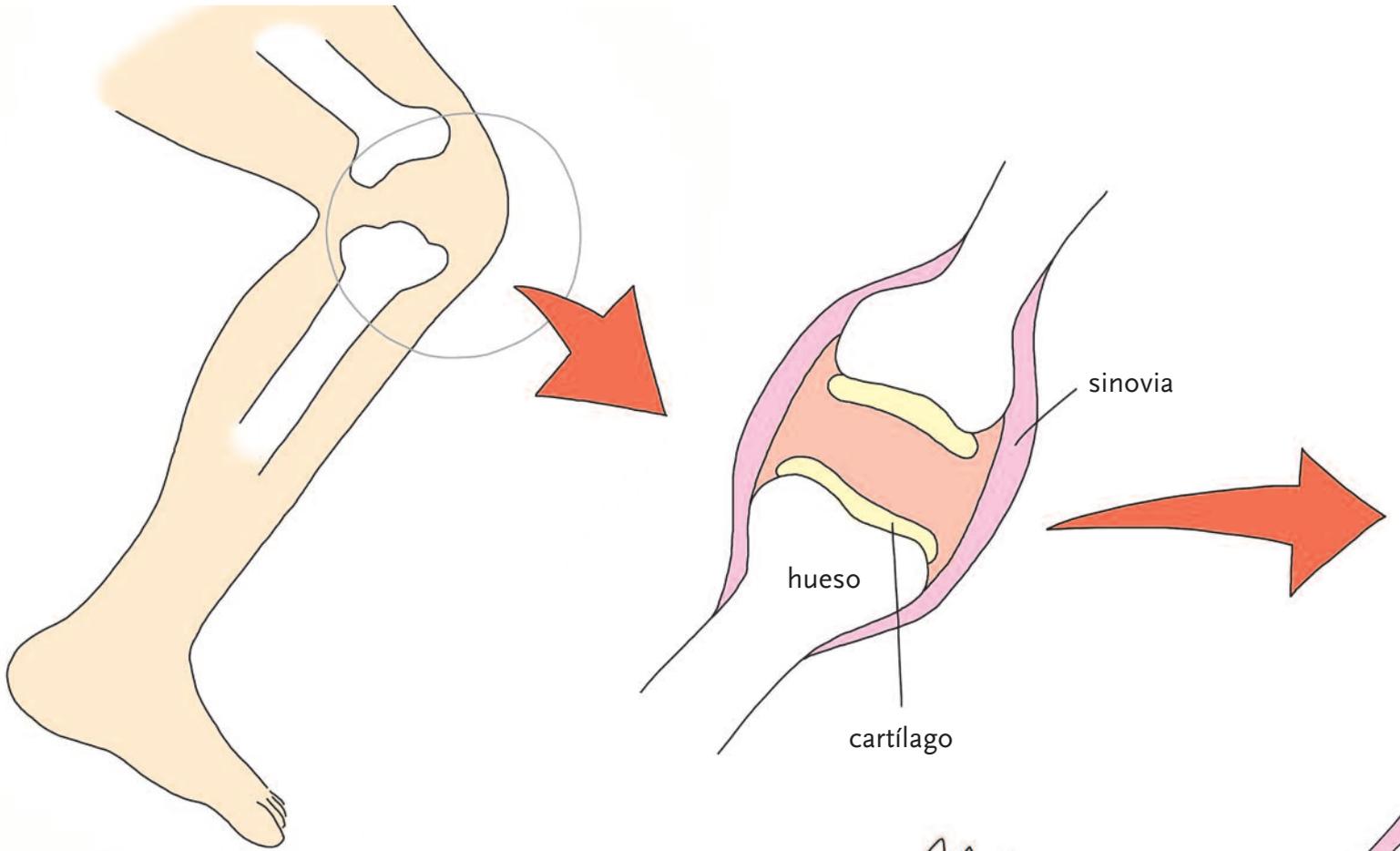
lesión en los islotes pancreáticos (diabetes de tipo 1)

fallo renal



De momento tratamos las enfermedades autoinmunitarias con fármacos que inhiben el sistema inmunitario del cuerpo, al tiempo que intentamos ayudar a mejorar la función de las articulaciones y de los órganos debilitados por la agresión.

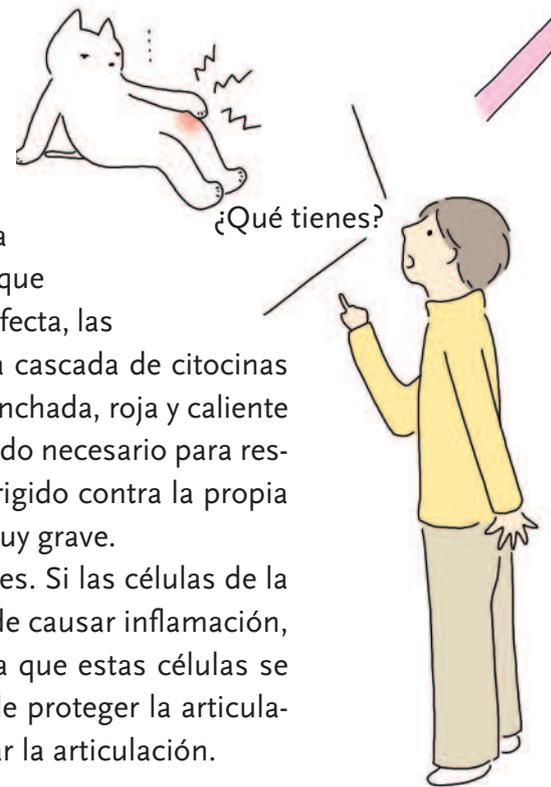
A pesar de ello, hay personas a las que estos tratamientos no les funcionan o a quien los efectos secundarios, como la debilidad del sistema inmunitario, les incrementa el riesgo de padecer infecciones. Es evidente, por lo tanto, que hay que encontrar nuevos tratamientos.

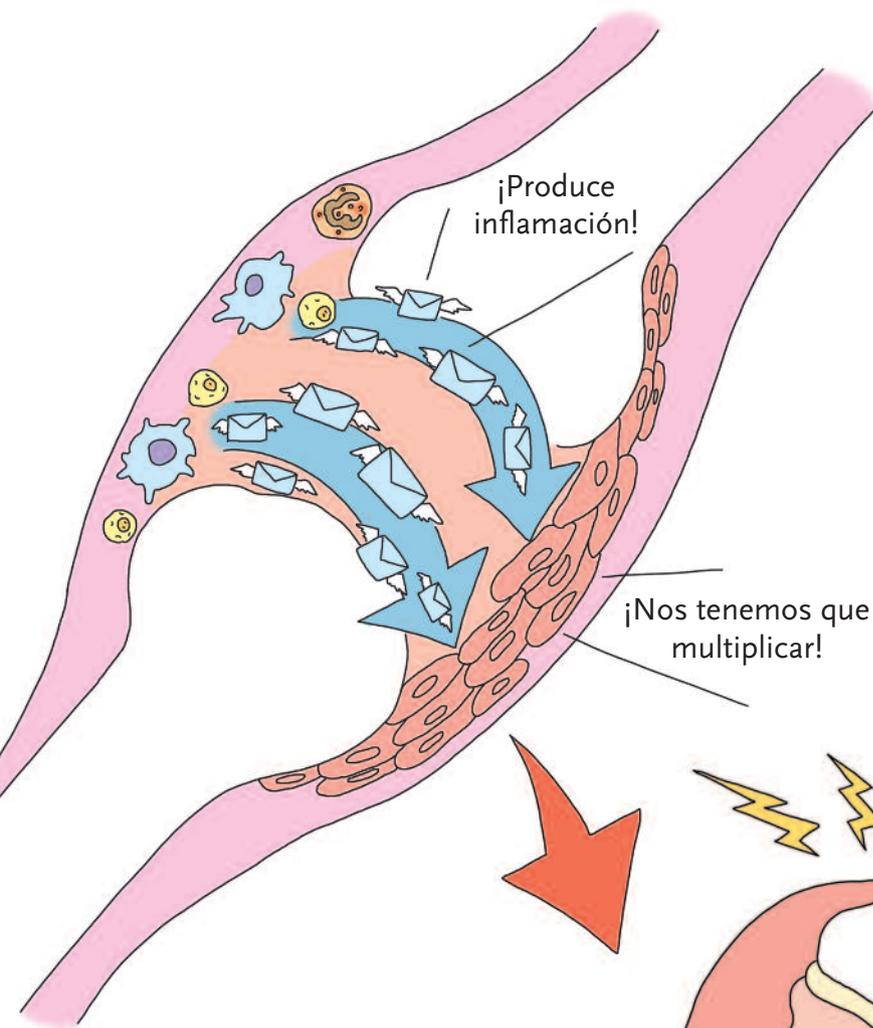


La artritis reumatoide y su tratamiento

La artritis reumatoide es una enfermedad autoinmunitaria que produce dolor en las articulaciones de todo el cuerpo, y que si no se trata, acaba destruyéndolas. Si una articulación se infecta, las células inmunitarias llegan de todas partes y producen una cascada de citocinas con la orden de «¡Producid inflamación!». La articulación hinchada, roja y caliente que resulta de la inflamación es dolorosa, pero es un resultado necesario para responder a la infección. Si, por el contrario, el ataque está dirigido contra la propia articulación (autoinmunidad), la situación puede resultar muy grave.

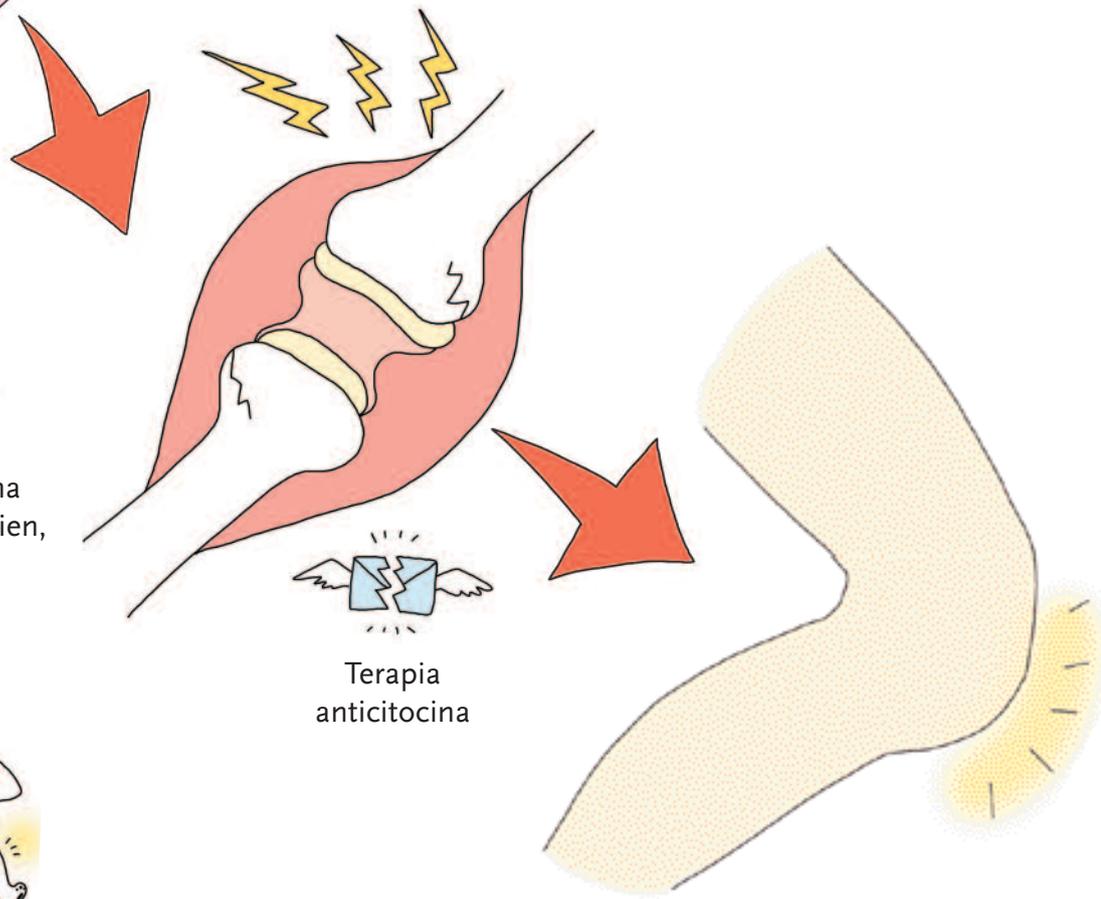
La sinovia es una membrana que protege las articulaciones. Si las células de la sinovia reciben los mensajes de las citocinas con la orden de causar inflamación, las células sinoviales comienzan a multiplicarse. A medida que estas células se multiplican, la sinovia comienza a engrosarse, y en lugar de proteger la articulación, comienza a destruir el hueso y el cartílago, y a lesionar la articulación.





Basándose en la comprensión de los mecanismos de la artritis, los científicos han concebido un nuevo tratamiento, llamado **terapia anticitocina**, que detiene la función de las citocinas que causan la inflamación.

De hecho, la terapia anticitocina ya está en uso y se ha demostrado que es más efectiva que cualquier otro tratamiento usado hasta ahora.



3. Las alergias también son reacciones inmunitarias

¿Qué es una alergia?



Quando llega la primavera, ¿empiezas a estornudar sin parar? ¿Te pican los ojos? Cuando comes huevo, ¿te sienta mal, vomitas o te sale urticaria?

Quando vas por la montaña y tocas ciertas plantas o árboles, ¿te pican las manos?

La mayoría de estas reacciones son respuestas inmunitarias y habitualmente se conocen bajo el nombre de alergias.

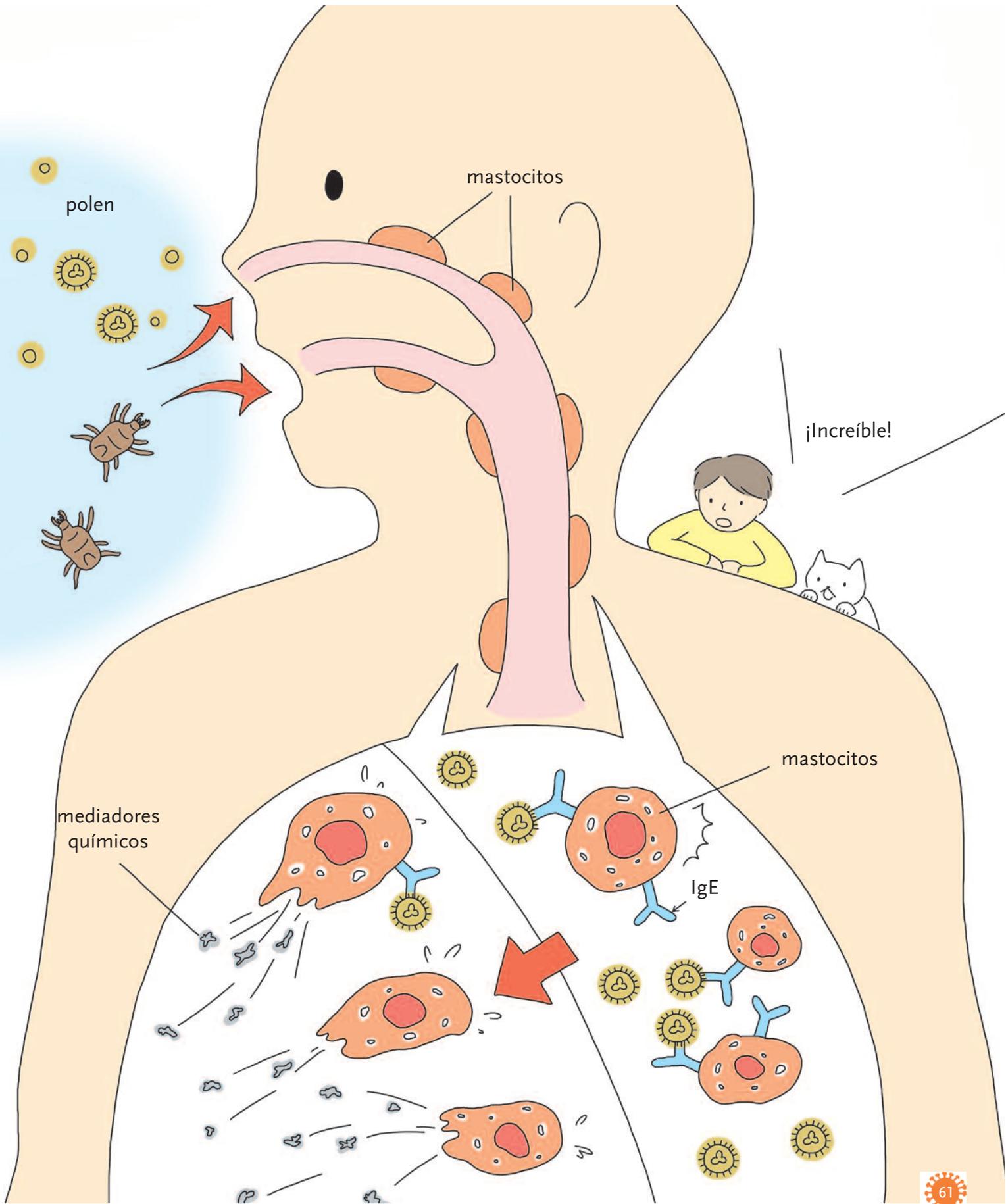
Las cosas que causan alergias como el polen, los ácaros del polvo y la comida se conocen como alérgenos. Y cuando tus células inmunitarias inician un ataque contra estas cosas que habitualmente no hacen ningún daño, es que tienes una alergia.

La mayoría de las alergias las causa un grupo de células inmunitarias conocidas con el nombre de mastocitos. Los mastocitos contienen un montón de sustancias químicas que causan los estornudos y la inflamación. Quien tiene una alergia tiene un anticuerpo llamado IgE fijado a la superficie celular de los mastocitos. Cuando la IgE se encuentra con el alérgeno, el mastocito lo interpreta como si hubiera un enemigo e inmediatamente expulsa todos los mediadores químicos que contiene. La consecuencia es una inflamación que hace que la piel se te irrite y se vuelva roja.

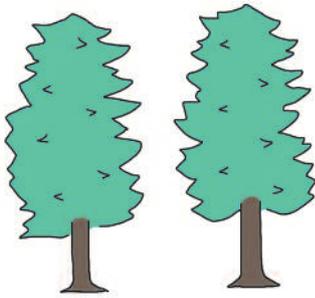
Otras células inmunitarias llegan rápidamente al escenario de los hechos, y como disparan el armamento que normalmente está pensado para los microbios, dañan tu cuerpo.

Esto es lo que llamamos alergia.





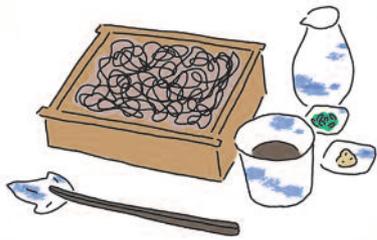
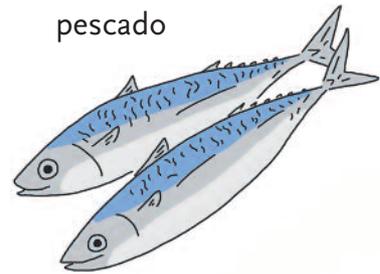
polen



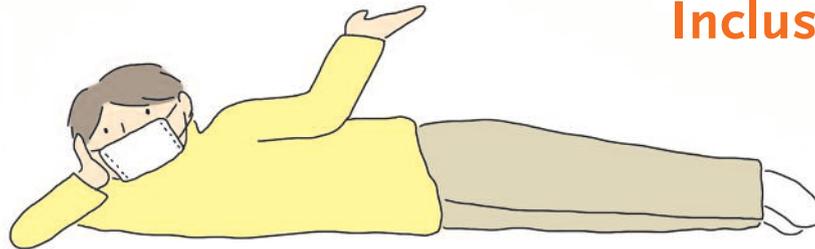
marisco



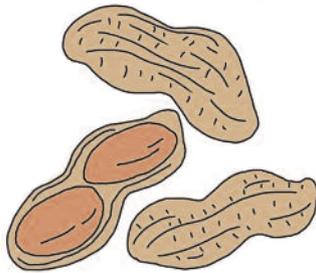
pescado



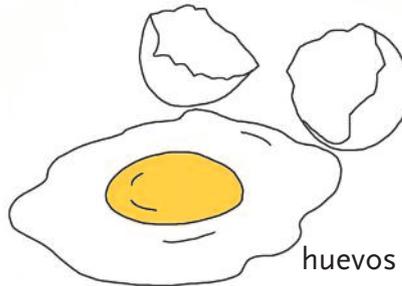
cereales



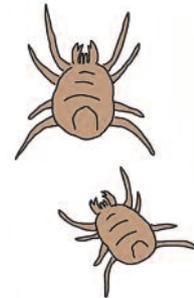
Incluso estos



cacahuetes



huevos

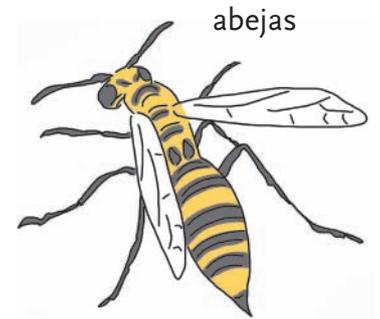
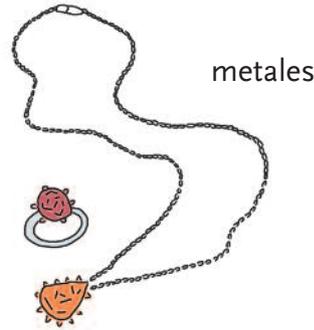


ácaros

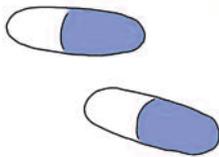
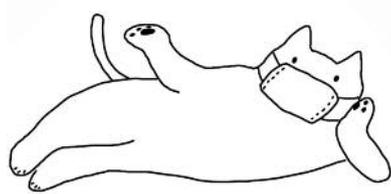
¿A qué tipo de cosas son alérgicas las personas?

Probablemente la alergia más común es la alergia al polen de ciertas plantas y árboles (como el olivo), que causan estornudos y rinitis. Otras reacciones alérgicas comunes son la urticaria que enrojece la piel y la irrita, el asma que te hace toser largo rato y las alergias a los alimentos.

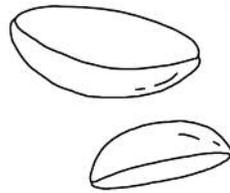
La gente también puede ser alérgica a sustancias como el pelo de los animales, los ácaros del polvo, las picaduras de las abejas o el metal de las joyas. Incluso las lentes de contacto o medicamentos como la penicilina pueden causar alergia.



elementos causan alergias



penicilina



lentes de contacto

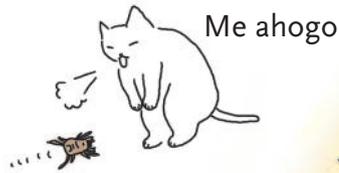


Hay que tener mucho cuidado con alimentos como las nueces, las picaduras de las abejas y la penicilina, ya que pueden causar una reacción alérgica muy violenta que afecte a todo el cuerpo. Esta reacción se conoce como **choque anafiláctico**. La mejor manera de defenderse de reacciones alérgicas como éstas es evitar el contacto y la entrada del alérgeno al cuerpo.

Las alergias pueden empezar inmediatamente después de que entre en el cuerpo (reacción inmediata) o algo más tarde (reacción retardada).

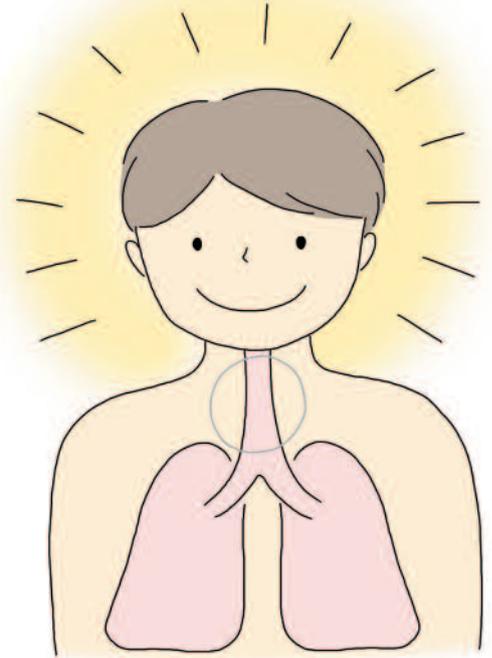
Las células inmunitarias que intervienen de manera principal en cada uno de los tipos de reacción mencionados son diferentes, como lo son también los mecanismos utilizados. Conocer mejor las diferencias entre estos mecanismos es esencial para desarrollar tratamientos contra las alergias.

Cómo se origina el asma



Miremos ahora una alergia bastante común en niños: el asma.

El asma tiene diferentes causas, pero la más común es una reacción al polvo, en concreto, a los ácaros del polvo. No habrás visto nunca un ácaro, pero si tomaras un microscopio y miraras tu colchón o una alfombra de casa ... ¡premio! Allí encontrarías miles de estos animales microscópicos. Es cierto, hay alérgenos cerca de ti, por todas partes.

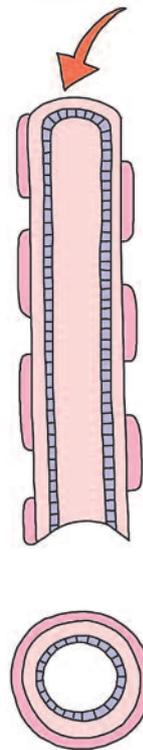


Si fueses alérgico a los ácaros, mientras respirases aire puro sin ácaros, no pasaría nada. Pero ¿qué ocurriría si empezaras a respirar aire de un lugar cerrado, con polvo y lleno de ácaros?

Pues que las vías respiratorias se irritarían tanto tiempo como las células inmunitarias mantuvieran su respuesta inflamatoria. Con el tiempo, si la irritación se prolongase, las vías respiratorias comenzarían a cambiar y los conductos por donde pasa el aire se estrecharían cada vez más y más.

El término científico para designar este cambio de forma es **remodelación**. Una vez las vías respiratorias se han remodelado, es muy difícil que recuperen su forma normal. Por este motivo el tratamiento del asma es muy complicado.

sección transversal de un bronquio o una vía respiratoria

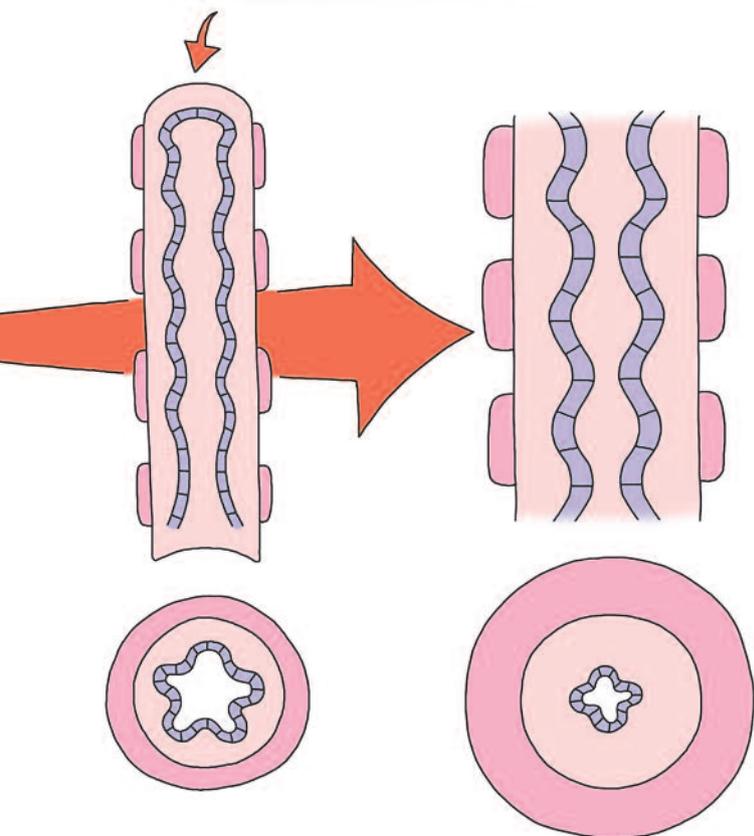
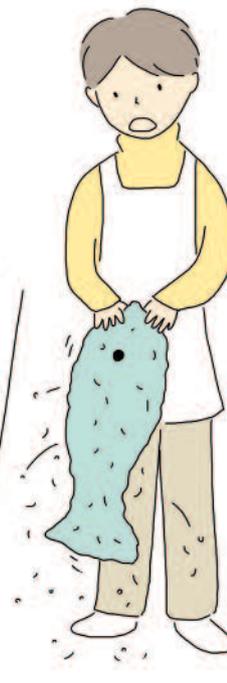




¡No lo toques!



¡Tengo que limpiar esta almohada tan sucia!



Cómo se remodelan las vías respiratorias

Es por eso que es tan importante evitar la remodelación antes de que suceda. Hay unos fármacos excelentes para tratar las alergias: los corticoides. Si fueras alérgico a los ácaros, tu doctor o doctora seguramente te trataría con estos medicamentos. Probablemente también te aconsejaría que no tuvieras ni moqueta ni alfombras y que te compraras un colchón hipoalérgico para estar menos expuesto a los ácaros.

¿Se puede curar la alergia al polen?



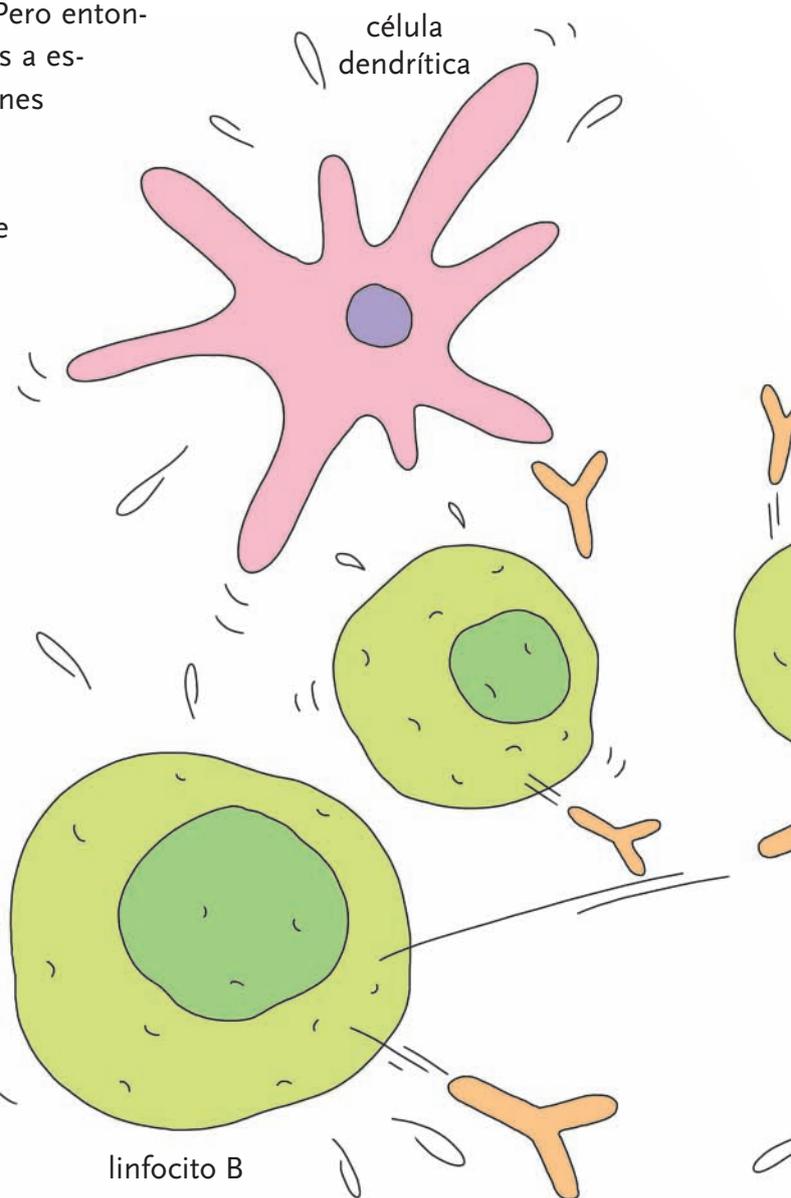
En primavera, las plantas se cubren de flores, empiezas a animarte y te apetece salir y hacer cosas... Pero entonces, justo cuando estás al aire libre comienzas a estornudar y la nariz no para de moquear. Tienes alergia al polen.

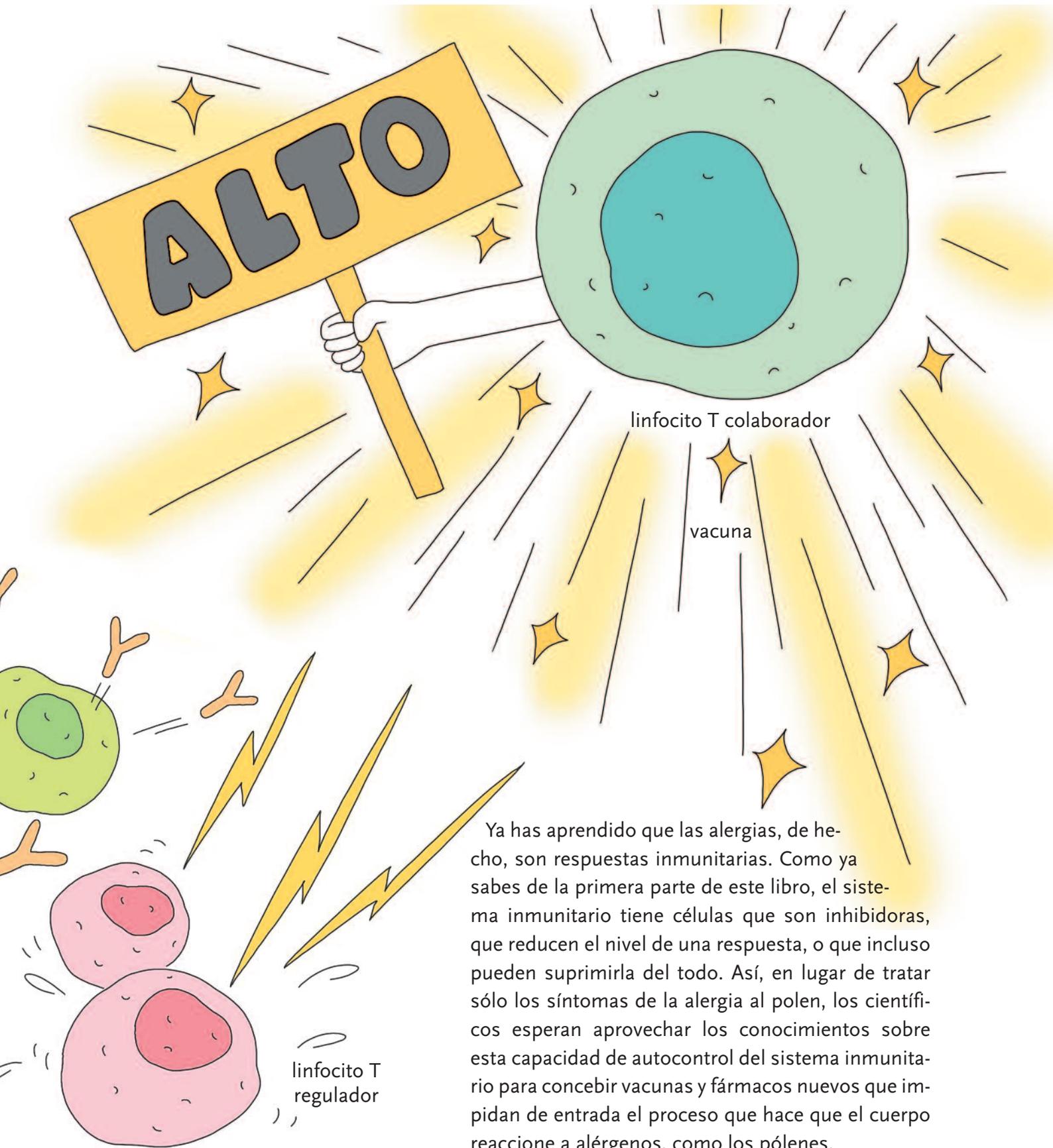
¿Verdad que no es muy divertido? ¿Se puede hacer alguna cosa para evitar las alergias causadas por el polen?

En el mundo de la inmunología, muchos investigadores se esfuerzan por ayudar a la gente que sufre alergia al polen.

Hasta el momento, los medicamentos utilizados para tratar la alergia al polen se han centrado en mejorar los síntomas, deteniendo la liberación de mediadores químicos de los mastocitos. Pero ¿qué entraña esto? Cuando la estación cambia, los tipos de pólenes en el aire también cambian. Y por norma general la gente que es alérgica a un tipo de polen, con el tiempo acaba siendo alérgica a otros tipos. Así que tratar sólo los síntomas de la alergia al polen puede suponer tener que tomar medicamentos seis meses al año o más.

¿Se puede hacer algo?





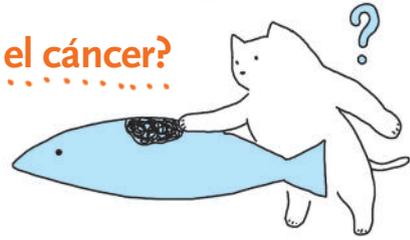
linfocito T colaborador

vacuna

linfocito T regulador

Ya has aprendido que las alergias, de hecho, son respuestas inmunitarias. Como ya sabes de la primera parte de este libro, el sistema inmunitario tiene células que son inhibitoras, que reducen el nivel de una respuesta, o que incluso pueden suprimirla del todo. Así, en lugar de tratar sólo los síntomas de la alergia al polen, los científicos esperan aprovechar los conocimientos sobre esta capacidad de autocontrol del sistema inmunitario para concebir vacunas y fármacos nuevos que impidan de entrada el proceso que hace que el cuerpo reaccione a alérgenos, como los pólenes.

4. ¿Se puede utilizar la inmunología para curar el cáncer?



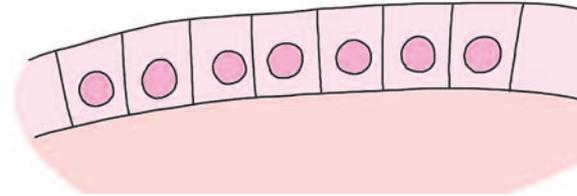
¿Qué es el cáncer?

Normalmente cada célula del cuerpo se comunica con las células vecinas para multiplicarse, detenerse, actuar o morir, y así, de manera colectiva, las células forman un tejido sano.

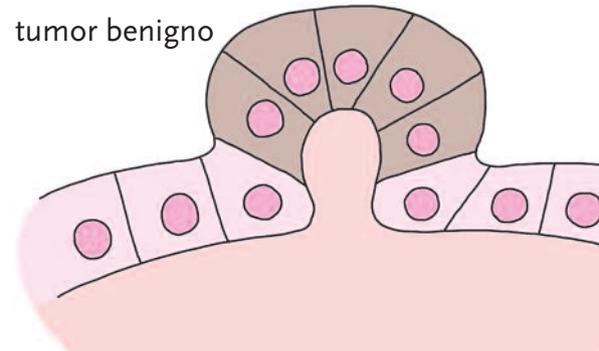
En cambio, a veces, algunos genes de una célula se estropean y ya no pueden fabricar con normalidad las proteínas de las que son responsables. Como resultado, la célula no puede comunicarse bien con las células vecinas. Si esta célula comienza a multiplicarse, provoca que el tejido se transforme en lo que llamamos tumor. En este estado el tumor es benigno y no te hará ningún daño.

Desgraciadamente, estas células alteradas pueden empeorar. Estas células transformadas ya no sólo forman tumores allí donde aparecen, sino que invaden los tejidos de los alrededores o utilizan los fluidos corporales como la sangre y la linfa para migrar a otras partes del cuerpo para multiplicarse y formar nuevos tumores (metástasis). En ese momento estos tumores se denominan cáncer y las células que los forman son muy peligrosas porque pueden acabar con tu vida.

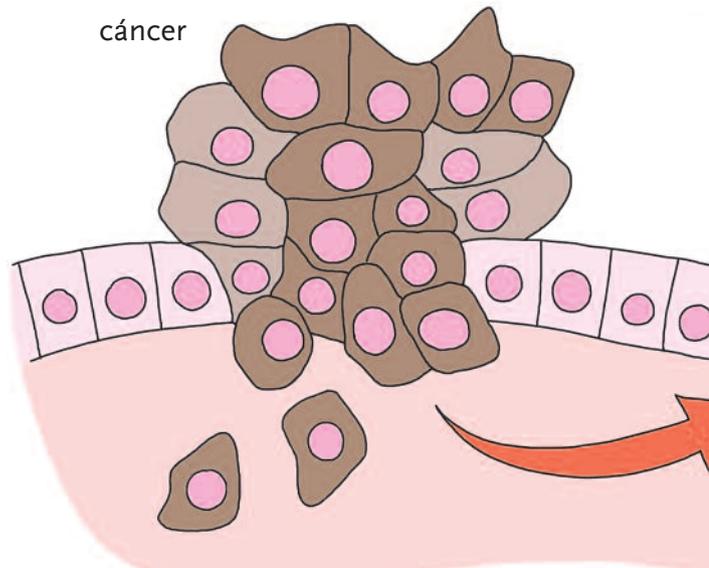
tejido normal

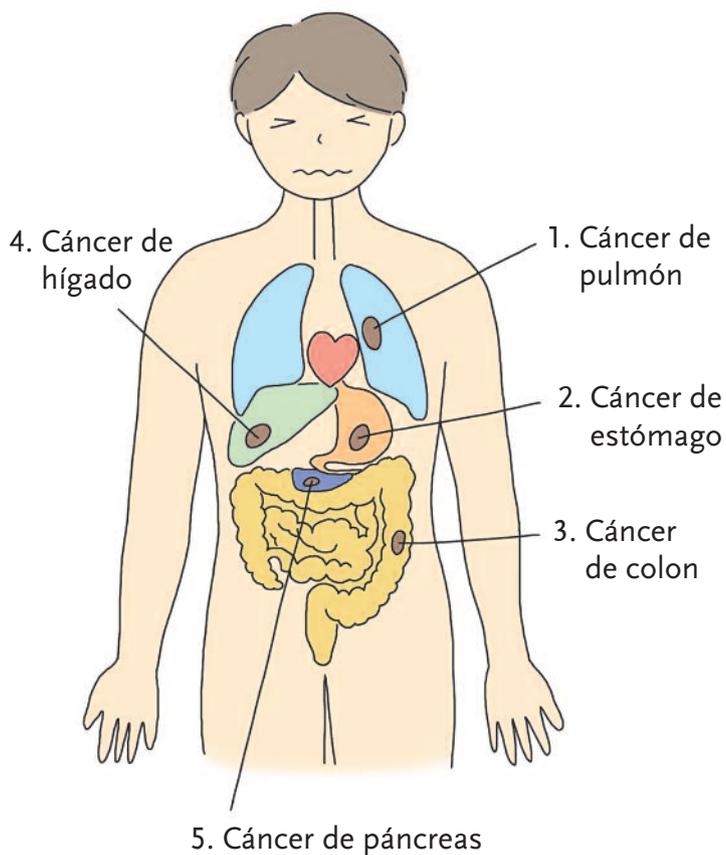


tumor benigno



cáncer





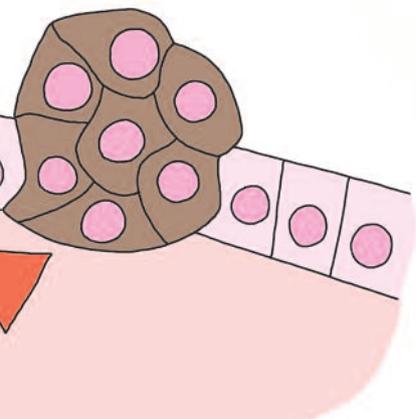
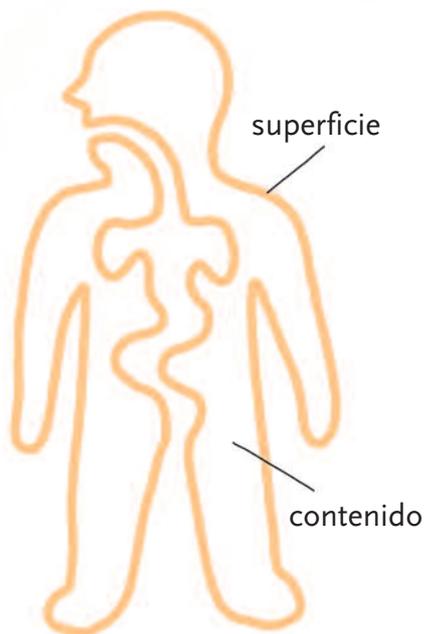
El cáncer puede darse en cualquier tejido. El cáncer más común en humanos a nivel mundial es el cáncer de pulmón, seguido por el de estómago, colon, hígado y mama.

Personas de todo el mundo esperan que algún día los investigadores sean capaces de encontrar una cura para el cáncer.

¿Qué tipos de cáncer existen?

Nuestro cuerpo se puede dividir entre lo que consideramos **superficie** y lo que llamamos **contenido**. Aunque los órganos digestivos como el estómago y el intestino están dentro del cuerpo, se consideran una superficie. Los cánceres formados en estos tejidos de la superficie se denominan carcinomas. Los otros cánceres reciben nombres diferentes dependiendo del lugar donde se originen. Por ejemplo, el cáncer de los huesos y los músculos se denomina sarcoma y el cáncer de los linfocitos, linfoma.

Todos estos cánceres invaden los tejidos y se extienden por todo el cuerpo de manera similar, pero los cánceres formados en los tejidos de la superficie (carcinomas) son más comunes y se dan más a menudo en personas mayores.



Cómo actúa el sistema inmunitario contra el cáncer



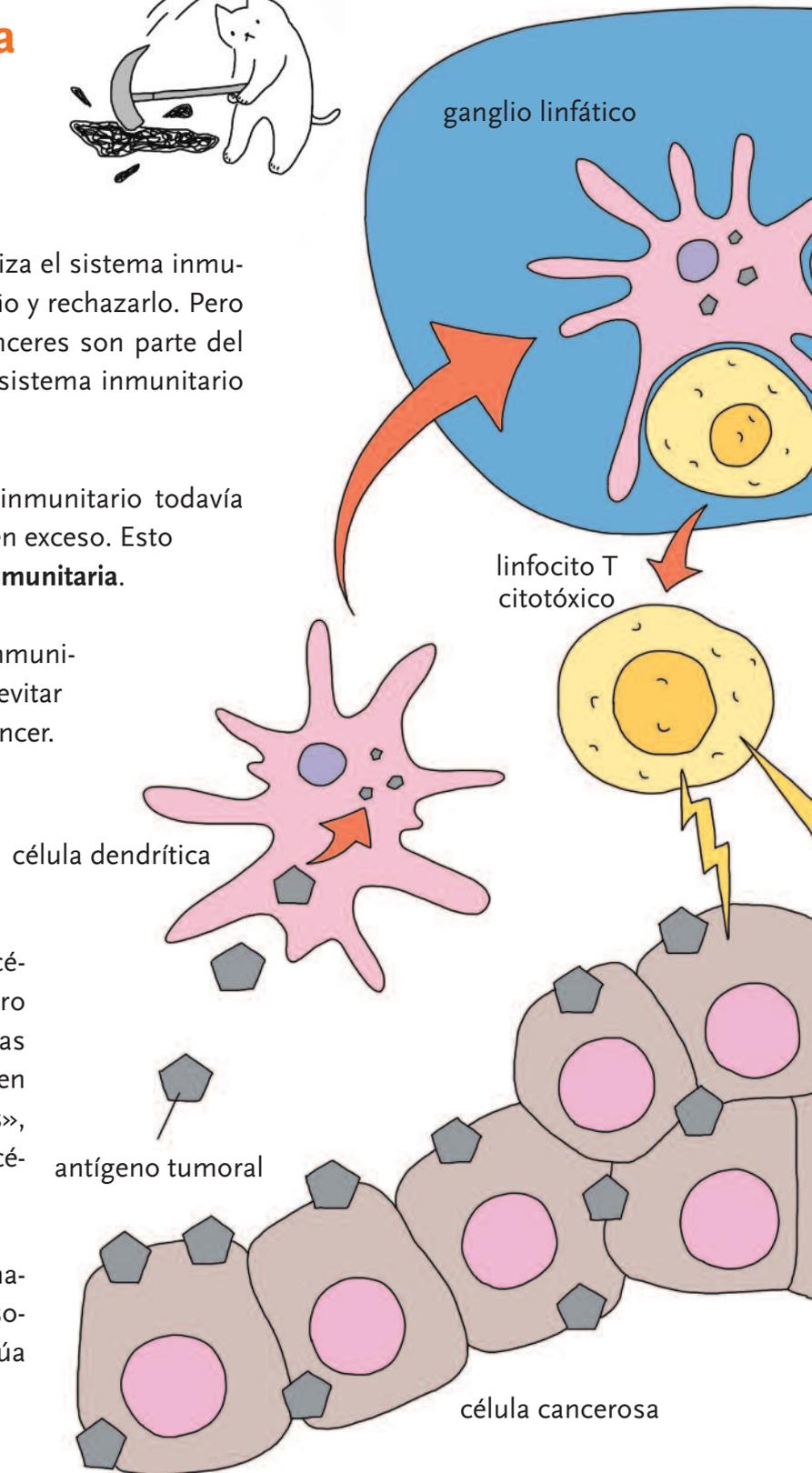
Hemos aprendido que el cuerpo utiliza el sistema inmunitario para reconocer lo que es extraño y rechazarlo. Pero ahora acabamos de saber que los cánceres son parte del cuerpo. Así pues, ¿cómo se ocupa el sistema inmunitario del cáncer?

Si se forma un cáncer, el sistema inmunitario todavía podría eliminarlo mientras no crezca en exceso. Esto es lo que se conoce como **vigilancia inmunitaria**.

Miremos cómo funciona el sistema inmunitario para entender por qué no puede evitar completamente que enfermemos de cáncer.

Como acabamos de comentar, las células del cáncer forman parte de ti, pero se comportan de forma diferente que las demás células; algunas a veces producen proteínas alteradas o proteínas «nuevas», diferentes de las producidas por otras células.

Estas proteínas, a menudo denominadas antígenos tumorales o antígenos asociados a tumores, son sobre las que actúa el sistema inmunitario.

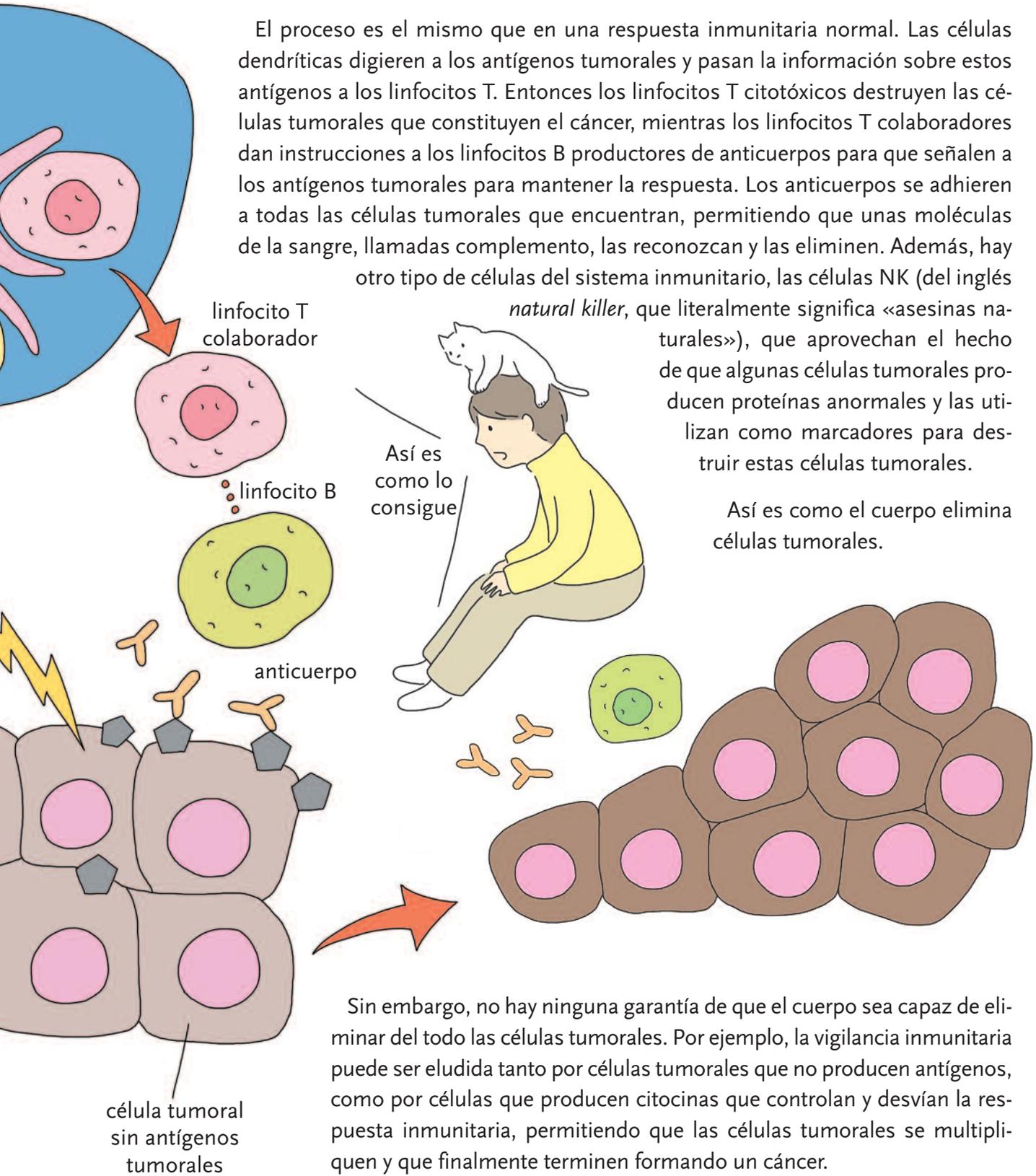


En el momento en que el sistema inmunitario detecta antígenos tumorales, sus células inician un ataque.

El proceso es el mismo que en una respuesta inmunitaria normal. Las células dendríticas digieren a los antígenos tumorales y pasan la información sobre estos antígenos a los linfocitos T. Entonces los linfocitos T citotóxicos destruyen las células tumorales que constituyen el cáncer, mientras los linfocitos T colaboradores dan instrucciones a los linfocitos B productores de anticuerpos para que señalen a los antígenos tumorales para mantener la respuesta. Los anticuerpos se adhieren a todas las células tumorales que encuentran, permitiendo que unas moléculas de la sangre, llamadas complemento, las reconozcan y las eliminen. Además, hay otro tipo de células del sistema inmunitario, las células NK (del inglés

natural killer, que literalmente significa «asesinas naturales»), que aprovechan el hecho de que algunas células tumorales producen proteínas anormales y las utilizan como marcadores para destruir estas células tumorales.

Así es como el cuerpo elimina células tumorales.



Sin embargo, no hay ninguna garantía de que el cuerpo sea capaz de eliminar del todo las células tumorales. Por ejemplo, la vigilancia inmunitaria puede ser eludida tanto por células tumorales que no producen antígenos, como por células que producen citocinas que controlan y desvían la respuesta inmunitaria, permitiendo que las células tumorales se multipliquen y que finalmente terminen formando un cáncer.

El tratamiento del cáncer con inmunoterapia

Incluso las células tumorales que consiguen evitar la vigilancia inmunitaria del cuerpo y se multiplican tienen algún tipo de antígeno. Inducir una respuesta inmunitaria contra estos antígenos podría ser una manera de curar el cáncer. Esto es lo que intentan varios ensayos clínicos que se llevan a cabo actualmente en todo el mundo.

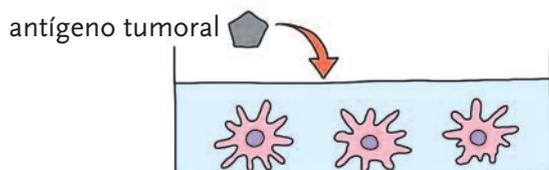


Terapia con vacunas contra el cáncer

El tratamiento mediante la combinación de antígenos tumorales y de agentes que estimulan el sistema inmunitario (adyuvantes) resulta prometedor como vacuna terapéutica contra determinados tipos de cáncer.

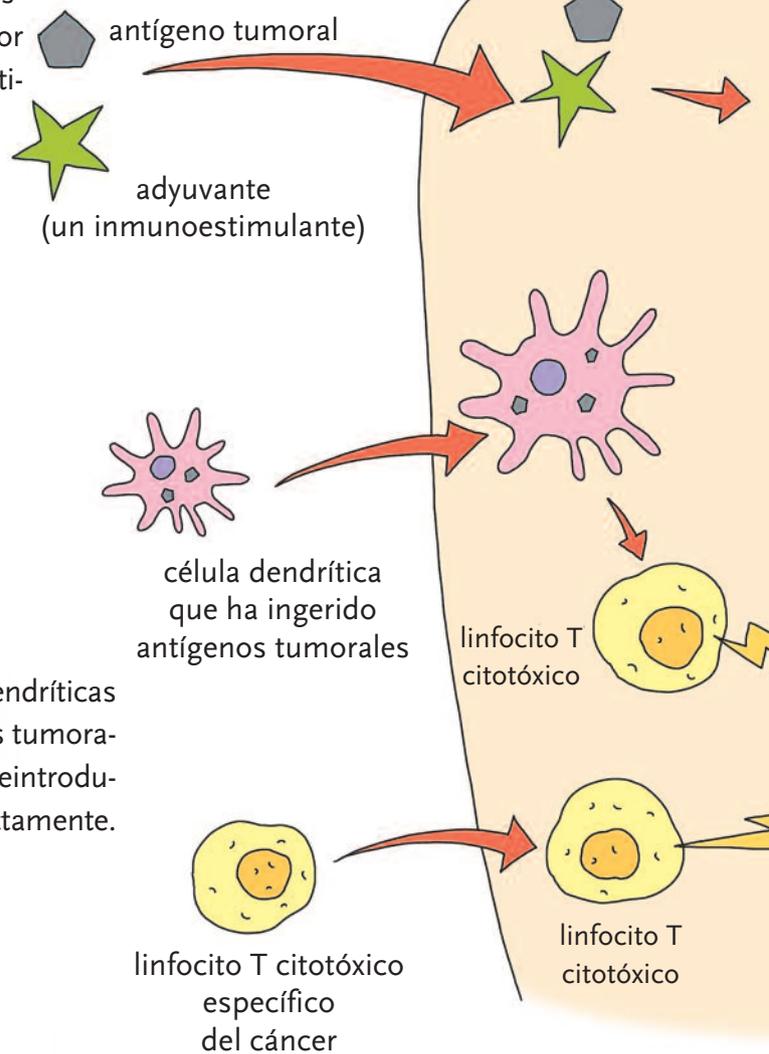
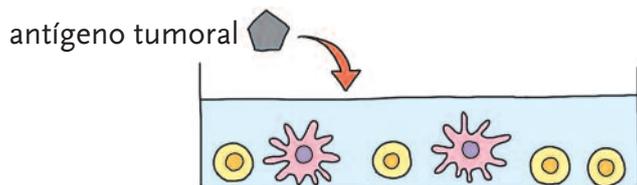
Terapia con células dendríticas

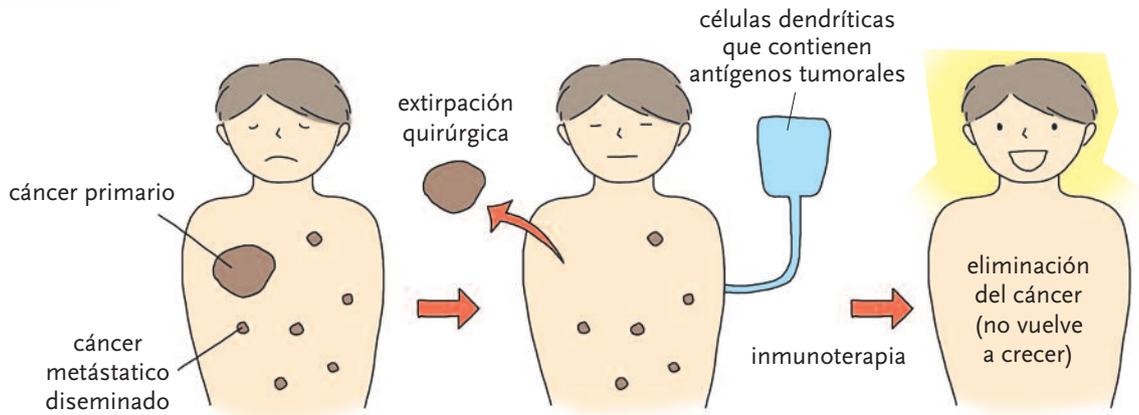
Esta opción supone obtener células dendríticas del cuerpo, incorporarles los antígenos tumorales y luego reintroducirlas en el cuerpo para luchar contra el cáncer.



Terapia con linfocitos T específicos

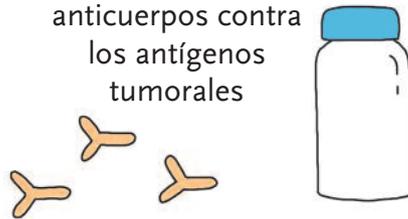
Se obtienen linfocitos T citotóxicos y células dendríticas del propio paciente y se estimulan con antígenos tumorales en un cultivo. Los linfocitos T citotóxicos se reintroducen en el cuerpo para que ataquen al cáncer directamente.





La inmunoterapia por sí sola no es capaz de destruir tumores voluminosos o diseminados. Estos cánceres es preciso extirparlos quirúrgicamente primero y después emplear la inmunoterapia para terminar de eliminar los restos del tumor que quedan en un cáncer metastático. De este modo, la inmunoterapia parece ser una vía eficaz para evitar la reaparición (recurrencia) y la progresión del cáncer.

anticuerpos contra los antígenos tumorales



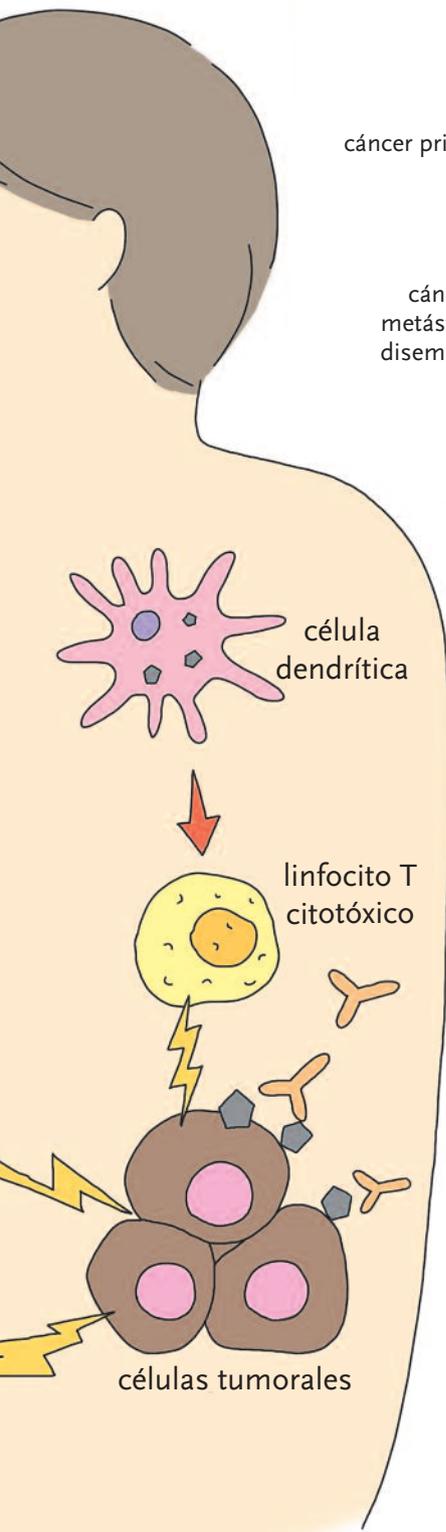
Terapia con anticuerpos

La terapia con anticuerpos consiste en el tratamiento con anticuerpos dirigidos contra los antígenos tumorales.

La mayoría de las inmunoterapias aún se encuentran en fase experimental. Sin embargo, algunos tipos, como la terapia con anticuerpos contra ciertos tipos concretos de cáncer, ya se han introducido como tratamientos de uso habitual.

Antes no se podía hacer nada por los pacientes en los que el cáncer se había extendido por todo el cuerpo. Sin embargo, la inmunoterapia parece tener el potencial para ayudarlos.

Estamos convencidos de que el futuro es muy prometedor.



Comentario final a la edición japonesa

Este libro forma parte de las campañas de difusión de la Sociedad Japonesa de Inmunología (JSI). Lo creamos porque estamos convencidos de que la JSI debería ofrecer a todos, desde los niños de primaria a los adultos, un libro que les dé un acceso sencillo al mundo de la inmunología. Combinando un contenido riguroso con un formato cercano, la finalidad del libro fue proporcionar un primer acercamiento al tema, con la esperanza de que despierte el interés para explorarlo un poco más.

El proyecto comenzó con la creación de paneles de exhibición y guías para el acto de difusión organizado por la Sociedad Japonesa de Inmunología dentro del *Meneki Fushigi Mirai* en 2007 (un acto abierto al público que se celebra en Tokio). Compilar un libro así para el público general supuso todo un nuevo reto, pero dado que la JSI se ha convertido en una organización especializada sin ánimo de lucro, dar información comprensible y difundirla ha adquirido para nosotros un gran significado. En este sentido, la publicación de este libro se puede considerar como una prueba de cómo organizaciones como la nuestra pueden encontrar una función apropiada en el mundo actual. Creemos que las actividades de difusión como éstas ofrecen también a los investigadores una buena oportunidad para replantearse su función pública. Si la publicación de este libro proporciona algún beneficio a la sociedad y a sus miembros y, por extensión, contribuye al progreso de la inmunología y de la sociedad, ya será un gran éxito.

Quisiera expresar aquí el agradecimiento más sincero a todos los miembros de la JSI empezando por el presidente, el Dr. Masayuki Miyasaka, por su orientación y apoyo desde el inicio del proyecto. También, al Dr. Hiroshi Kiyono, por su gran esfuerzo para poner en marcha el proyecto. Y a los coautores del libro, el Dr. Hiroshi Kawamoto, jefe del Comité para la Promoción de la Educación, y el Dr. Toshiaki Ohteki, la Dra. Noriko Sorimachi, el Dr. Shinsuke Taki, y la Dra. Sachiko Miyake, del Comité de Asuntos Externos, por su dedicación a la hora de decidir el contenido, el formato y el texto del libro. Por otro lado, también quiero agradecer a la señora Shinobu Yamashita del Departamento de Edición de Yodosha, por su paciencia durante las continuas negociaciones, y a la señora Tomoko Ishikawa, nuestra ilustradora, por la buena respuesta a nuestras muchas peticiones de detalles.

Abril del 2008

Sociedad Japonesa de Inmunología (JSI)
Dr. Yousuke Takahama

Realizado por la **Sociedad Japonesa de Inmunología (JSI)**

Ilustrado por **Tomoko Ishikawa**

La traducción al inglés por **Anjali Patel** y la publicación en inglés ha sido posible gracias al soporte de la Federación Europea de Sociedades de Inmunología (EFIS).

La publicación en español ha sido posible gracias a una colaboración entre la Sociedad Española de Inmunología (SEI), la Federación Europea de Sociedades de Inmunología (EFIS) y la Fundación Dr. Antonio Esteve.



European Federation of
Immunological Societies



SEI
Sociedad española
de Inmunología



FUNDACIÓN
**DR. ANTONIO
ESTEVE** 30
años

ISBN 978-84-942571-2-4



9 788494 257124

www.efis.org www.inmunologia.org www.esteve.org