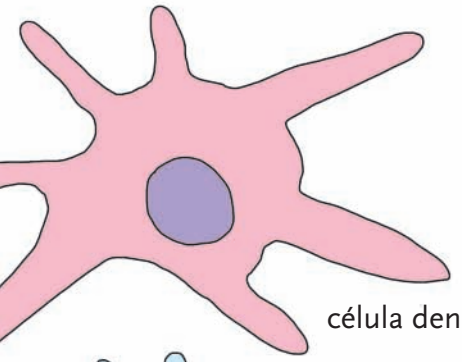
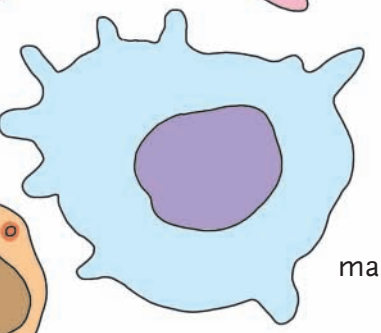
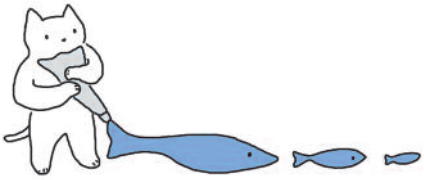
3. Dónde se producen las células del sistema inmunitario y dónde actúan



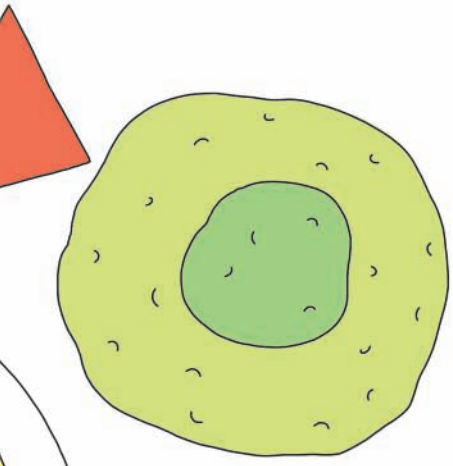


¿Dónde se producen las células inmunitarias?



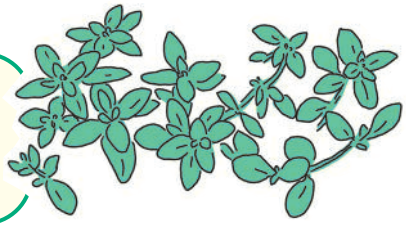
Todas las células inmunitarias son glóbulos blancos, y se producen en los huesos. Los huesos son muy duros, pero tienen un núcleo blando esponjoso llamado **médula ósea**. Los glóbulos sanguíneos se forman a partir de unas células muy especiales de la médula ósea que tienen un nombre complicadísimo: **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.

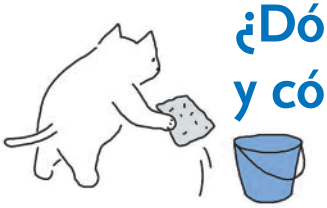


A través de los vasos sanguíneos, las células inmunitarias que se acaban de producir pasan a la circulación sanguínea desde la médula ósea o el timo. De esta manera son capaces de emigrar a los ganglios linfáticos y al bazo, lugares donde ocurre la respuesta inmunitaria, para empezar su trabajo.

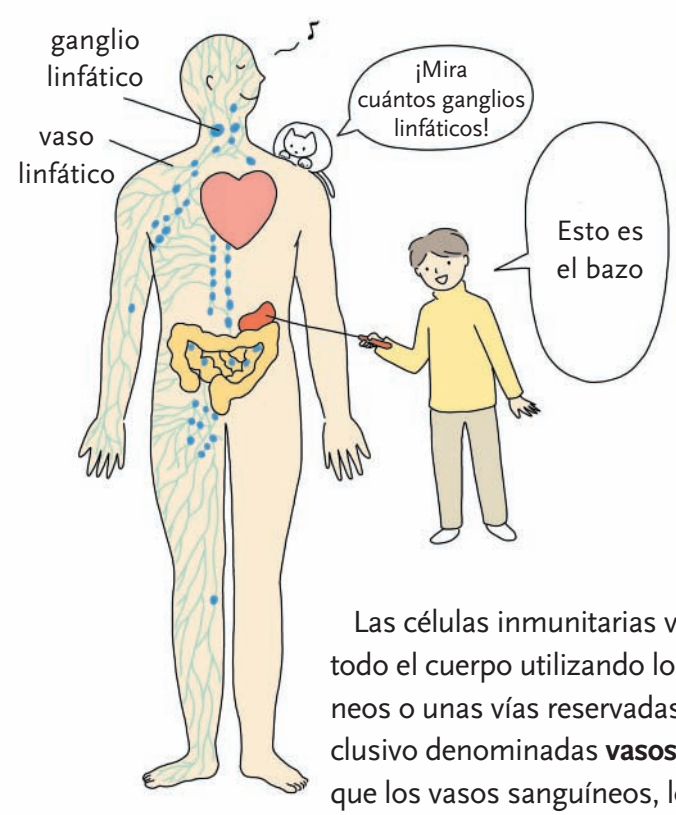
¿Por qué se llama así el timo? Algunos creen que es porque el timo de vaca (*thymus* en inglés), que a veces se cocina, huele como el tomillo (*thyme* en inglés).



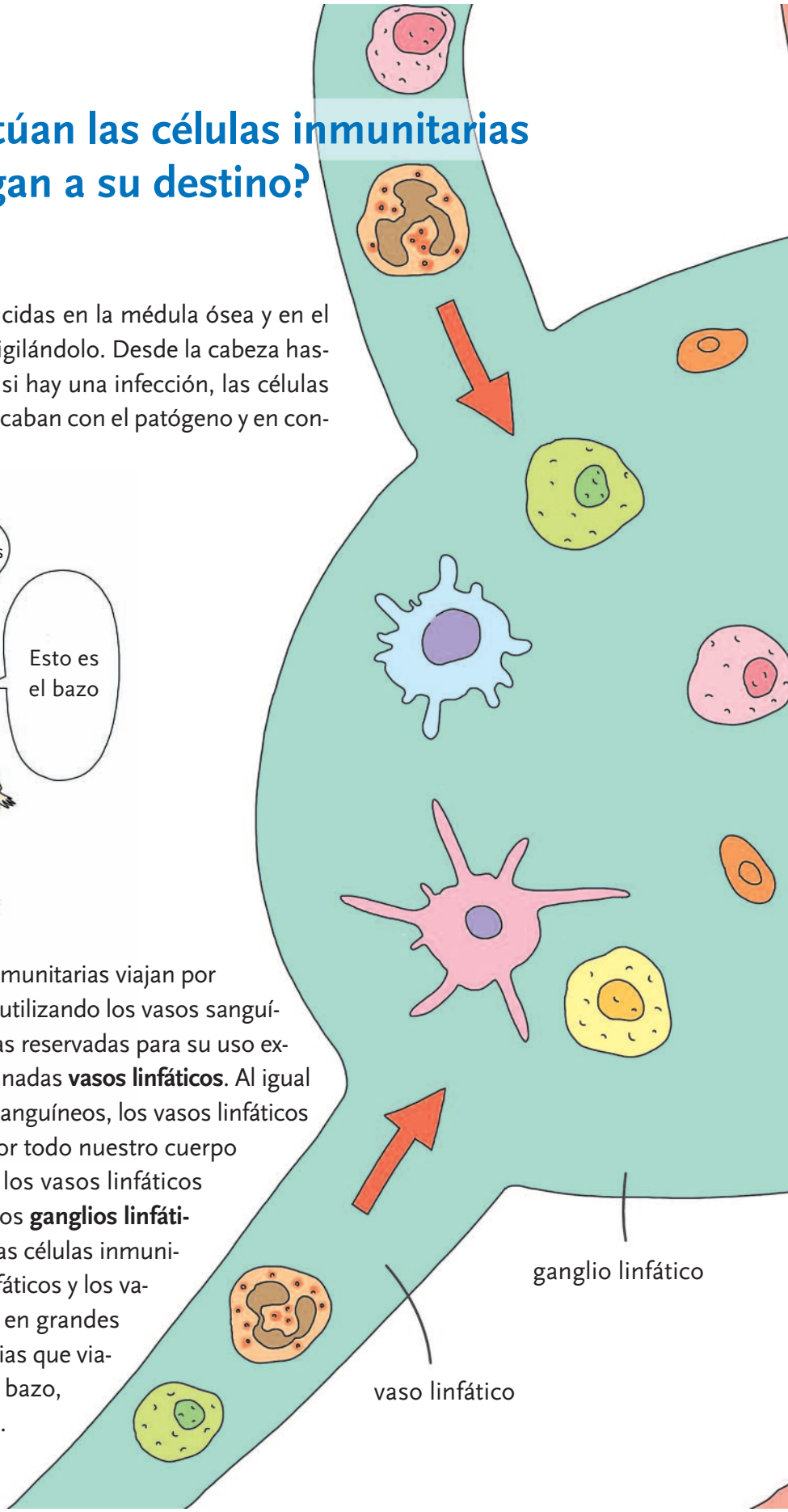
¿Dónde actúan las células inmunitarias y cómo llegan a su destino?

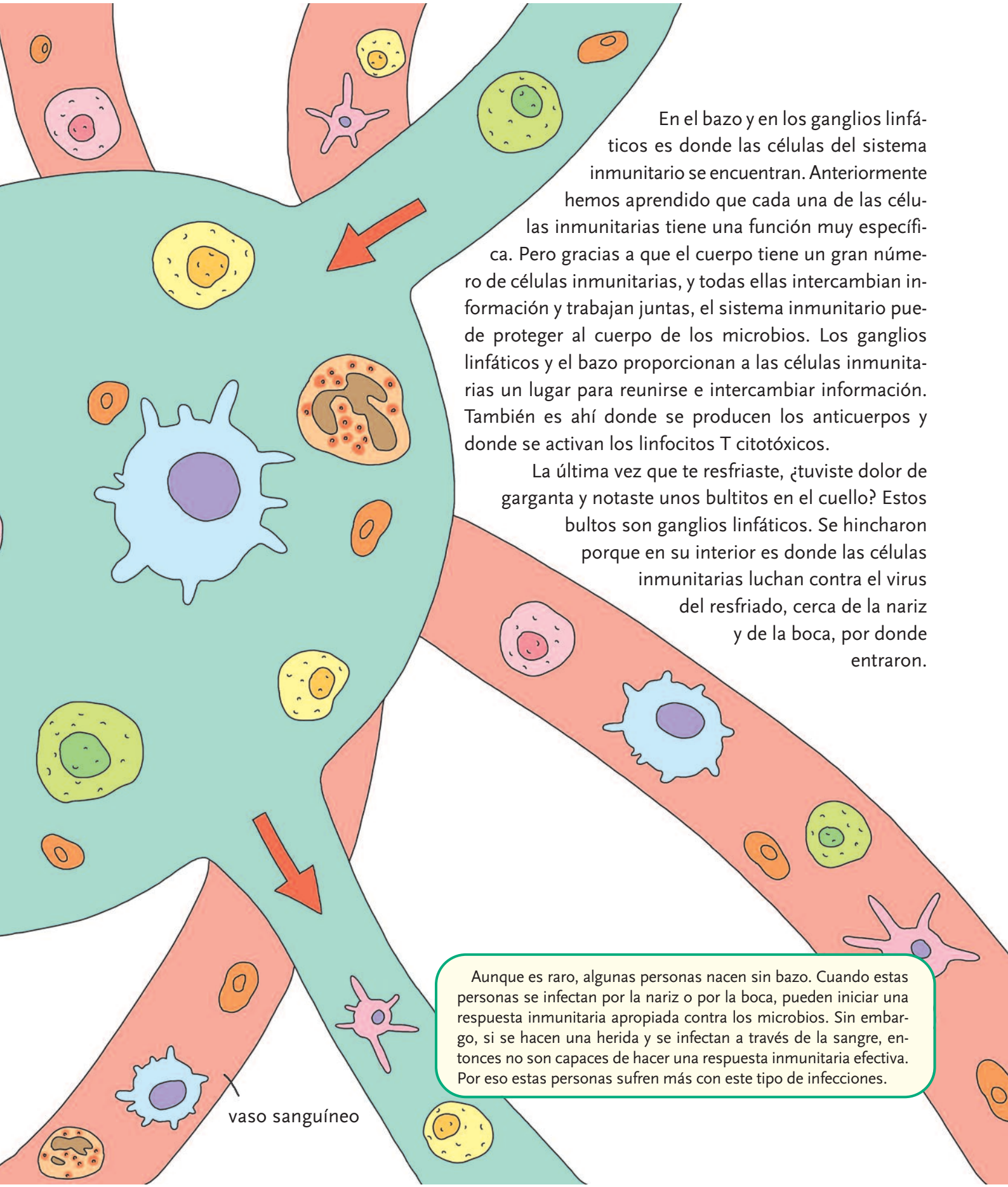


Las células inmunitarias producidas en la médula ósea y en el timo viajan por todo el cuerpo, vigilándolo. Desde la cabeza hasta la punta de los dedos del pie, si hay una infección, las células inmunitarias se dirigen al lugar, acaban con el patógeno y en consecuencia nos protegen.



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.



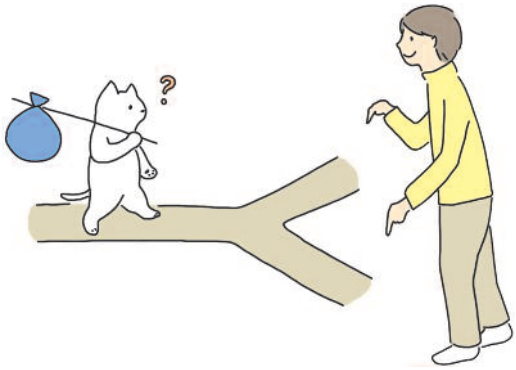


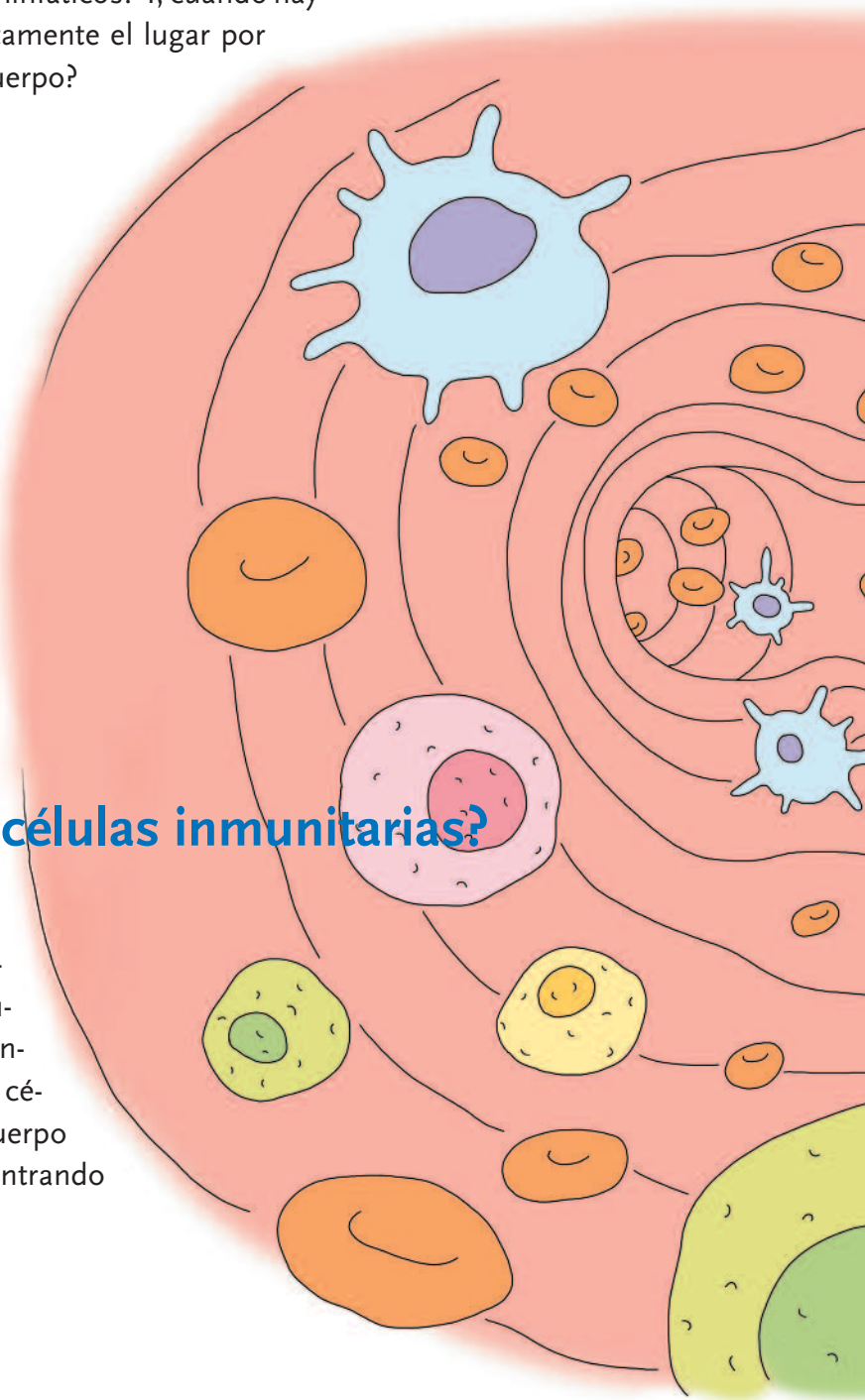
En el bazo y en los ganglios linfáticos es donde las células del sistema inmunitario se encuentran. Anteriormente hemos aprendido que cada una de las células inmunitarias tiene una función muy específica. Pero gracias a que el cuerpo tiene un gran número de células inmunitarias, y todas ellas intercambian 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.

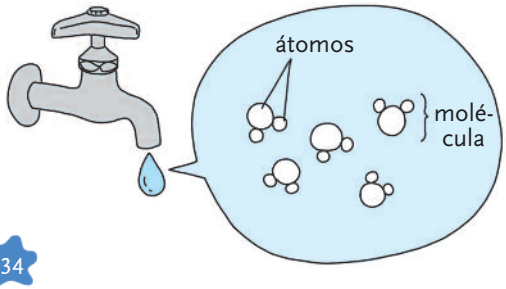
Hemos mencionado que las células inmunitarias utilizan la sangre y los vasos linfáticos para patrullar por el cuerpo. ¿Pero cómo encuentran el camino hacia los ganglios linfáticos? Y, cuando hay una infección, ¿cómo encuentran exactamente el lugar por donde los patógenos han invadido el cuerpo?





¿Cómo se orientan las células inmunitarias?

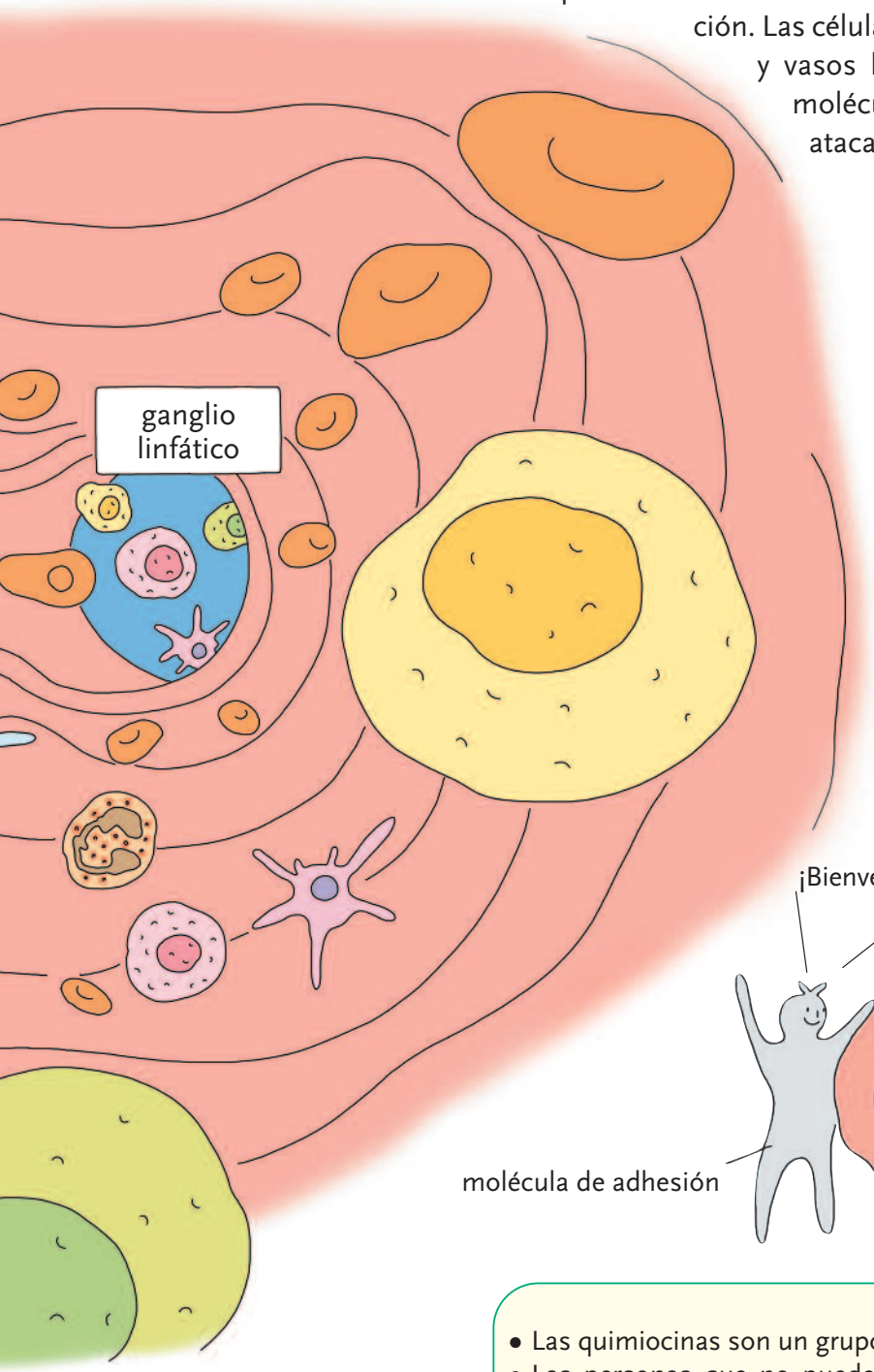
Las células del sistema inmunitario encuentran a los ganglios linfáticos porque los ganglios producen unas moléculas que funcionan como rótulos que anuncian «ésto es un ganglio linfático». Las células inmunitarias que circulan por el cuerpo reconocen estas señales y responden entrando en los ganglios.



* 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.



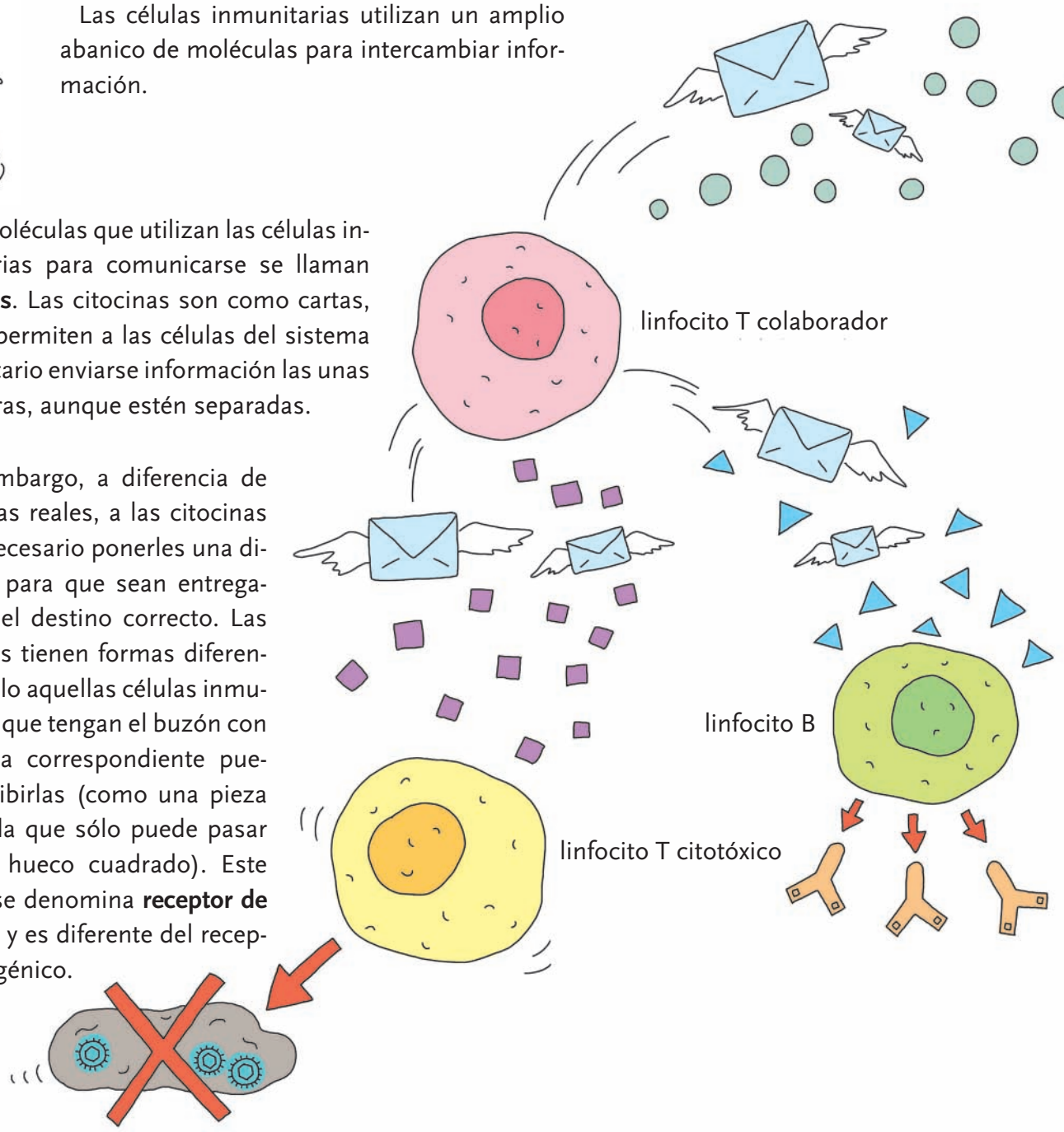
- Las quimiocinas son un grupo bien conocido de quimiotácticos.
- Las personas que no pueden producir moléculas de adhesión no pueden desarrollar una respuesta inmunitaria adecuada porque sus linfocitos tienen dificultades para entrar en los ganglios linfáticos.

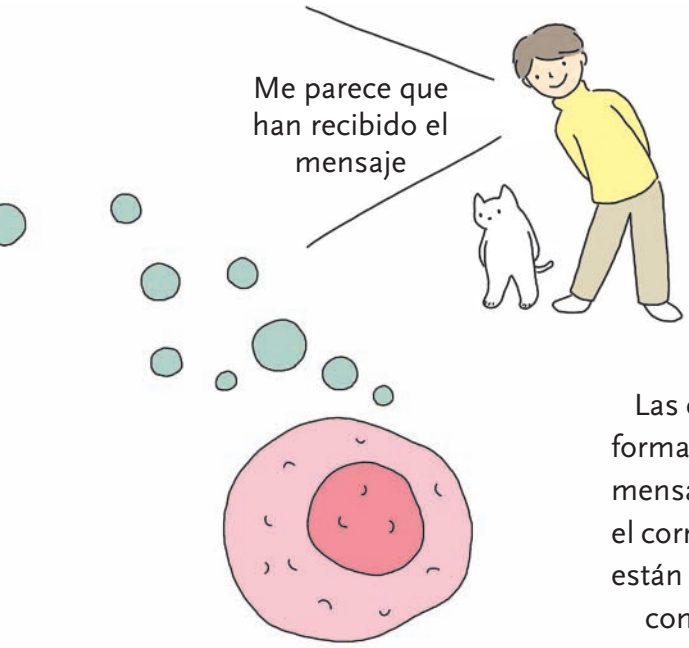
Cómo se ayudan entre sí las células inmunitarias

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.

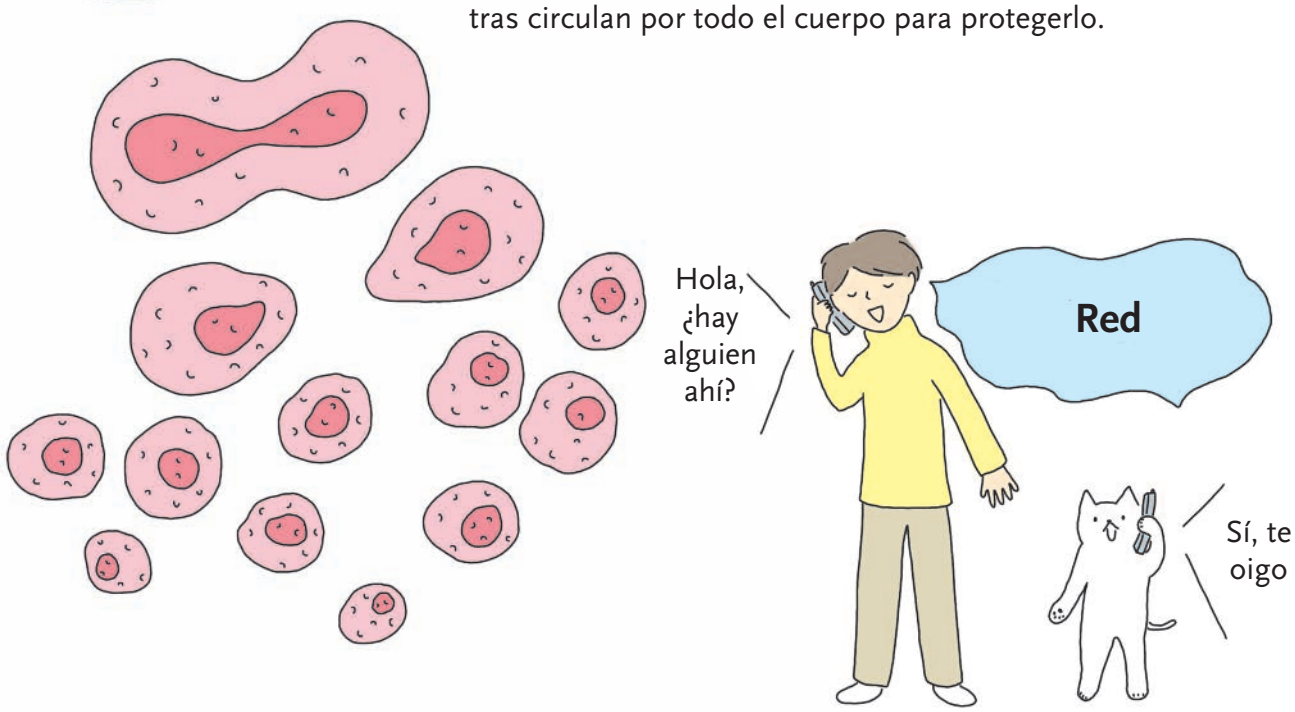
Sin embargo, a diferencia de las cartas reales, a las citocinas no es necesario ponerles una dirección para que sean entregadas en el destino correcto. Las citocinas tienen formas diferentes, y sólo aquellas células inmunitarias que tengan el buzón con la forma correspondiente pueden recibirlas (como 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

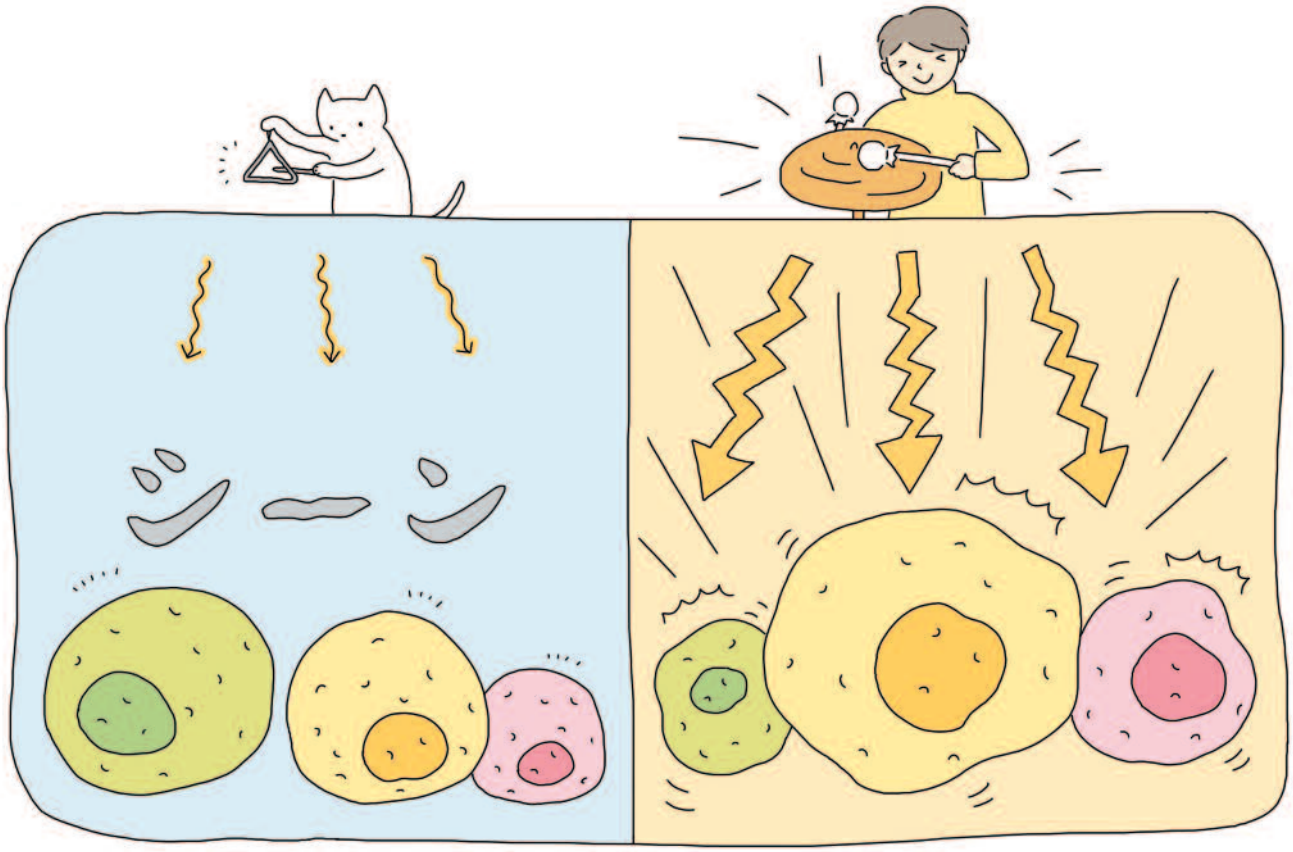
El ataque que las células inmunitarias realizan para liberar al organismo de los patógenos se llama **respuesta inmunitaria**.

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.

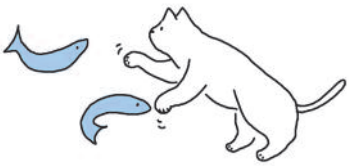
El sistema inmunitario tiene varias maneras de evitar el inicio una respuesta excesiva. Dispone de moléculas y células que tienen el papel de inhibir la respuesta inmunitaria. Una célula que está especializada en esta tarea es el **linfocito T regulador**.

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.

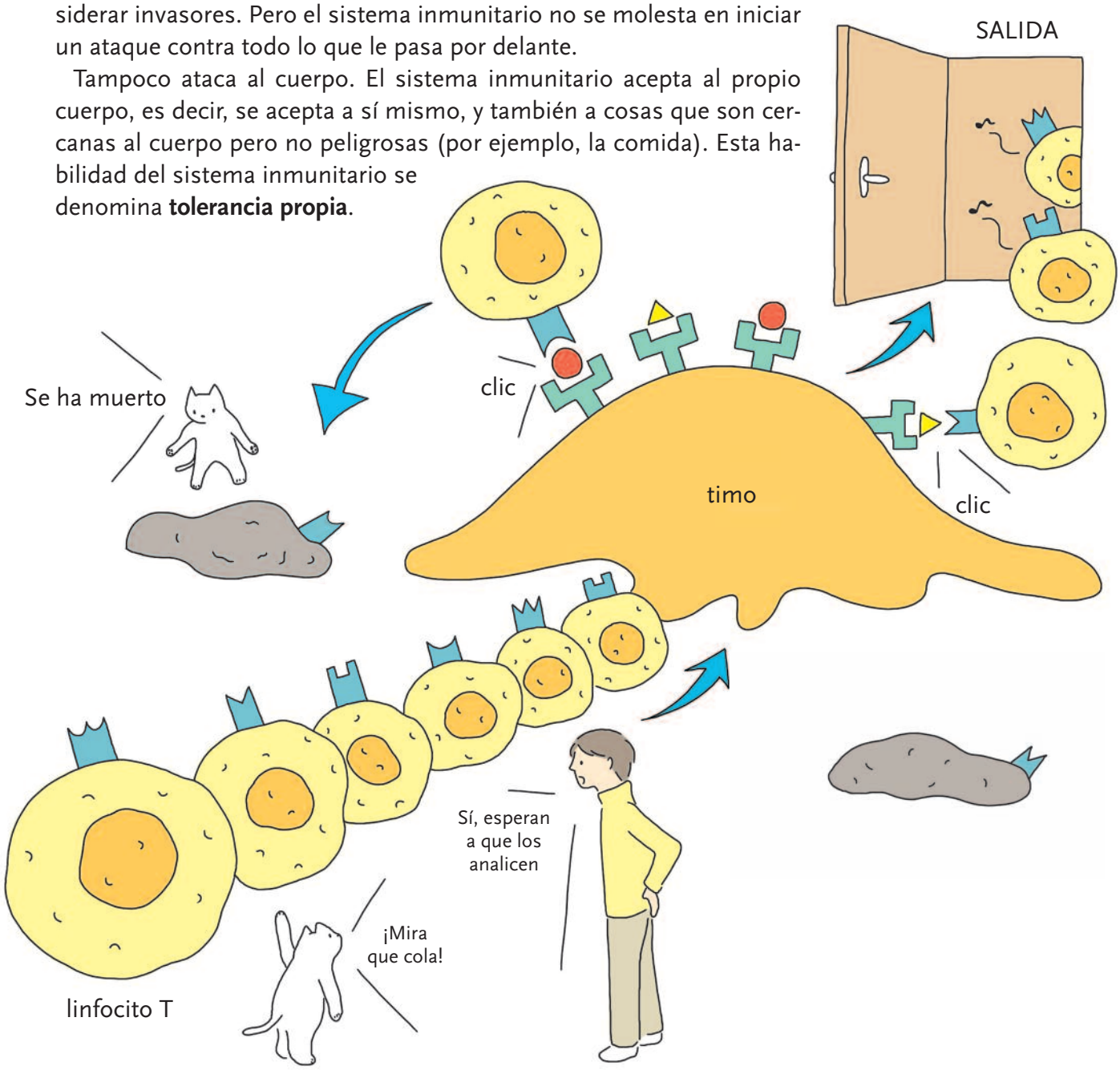


Por qué el sistema inmunitario no ataca a nuestro cuerpo o a la comida que ingerimos



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.