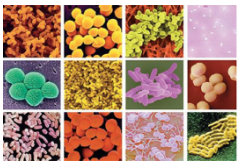
TEMA 17: DEFENSAS DEL ORGANISMO FRENTE A LA ENFERMEDAD. SISTEMA INMUNE. ANTICUERPOS.

⇒ INTRODUCCIÓN GENERAL: ¿CÓMO SE DEFIENDE EL CUERPO FRENTE A LAS INVASIONES?

El cuerpo humano está en una **lucha constante** contra amenazas externas. Estas amenazas pueden ser:



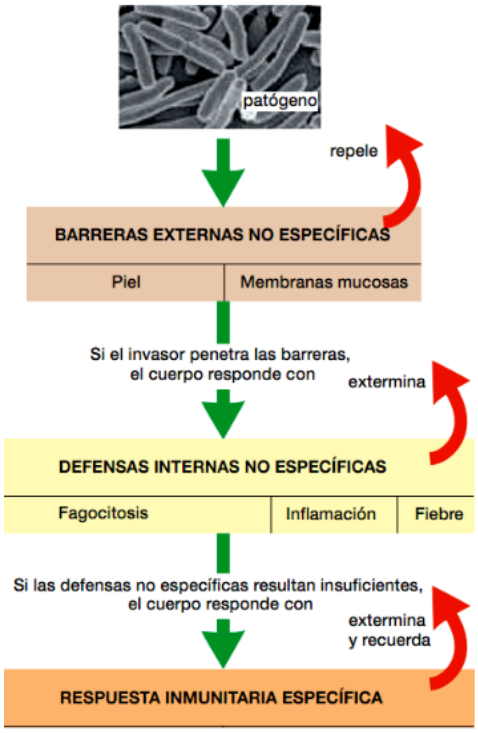


- **Microbios** (bacterias, virus, hongos, parásitos), que buscan entrar, multiplicarse y sobrevivir dentro del cuerpo.
- **Sustancias tóxicas** del entorno que pueden dañar células o tejidos.
- **Parásitos**, con los que mantenemos una especie de "guerra evolutiva": nuestras defensas mejoran, pero también mejoran sus formas de ataque.

⇒ NIVELES DE DEFENSA FRENTE A LAS INFECCIONES

Nuestro cuerpo tiene **tres líneas de defensa**, organizadas por nivel de complejidad y especificidad:

1. **Barreras externas** (primera línea):
   - Impiden que los microbios entren.
   - Son estructuras físicas o químicas, como la piel o el ácido del estómago.
2. **Defensas internas inespecíficas** (segunda línea):
   - Actúan contra cualquier invasor que haya superado las barreras externas.
   - No distinguen qué microbio es: reaccionan igual frente a todos.
3. **Respuesta inmunitaria específica** (tercera línea):
   - Es la defensa más sofisticada.
   - **Reconoce con precisión** al invasor.
   - Lo **destruye de forma selectiva**.
   - Además, **lo recuerda**, por si vuelve a aparecer (esto es la base de las vacunas).



Vamos con la **primera línea de defensa** del cuerpo: **las barreras externas**. Esta parte es fundamental porque es como tener una muralla que impide que los enemigos (microbios) entren al "castillo" (nuestro cuerpo).

⇒ BARRERAS EXTERNAS: LA PRIMERA LÍNEA DE DEFENSA

Su objetivo es claro: **evitar que los invasores entren**. Estas barreras se encuentran en **superficies del cuerpo que están en contacto con el ambiente exterior**, como la piel, los ojos, la boca, los pulmones o el aparato digestivo.

VEAMOS UNA POR UNA:

ZONA O SISTEMA	MECANISMO DE DEFENSA
Ojos (lágrimas)	Limpian el ojo y contienen **lisozima**, una enzima que destruye bacterias.
Piel	Barrera física muy resistente. Además: – Tiene un **pH ácido** que impide microbios. – Las glándulas sudoríparas y sebáceas secretan sustancias **antimicrobianas**.
Boca (saliva)	Arrastra microbios fuera de la cavidad bucal.
Tracto respiratorio	Produce **moco** que atrapa patógenos. Los cilios (pelitos móviles) los expulsan.
Estómago	Su **ácido** (pH) mata a la mayoría de los microbios que llegan con los alimentos.
Vejiga urinaria	La orina arrastra microbios fuera del tracto urinario (uretra).
Intestino grueso	Contiene muchas **bacterias beneficiosas** que impiden que otros microbios dañinos colonicen el intestino.

Estas barreras **no atacan directamente a los microbios**, pero **impiden que entren** o bien **los arrastran fuera**. Son como filtros o trampas naturales.



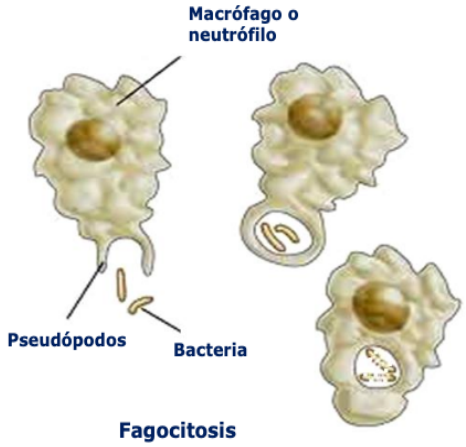


⇒ **DEFENSAS INTERNAS INESPECÍFICAS**

Estas entran en acción cuando un microbio consigue **superar las barreras externas** y logra penetrar en el cuerpo.

Se llaman **inespecíficas** porque **no distinguen entre tipos concretos de invasores**: atacan a todo lo que parezca extraño. Actúan siempre igual, sea cual sea el patógeno (virus, bacteria, hongo…).

Estas defensas se dividen en **cuatro categorías principales**:



1. Células fagocíticas (destruyen a los microbios invasores)

• Son **glóbulos blancos especializados**, como los **macrófagos** y **neutrófilos**.

• **Patrullan el cuerpo**, moviéndose por los capilares y tejidos.

• Cuando detectan algo extraño (bacterias, virus, restos celulares), lo **engullen** mediante un proceso llamado **fagocitosis**.

Imagina que extienden unos "brazos" (llamados **pseudópodos**) para rodear al microbio y encerrarlo en su interior, donde lo destruyen.

2. Respuesta inflamatoria

Se desencadena cuando hay un daño físico (como una herida) o una infección. Su objetivo es **aislar al invasor y facilitar que lleguen más defensas**.





¿Qué ocurre?

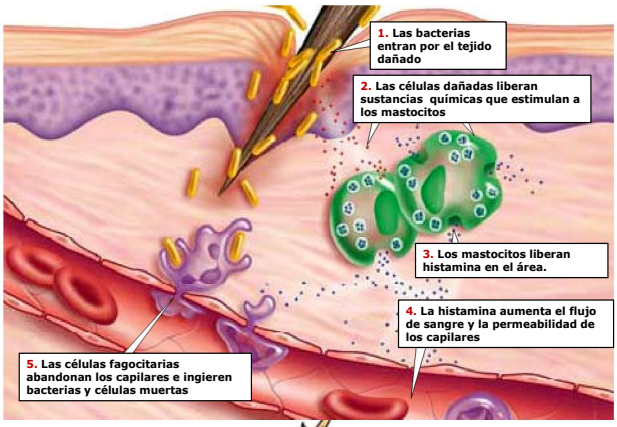
1. Las bacterias entran por el tejido dañado.
2. Las células del área liberan sustancias químicas de alarma.
3. Los **mastocitos** (otro tipo de célula defensiva) liberan **histamina**.

4. La histamina provoca:

• Mayor flujo sanguíneo (llega más "ejército" al lugar).

• Mayor permeabilidad de los capilares (los glóbulos blancos pueden salir hacia el tejido afectado).

5. Las células fagocíticas salen de los capilares y eliminan bacterias y células muertas.



Cuando esto ocurre sentimos dolor, calor, enrojecimiento e hinchazón.

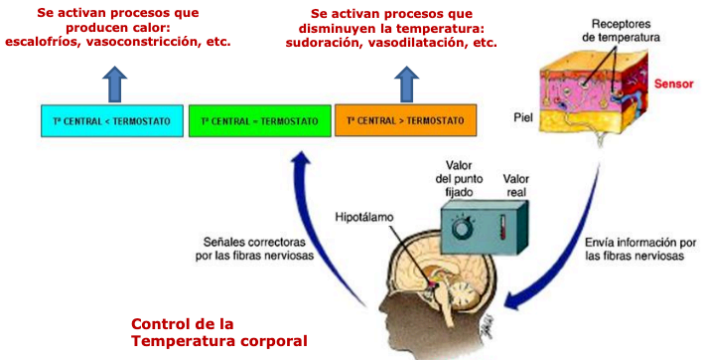


Esas molestias indican que el cuerpo **está defendiendo la zona**. Aunque molesta, es una buena señal.

3. Fiebre

• Cuando el cuerpo detecta una infección, **sube la temperatura corporal**.

• Esto lo controla el **hipotálamo**, que actúa como un "termostato".



• La fiebre ayuda porque:

• **Dificulta la vida de muchos microbios.**

• **Acelera la actividad de nuestras células defensivas.**

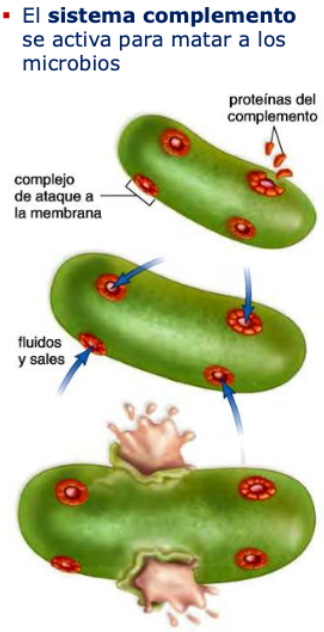
También se ponen en marcha mecanismos que **regulan esa temperatura**, como los escalofríos (para subirla) o la sudoración (para bajarla).

4. Proteínas defensivas

El cuerpo produce ciertas proteínas que ayudan a combatir infecciones:

• **Interferón**: lo liberan las células infectadas para avisar a las células vecinas y que se preparen.

• **Sistema del complemento**: es un conjunto de proteínas que **atacan directamente a los microbios**, perforando sus membranas.



Estas defensas actúan rápidamente, pero **no "recuerdan" al invasor**. Por eso, si el microbio regresa, el cuerpo no está mejor preparado…

Eso lo hace la tercera línea: la respuesta inmune específica.

Aquí es donde entra en juego el **sistema inmune adaptativo**, capaz de **reconocer con precisión a cada invasor, destruirlo y recordarlo**.

⇒ **TERCERA LÍNEA DE DEFENSA: RESPUESTA INMUNITARIA ESPECÍFICA**

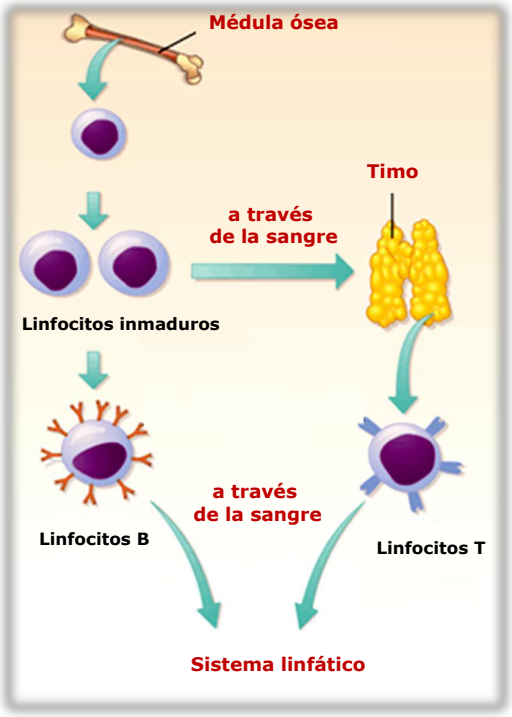
Esta parte del sistema defensivo ya no actúa igual frente a cualquier cosa: **se adapta al invasor concreto**. Se basa en dos tipos principales de **glóbulos blancos especializados**, llamados **linfocitos**:

1. Linfocitos B

• Se encargan de la **inmunidad humoral** (en los líquidos del cuerpo como la sangre o la linfa).

• Cuando detectan un microbio, producen **anticuerpos** específicos contra él.

• Esos **anticuerpos** se unen a los microbios y los neutralizan o los marcan para que otros glóbulos blancos los destruyan.



Imagina que los anticuerpos son como llaves que encajan en cerraduras únicas (los antígenos) del invasor.

2. Linfocitos T

• Se encargan de la **inmunidad celular**.

• Hay dos tipos clave:

• **T citotóxicos (CD8+)**: destruyen células del cuerpo que ya están infectadas (por ejemplo, por un virus).

• **T colaboradores o "helper" (CD4+)**: activan a otras células del sistema inmune (como los linfocitos B o los macrófagos).

🔸 **¿Qué hace que esta respuesta sea "específica"?**

• Cada linfocito B o T **reconoce un antígeno concreto**, como si tuviera un radar único.

• Una vez activado, se **multiplica** y forma un "ejército" de clones especializados contra ese invasor.

• Además, algunos se convierten en **células de memoria**, que **guardan la información del enemigo** durante años o toda la vida.

🔸 **¿Qué es un antígeno?**

• Es cualquier sustancia que el cuerpo reconoce como "extraña".

• Normalmente está en la superficie de virus, bacterias, hongos, etc.

• Es como un "carné de identidad" del invasor, que permite que el sistema inmune lo detecte y lo ataque.

🔸 **¿Qué son los anticuerpos?**

• Son **proteínas en forma de Y**, fabricadas por los linfocitos B.

• Cada tipo de anticuerpo **reconoce un antígeno específico**.

• Al unirse a él, **impiden que el microbio actúe** o lo marcan para su destrucción.

🔸 **¿Por qué "recordamos" una infección?**

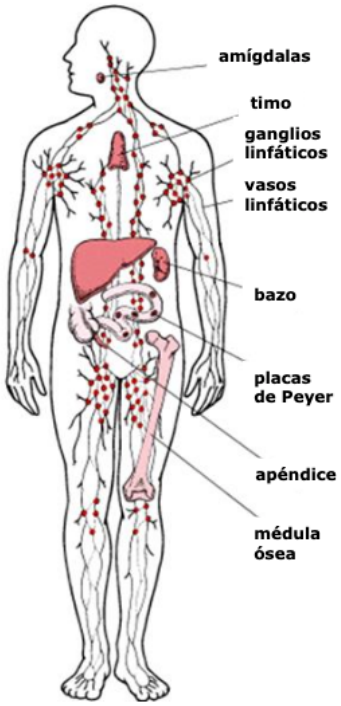
Gracias a las **células de memoria**, si un mismo microbio vuelve a entrar, el cuerpo **responde más rápido y con más fuerza**, a veces sin que lleguemos a enfermar.

Esto es **la base de las vacunas**, que nos exponen a un antígeno sin causar enfermedad, para que el cuerpo aprenda a defenderse.

⇒ CAMPO DE BATALLA: EL SISTEMA LINFÁTICO

Antes de que el cuerpo lance su respuesta inmunitaria específica, conviene saber **dónde sucede gran parte de esta batalla**: en el **sistema linfático**. Este sistema **acompaña al sistema circulatorio**, pero en lugar de transportar sangre, transporta un líquido llamado **linfa**, que arrastra células inmunitarias y microbios.

Componentes del sistema linfático:



• **Vasos linfáticos**: son como "tuberías" por donde circula la linfa.

• **Ganglios linfáticos**: pequeños órganos donde se **filtra la linfa** y se reúnen los linfocitos (células inmunitarias) con los microbios. Aquí se libra gran parte del combate.

• **Timo**: órgano donde maduran los linfocitos T.

• **Amígdalas**: protegen la entrada del sistema digestivo y respiratorio.

• **Apéndice**: forma parte del tejido linfoide del intestino.

• **Bazo**: filtra la sangre y elimina glóbulos rojos viejos, pero también colabora en la defensa inmunitaria.

• **Médula ósea**: produce células sanguíneas, incluidas las del sistema inmune.

• **Placas de Peyer**: agrupaciones de tejido linfático situadas en el intestino delgado, que detectan patógenos en los alimentos.

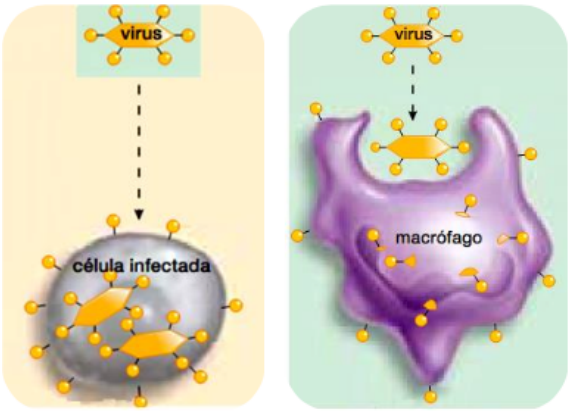
Cuando el cuerpo está luchando contra una infección, **los ganglios linfáticos se inflaman**. Esto es porque en ellos se está produciendo una gran actividad: proliferan linfocitos, se destruyen microbios, se generan células de memoria.

⇒ PASOS DE LA RESPUESTA INMUNITARIA

Esto es el núcleo del sistema inmune adaptativo. Entra en funcionamiento cuando un microorganismo ha conseguido superar las defensas generales (barreras físicas y defensas inespecíficas) y el cuerpo necesita un ataque dirigido **sólo contra ese enemigo concreto**.

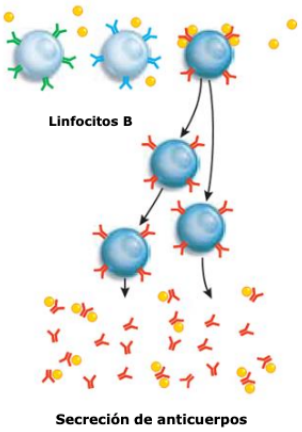
📌 Paso 1: Reconocer al invasor

El sistema inmune reconoce sustancias que **no pertenecen al cuerpo**. A esas sustancias las llamamos **antígenos**.



¿Qué puede ser un antígeno?

• Una **proteína** en la superficie de una bacteria o virus.



• Una **toxina** (como el veneno de serpientes o algunas sustancias liberadas por bacterias).

• Un fragmento de célula infectada.

Estos antígenos **pueden encontrarse**:

• En la **superficie** de un microbio invasor.

• En la **membrana de células del cuerpo que están infectadas**.

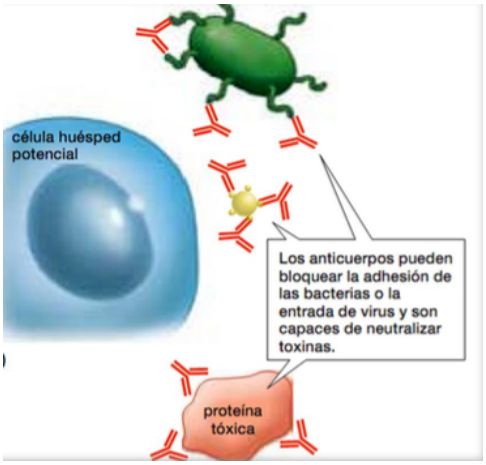
• **Disueltos en la sangre**, como las toxinas.

El cuerpo reconoce estos antígenos como extraños y prepara su respuesta específica.

📌 Paso 2: Lanzar el ataque

Este paso lo llevan a cabo los **linfocitos B y T**, cada uno con una función distinta.

a) Actuación de los linfocitos B



• Los linfocitos B están **circulando en los líquidos corporales** (sangre, linfa, etc.).

• Cada uno de ellos tiene proteínas en su superficie que **encajan como una llave** solo con un antígeno determinado.

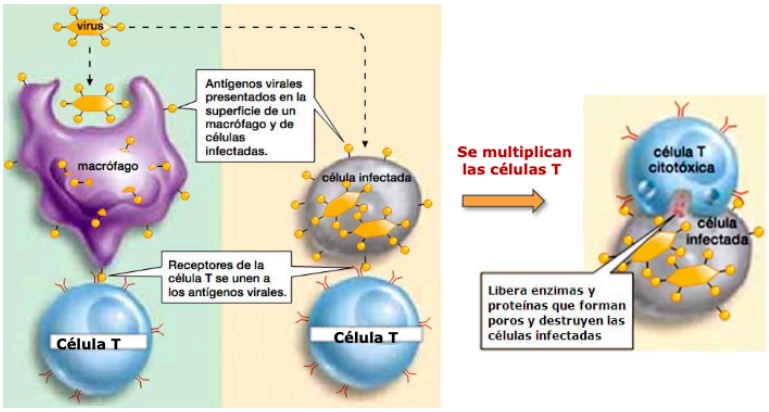
• Cuando un linfocito B **detecta su antígeno específico**, se activa.

Entonces:

1. **Se multiplica**, formando muchas copias de sí mismo.
2. Se transforma en **células plasmáticas**, que **fabrican y secretan anticuerpos**.
3. Esos **anticuerpos** se unen al antígeno y:
   • Lo neutralizan (lo bloquean para que no cause daño).
   • Lo marcan para que otras células inmunitarias lo destruyan.

Los linfocitos B no atacan directamente, **usan anticuerpos como armas a distancia.**

b) Actuación de los linfocitos T



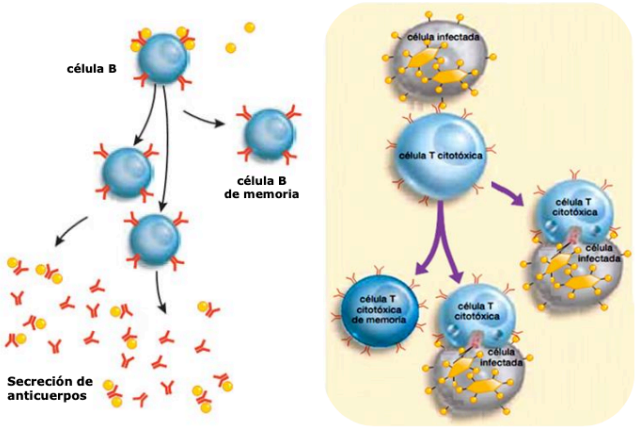
• Estas células **no fabrican anticuerpos**. Actúan **directamente sobre las células infectadas**.

¿Cómo funciona?

1. Una célula del cuerpo infectada por un virus **muestra en su superficie fragmentos del invasor** (antígenos).
2. Los **linfocitos T citotóxicos** reconocen esos antígenos como señales de alarma.
3. Se **multiplican** y atacan directamente a esas células infectadas, **destruyéndolas**.

Es como si las células infectadas alzaran una bandera diciendo "¡estoy tomada!", y los linfocitos T fueran comandos que entran a eliminar la amenaza desde dentro.

🔷 Paso 3: El sistema inmunitario recuerda al invasor



Esto es **una de las características más importantes del sistema inmune adaptativo**: su capacidad de **recordar al invasor**.

Cuando el cuerpo logra superar una infección, no se limita solo a eliminar al enemigo. Hace algo más inteligente: **conserva una "huella" de ese microbio**, para estar preparado por si vuelve a aparecer.

📌 ¿Cómo guarda esa memoria?

Durante la respuesta inmunitaria (mientras los linfocitos B y T se multiplican para combatir al invasor), **una parte de esas células se convierte en "células de memoria"**:

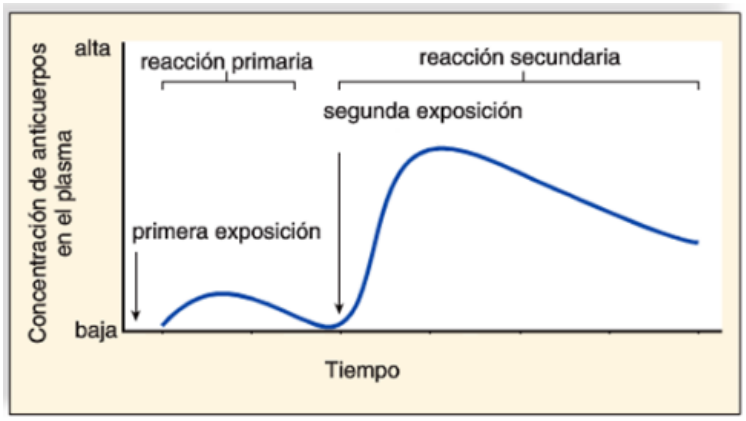
• **Linfocitos B de memoria**: recuerdan el antígeno específico y pueden fabricar anticuerpos rápidamente si vuelve a presentarse.

• **Linfocitos T de memoria**: pueden reaccionar de inmediato ante una célula infectada con ese mismo patógeno.

Estas células **viven mucho tiempo**, a veces **años o incluso toda la vida**.

📌 **¿Qué ocurre si el mismo microbio invade el cuerpo de nuevo?**

1. Las **células de memoria lo reconocen enseguida**.
2. Se **activan rápidamente** y se multiplican.
3. Se producen **grandes cantidades de anticuerpos** (por parte de las B) y se movilizan los T citotóxicos.
4. En muchos casos, el cuerpo **neutraliza el microbio antes de que pueda hacernos enfermar**.



Esto es lo que ocurre con enfermedades como la varicela: una vez superada, el cuerpo "recuerda" ese virus y no volvemos a pasarla (salvo en casos muy concretos, como una bajada grave de defensas).

📌 **Entonces… ¿por qué seguimos resfriándonos o cogiendo la gripe?**

Esta es una buena pregunta. La explicación está en que **virus como los del resfriado y la gripe cambian mucho con el tiempo**. Sus antígenos mutan, es decir, **se modifican**, y entonces **el sistema inmune ya no los reconoce como iguales**.

Es como si el microbio se disfrazara con un traje nuevo. El cuerpo tiene buena memoria, pero si el enemigo ha cambiado de cara, no lo identifica como una amenaza conocida.

Por eso, por ejemplo, **la vacuna de la gripe cambia cada año**, adaptándose a las nuevas variantes del virus.

🔴 TIPOS DE INMUNIDAD

Ya hemo visto que La **inmunidad** es la capacidad del cuerpo para **defenderse de agentes extraños** como virus, bacterias, parásitos o toxinas. Puede clasificarse en **dos grandes grupos**:





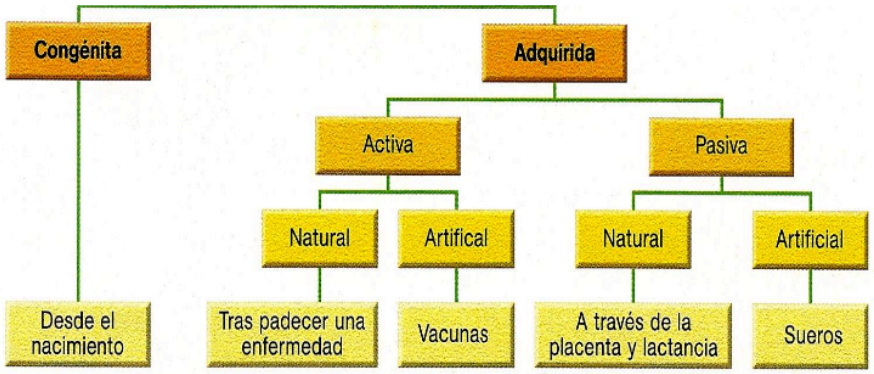


1. 🔹 INMUNIDAD CONGÉNITA (o innata)

• Es la inmunidad con la que **nacemos**.

• **No requiere exposición previa** al microbio para funcionar.

• Es **general** y no específica: **actúa igual frente a cualquier amenaza**.



Ejemplos:

- La **barrera de la piel**.
- El **ácido gástrico** del estómago.
- Las **lágrimas**, la **saliva**, y las **células fagocíticas**.
- La inmunidad **pasiva** que recibe el feto por la placenta.

Es como tener un sistema de vigilancia que **ya viene instalado de serie** desde el nacimiento.

2. 🔷 INMUNIDAD ADQUIRIDA (o adaptativa)

- Se desarrolla **después del nacimiento**, al entrar en contacto con un microbio o mediante vacunas.
- Es **específica**: reconoce **a cada invasor concreto**.
- Tiene **memoria inmunológica**: si el microbio vuelve, **responde más rápido y mejor**.

Se divide en **dos tipos principales**:

2.1. 🟢 INMUNIDAD ADQUIRIDA ACTIVA

El propio cuerpo es el que **produce sus defensas (anticuerpos y linfocitos)**. Puede ser:

a) Natural

- Aparece de forma espontánea **tras pasar una enfermedad**.
- El cuerpo ha combatido al microbio y ha generado **células de memoria**.

Ejemplo: si se ha tenido varicela, probablemente no se volverá a tener.

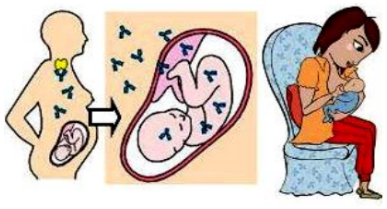
b) Artificial

- Se consigue **mediante vacunas**.
- El cuerpo produce defensas sin haber padecido la enfermedad.
- La vacuna **imita al microbio** para que el sistema inmune aprenda a reconocerlo.

Ejemplo: la vacuna contra el sarampión o el tétanos.

2.2. 🟣 INMUNIDAD ADQUIRIDA PASIVA

Aquí el cuerpo **no produce las defensas**, sino que **las recibe ya hechas** desde fuera. Es útil cuando se necesita **protección inmediata**.



a) Natural

- El bebé recibe anticuerpos de la madre:
- A través de la **placenta** durante el embarazo.
- Por la **leche materna** durante la lactancia.

Es una protección es inmediata pero temporal hasta que el sistema inmune del bebé se desarrolle con la formación de células de memoria.

b) Artificial

- Se administran **anticuerpos ya preparados** (en forma de **sueros**).
- Se usa cuando hay una exposición inmediata a una enfermedad y **no hay tiempo para que la vacuna haga efecto**.

Ejemplo: si alguien se expone a la rabia o al veneno de una serpiente, se le puede dar **suero antirrábico o antiveneno**.

COMPARACIÓN GENERAL

TIPO DE INMUNIDAD	¿QUIÉN PRODUCE LAS DEFENSAS?	¿CUÁNDO APARECE?	¿TIENE MEMORIA INMUNOLÓGICA?
Congénita (innata)	El propio cuerpo	Desde el nacimiento	❌ No
Adquirida activa	El propio cuerpo	Tras infección o vacunación	✅ Sí
Adquirida pasiva	Otro organismo (madre o suero)	Durante el embarazo/lactancia o tras inyección	❌ No

🔹 **¿Se puede mejorar la respuesta inmunitaria?**

Sí, el cuerpo puede ser preparado para responder **de forma más eficaz y rápida** a un microbio, **antes incluso de que haya una infección real**. Eso es lo que hacen las vacunas.

🔹 **Inmunidad activa artificial: la vacunación**

La **vacunación** es un procedimiento médico que consiste en **introducir en el cuerpo una versión inofensiva del microbio**, o partes de él, para que el sistema inmune **aprenda a reconocerlo y a defenderse**, sin que llegues a enfermar.

VEAMOS LOS TIPOS DE VACUNAS:

TIPO DE VACUNA	¿QUÉ CONTIENE?	¿CÓMO ACTÚA?
Patógenos muertos o inactivados	Microbios que han sido eliminados por **calor o sustancias químicas**.	No se multiplican, pero **estimulan al sistema inmune** porque sus antígenos siguen presentes.
Patógenos atenuados	Microbios **vivos pero debilitados**, incapaces de causar enfermedad.	Se **multiplican un poco**, pero no enferman. Activan una **respuesta inmunitaria fuerte y duradera**.
Subunidades del patógeno	Solo fragmentos del microbio, como **proteínas o azúcares de su envoltura**.	No hay ningún microbio vivo, pero **se genera igualmente una respuesta inmune específica**.

📌 **¿Qué consiguen las vacunas?**

• Estimulan la **producción de linfocitos B y T de memoria**.

• Gracias a esto, el cuerpo **reacciona muy rápidamente** si el verdadero patógeno entra más adelante.

• Por eso, una persona vacunada **puede evitar enfermar o tener síntomas muy leves**.

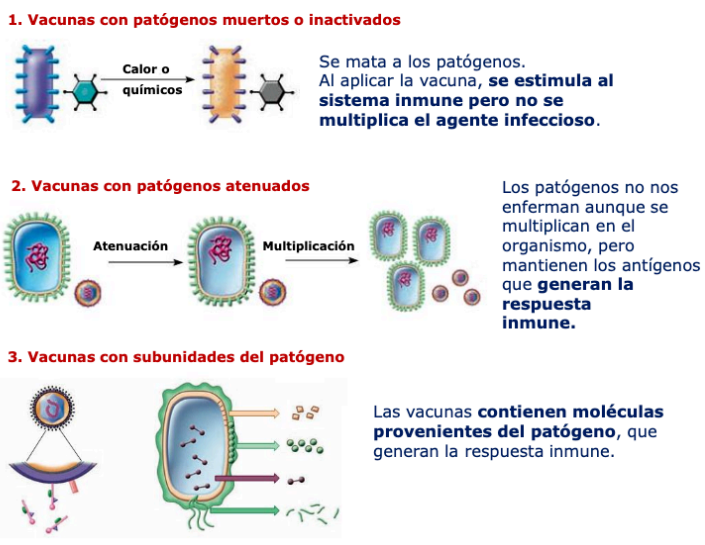
Es como tener un ejército preparado **antes de que estalle la guerra**.

📌 **Enfermedades que se previenen con vacunas**

Muchas enfermedades graves hoy se controlan o se han eliminado en muchas zonas gracias a la vacunación:

- Poliomielitis
- Difteria
- Fiebre tifoidea
- Paperas
- Sarampión

Cada una de estas enfermedades ha causado en el pasado **epidemias** con miles de muertes o secuelas. Hoy, **gracias a las vacunas**, en muchos países prácticamente han desaparecido.



⇒ ¿QUÉ PASA CUANDO EL SISTEMA INMUNITARIO FALLA?

1. Se producen alergias

¿Qué es una alergia?

Es una **respuesta inmunitaria exagerada y equivocada**. El cuerpo reacciona **como si hubiera un peligro**, cuando en realidad **el agente es inofensivo** (como el polen, ciertos alimentos, ácaros, pelo de animales, etc.).



1. Alergias

¿Qué ocurre entonces?

1. **El polen entra al cuerpo** (por nariz, ojos, boca…).
2. Una **célula B** reconoce alguna molécula del polen como peligrosa (aunque no lo es).
3. La célula B se **activa y se multiplica**, produciendo **anticuerpos contra ese polen**.
4. Estos anticuerpos **se pegan a la membrana de los mastocitos** (unas células que contienen sustancias químicas inflamatorias).
5. **Cuando la persona vuelve a estar en contacto con el polen**, los mastocitos **liberan histamina**.

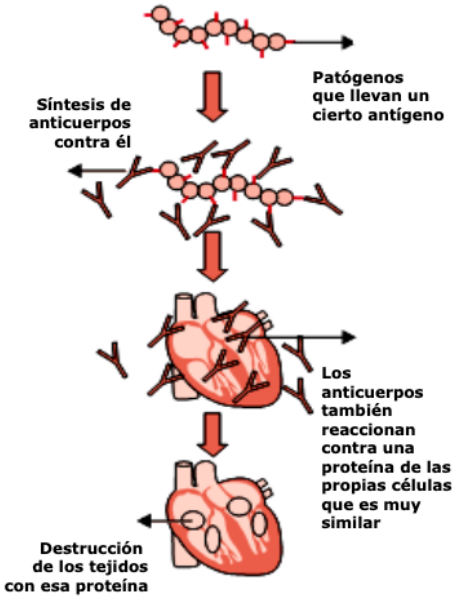
¿Qué hace la histamina?

Provoca los **síntomas de alergia**:

- Estornudos
- Lagrimeo
- Mucosidad
- Inflamación
- Picor o urticaria

El cuerpo está actuando **como si hubiera una invasión peligrosa**, cuando en realidad el polen no es una amenaza real.

2. Enfermedades autoinmunes



¿Qué son?

Son enfermedades donde el sistema inmunitario **ataca por error al propio cuerpo**, como si algunas partes del organismo **fueran invasores**.

¿Cómo puede suceder esto?

Una hipótesis es la siguiente:

1. Una persona sufre una **infección por un microbio** que contiene un **antígeno parecido a una proteína de sus propias células**.
2. El cuerpo produce **anticuerpos contra ese microbio**.
3. Como ese antígeno se parece a una molécula propia, **los anticuerpos también reaccionan contra las células del cuerpo**.
4. El resultado es que el sistema inmune **destruye tejidos sanos**.

EJEMPLOS DE ENFERMEDADES AUTOINMUNES:

ENFERMEDAD	TEJIDO ATACADO
Anemias autoinmunes	Glóbulos rojos
Diabetes tipo 1	Células del páncreas productoras de insulina
Esclerosis múltiple	Capa protectora de las neuronas (mielina)
Artritis reumatoide	Articulaciones

En todos estos casos, **el sistema inmunitario se confunde y ataca al cuerpo como si fuera un enemigo**.

CUADRO CON LOS PRINCIPALES FALLOS DEL SISTEMA INMUNITARIO:

TIPO DE FALLO	DEFINICIÓN	MECANISMO	CONSECUENCIAS / EJEMPLOS
Alergias	Respuesta exagerada frente a sustancias inofensivas	1. Célula B produce anticuerpos contra algo inofensivo (como el polen).2. Los anticuerpos se unen a **mastocitos**.3. Al nuevo contacto, los mastocitos **liberan histamina**.	Estornudos, mucosidad, lagrimeo, urticaria.
Enfermedades autoinmunes	El sistema inmune **ataca por error al propio cuerpo**	1. Se produce un anticuerpo contra un microbio.2. Ese anticuerpo también reconoce una proteína **propia**, similar.3. **Destruye células y tejidos sanos**.	–Diabetes tipo 1 (páncreas) – Esclerosis múltiple (neuronas) –Artritis reumatoide (articulaciones) – Anemias autoinmunes