



PAU  
Mayores de 25 años

## Contenidos

### Biología

#### Inmunología y clasificación de los seres vivos: Inmunología

## 1. Inmunología y sistema inmunitario



Prezi necesita Flash Player 11.1 o una versión mejor. [Actualízala aquí.](#)

### Importante

La **inmunología** se encarga actualmente de estudiar las enfermedades relacionadas con las **alergias**, **cánceres**, rechazos de **trasplantes** y enfermedades **autoinmunes**, además de analizar los mecanismos que intervienen en la defensa del organismo.

Es una disciplina bastante joven, que nace a partir del siglo XVIII, con los estudios y ensayos de **Edward Jenner** sobre las **vacunas**.

Es el **sistema inmunitario** el encargado de las defensas del organismo frente a posibles ataques o invasiones de agentes patógenos. No es, en realidad, un sistema perfectamente localizado en el que sus órganos están íntimamente unidos. Por el contrario, se trata de un sistema distribuido por todo el organismo, constituido por una serie de órganos y tejidos.

### 1.1. Sistema Inmune



El sistema encargado de la defensa del organismo es el **sistema inmune**. No se trata de un sistema como el digestivo que se encuentra localizado, sino que es más bien difuso, es decir, está formado por **órganos** y **tejidos** que se sitúan por todo el organismo.

También forman parte de este sistema tejidos como son la **piel** y las **mucosas**, o algunas sustancias como las **lisozimas** que se añaden a los líquidos del cuerpo. También forma parte de la defensa del organismo el **pH del ácido** del estómago.

Se trata por tanto, de un sistema muy diseminado y que resulta muy difícil representar en un esquema como podemos hacer con otros sistemas. Nos hacen falta varias imágenes para representarlo:

#### Sistema Linfático

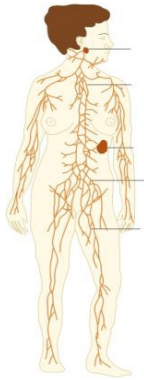


Imagen en Wikimedia Commons modificada de [TheEmirr](#) bajo CC

#### Órganos del Sistema Inmune



Imagen en Wikimedia Commons modificada de [Scalesmd](#) bajo CC

#### Barreras externas

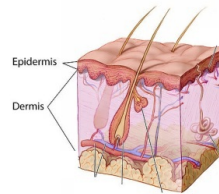


Imagen en Wikimedia Commons modificada de [Don Bliss](#) bajo Dominio Público

#### Células del sistema inmune

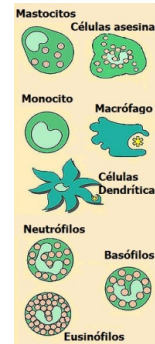


Imagen en Wikimedia Commons modificada de [DO11.10](#) bajo Dominio Público

## Comprueba lo aprendido

Completa los espacios en blanco con las siguientes palabras: *células asesinas, neutrófilos, inmune, células, bazo, piel, macrófagos, difuso, linfático y timo*.

El sistema  no se encuentra localizado en una zona concreta del organismo, se dice de él que es un sistema . Forman parte de este sistema órganos como el  o el , tejidos como la  y una amplia gama de  de defensa como los , los , las  . Incluso forma parte del sistema inmune otro sistema, el .

**Enviar**

Imagen en [Mogea](#) bajo CC

El sistema inmune se halla constituido por una serie de **órganos** y **tejidos** diseminados por nuestro organismo.

Estos se pueden organizar en dos grupos:

- **Órganos primarios**, en los cuales se producen y maduran los linfocitos, que son las células encargadas de llevar a cabo la respuesta inmune específica contra el agente invasor.

- **Timo**, órgano localizado en la base del cuello. Conforme aumenta la edad del individuo, va disminuyendo de tamaño, hasta verse reducido a una masa fibrosa difusa.

- **Médula ósea**, localizada en el interior de los huesos largos como el fémur. En ella se localizan las **células Stem**, llamadas también **células madres hematopoyéticas**, que originan todas las líneas de células sanguíneas, entre ellas, los **linfocitos**. Los linfocitos, en realidad, proceden de unas células precursoras inmaduras, denominadas **linfoblastos**. Los **linfoblastos** que maduran en la médula ósea se transforman en **linfocitos B** y los que maduran en el timo se transforman en **linfocitos T**.

- **Órganos secundarios**, que son los lugares donde los linfocitos se almacenan y se activan. Son los ganglios linfáticos, bazo y **masas de tejidos linfoides** asociados a otros sistemas o aparatos, como son las **amígdalas**, **apéndice vermiforme** o las **placas de Peyer**.

### Comprueba lo aprendido

¿Cómo llegan, entonces, los linfocitos desde los órganos primarios, donde se originan, hasta los secundarios, donde se almacenan?

- ☐ A través del aparato respiratorio.
- ☐ A través del sistema linfático.
- ☐ A través del aparato excretor.
- ☐ A través de los líquidos intersticiales.
- ☐ A través del sistema circulatorio.

**Mostrar retroalimentación**

En la siguiente [animación](#) tienes más información acerca de los órganos de nuestro Sistema Inmune.

## 2. Concepto de inmunidad y antígeno



La **inmunidad** es la capacidad que un organismo tiene de hacer frente a las infecciones, es decir, somos inmunes a un microorganismo si este no nos puede causar una enfermedad.

El **sistema inmune** es capaz de crear unas **defensas específicas** y duraderas frente a los patógenos que entran en nuestro cuerpo, es la **inmunidad adaptativa**, pero también nacemos con unas **defensas propias** como son las barreras defensivas y la respuesta inflamatoria, que **no** son **específicas** y que no hacen que nuestra inmunidad aumente tras la infección, es la **inmunidad innata**.

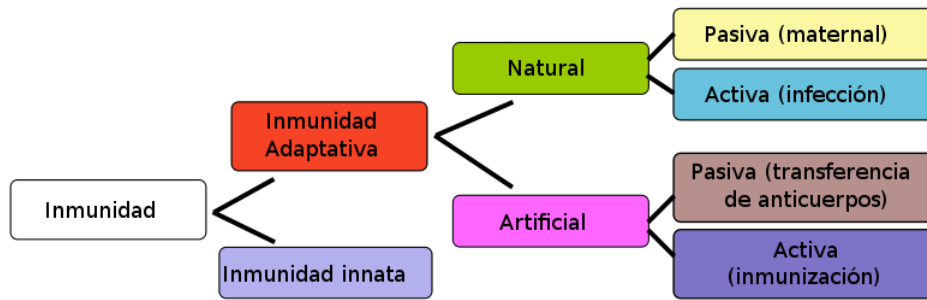
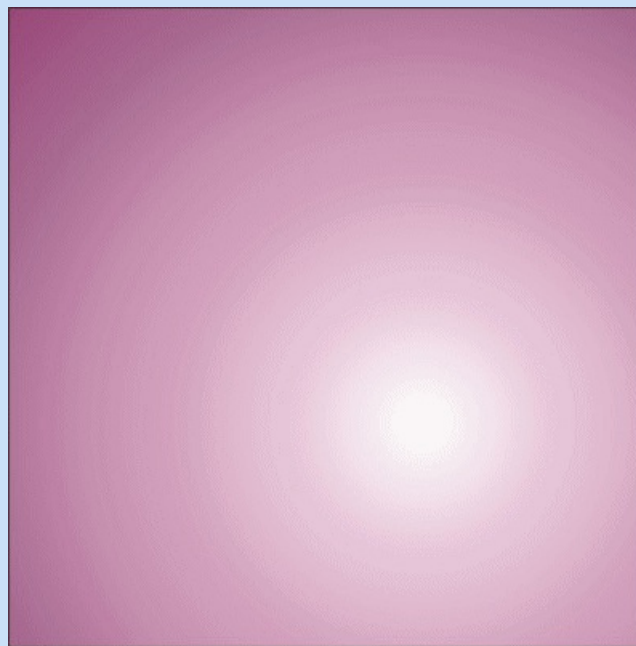


Imagen en Wikimedia Commons de [Paintman](#) bajo CC

## Importante

Un **antígeno** es cualquier componente presente en un organismo patógeno, capaz de iniciar una respuesta inmunitaria en el organismo invadido. La respuesta es, por tanto, específica ya que fuerza al organismo atacado a fabricar otras sustancias, los anticuerpos, que deben ser específicos para el tipo exacto de antígeno que ha invadido el organismo.



Animación en [Proyecto Biosfera](#) bajo CC

Los antígenos suelen ser proteínas o polisacáridos, desde el punto de vista químico, y se encuentran formando parte de cápsulas, paredes o flagelos bacterianos, así como de las cápsidas víricas.

El término de antígeno significa "que origina a su contrario". En su estructura existe una zona donde se une al anticuerpo, a modo de una llave con su cerradura, es decir, de forma exacta. A esta zona se le denomina **epítipo** o determinante antigénico, mientras que la zona del anticuerpo que se une al antígeno se denomina **parátipo**.

*Comprueba lo aprendido*

¿Cómo definirías el término antígeno?

 **Sugerencia**

- ☐ Los antígenos son sustancias que produce un organismo cuando es invadido por un agente patógeno.
  - ☐ Cualquier sustancia presente en un agente patógeno capaz de desencadenar una respuesta inmunitaria.
  - ☐ Toda sustancia capaz de inhibir una respuesta inmune en el organismo invadido por un agente patógeno.
- Pero, ¿cuál es la naturaleza química de estas sustancias?, ¿son proteínas, lípidos...?
- ☐ Todos son lípidos.
  - ☐ Son proteínas o polisacáridos.
  - ☐ Ácidos nucleicos.

## 2.1. ¿Qué son los anticuerpos?



Los **anticuerpos** son moléculas de naturaleza proteica fabricadas por los **linfocitos B** y que son específicos para un antígeno concreto, y, además, se unen al **antígeno** permitiendo que este sea más visible y lo fagocite el macrófago.

Son unas **proteínas** denominadas **inmunoglobulinas (Ig)** que presentan una estructura muy característica:



Animación en [Proyecto Biosfera](#) bajo [CC](#)

Presentan dos **cadenas pesadas** (H) y dos **ligeras** (L) y en ambas existe una **región constante** (C) y otra **variable** (V), es esta última la que se modifica para unirse al antígeno específico.

Existen diferentes tipos de inmunoglobulinas:

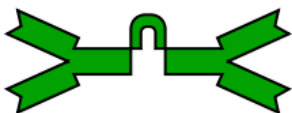


IgD, IgE, IgG

La **IgG** es la más abundante y es la que se une a los macrófagos produciendo la muerte del patógeno.

La **IgE** es la implicada en los procesos **alérgicos**.

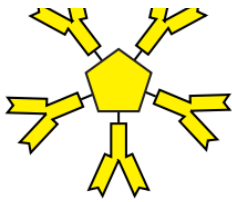
La **IgD** son las primeras en fabricarse por los linfocitos B, lo que puede estar relacionado con la activación de los linfocitos B.



IgA

La función de **IgA** es proteger la superficie de la piel y las mucosas, junto a la IgG representa las defensas del recién nacido ya que se transmiten por la leche.





IgM

Imagen modificada en Wikimedia Commons de [Gustavocarra](#) bajo CC

La función de la **IgM** es activar la reacción del complemento.

Cuando el anticuerpo se une al antígeno puede provocar respuestas diferentes:

### REACCIÓN DE PRECIPITACIÓN

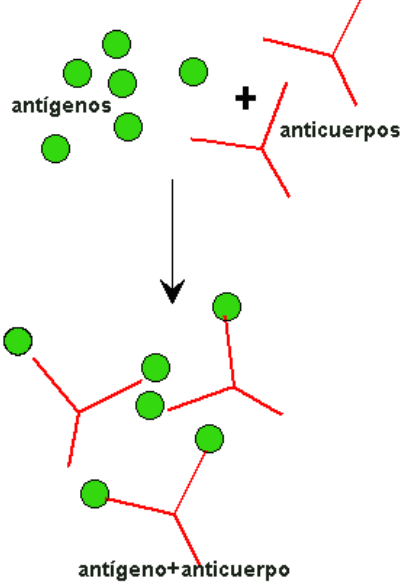


Imagen en [Averroes](#) bajo CC

Al unirse el antígeno al anticuerpo se produce un precipitado que inactiva a los antígenos. Se produce cuando el antígeno está en disolución.

### REACCIÓN DE AGLUTINACIÓN

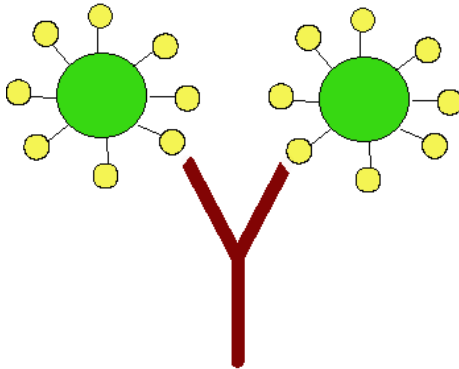
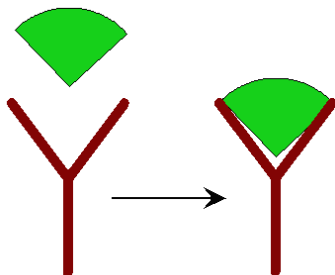


Imagen en [Averroes](#) bajo CC

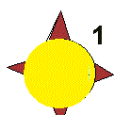
Se produce cuando el anticuerpo se une a los antígenos de la membrana del patógeno, esto impide que los patógenos puedan realizar su función, ya que podemos decir que los inmoviliza.



REACCIÓN DE NEUTRALIZACIÓN

Imagen en [Averroes](#) bajo CC

Los anticuerpos que se sitúan en las membranas celulares impiden que los antígenos penetren en las células y las infecten, ya que se quedan pegados a ellos y no entran.



1

### REACCIÓN DE OPSONIZACIÓN



2

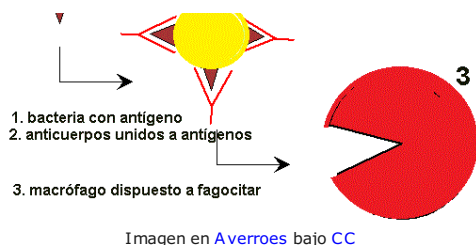


Imagen en [Averroes](#) bajo CC

El anticuerpo no puede destruir por si solo al antígeno ni al patógeno, pero al unirse al antígeno lo hace más fácilmente visible por los macrófagos que lo fagocitarán. La unión antígeno-anticuerpo puede desencadenar la reacción del complemento.

## Comprueba lo aprendido

Señala si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

1. Las IgM actúan en las alergias.

☐ Verdadero ☐ Falso

2. Las IgA y G se transmiten por la leche materna.

☐ Verdadero ☐ Falso

3. Una de las formas de actuar de los anticuerpos es neutralizar al antígeno para evitar que penetre en las células.

☐ Verdadero ☐ Falso

4. El anticuerpo se une al antígeno e impide que este sea encontrado por los macrófagos.

☐ Verdadero ☐ Falso

5. A cada antígeno le corresponde un anticuerpo específico.

☐ Verdadero ☐ Falso

6. Teniendo en cuenta lo anterior, el anticuerpo contra el virus del antígeno de la varicela podrá neutralizar al antígeno del virus del sarampión.

☐ Verdadero ☐ Falso

## Ejercicio resuelto

¿Qué diferencia a unos anticuerpos de otros si todos tienen la misma estructura básica?

**Mostrar retroalimentación**

## Importante

El objetivo de la unión del anticuerpo al antígeno es la de activar una serie de procesos que terminen con la destrucción del agente patógeno.

## Ejercicio resuelto

Define antígeno y anticuerpo. Indica la composición química de los anticuerpos.

**Mostrar retroalimentación**

## Ejercicio resuelto

Dibuja una molécula de anticuerpo.

**Mostrar retroalimentación**

### 3. Defensas específicas e inespecíficas

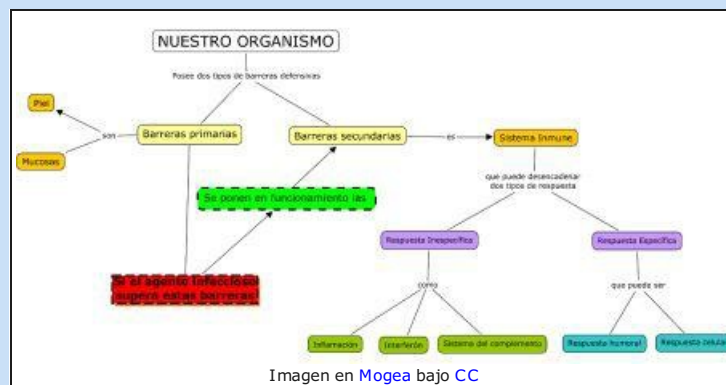


Los seres vivos hemos desarrollado una serie de **barreras** que impiden que los patógenos puedan atacarnos y producimos una infección. **La inmunidad es la capacidad de los organismos para defenderse de las infecciones.** Los seres humanos tenemos un **sistema inmune** encargado de defender nuestro organismo de esas infecciones. La acción de este sistema inmune se produce a dos niveles: **inespecífico**, que actuará de igual manera independientemente de cuál sea el invasor y otro **específico** que actuará de manera diferente para cada patógeno.

#### Importante

Nuestro organismo posee una serie de mecanismos de defensa para protegerse de ataques de organismos externos. Estos mecanismos son:

- Barreras externas como pueden ser la piel o las mucosas.
- Barreras internas, es decir, nuestro Sistema Inmune, que a su vez puede desencadenar una serie de respuestas al ataque de agentes externos si éstos han traspasado las barreras externas:
  - Respuesta inespecífica: respuesta inflamatoria, sistema del complemento y el interferón.
  - Respuesta específica: respuesta celular y respuesta humoral.



## Comprueba lo aprendido

Completa los huecos utilizando las siguientes palabras: *piel, lisozimas, pH ácido, patógenos, contagios, mucosa.*



Nuestro organismo se encuentra sometido al ataque constante de numerosos  , sin embargo cuenta con medios para impedir que puedan entrar en nuestro interior. La primera defensa es una capa protectora, la  , que nos aísla y protege, debemos mantenerla sana y sin heridas para que pueda hacer bien su trabajo. Las vías respiratorias o el tubo digestivo son otra puerta de entrada a  , por eso se encuentran recubiertas de una  que impide que entren, y si alguno de ellos alcanza el estómago su   terminará con él. Otras sustancias del cuerpo, como las lágrimas, contienen  que nos protegen de  .

**Enviar**

### 3.1. Defensas inespecíficas



Nuestro organismo cuenta con dos tipos de defensas inespecíficas:

**1. Barreras** que impiden la entrada de patógenos. Este tipo de defensa **no es nada específica** y actúa de igual manera independientemente del tipo de patógeno que actúe. Su acción es constante. Estas barreras están representadas por:

- **La Piel**, que forma un verdadero muro impidiendo la entrada de patógenos.

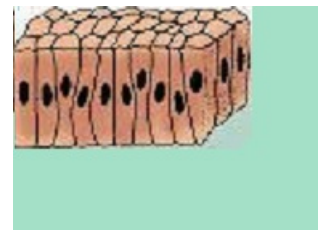


Imagen en Wikimedia Commons de [MikaelHägström](#) bajo [Dominio Público](#)

- **Las mucosas**. Recubren el interior de los orificios abiertos al exterior segregando un mucus que impide la entrada de patógenos: la boca, el ano, las fosas nasales, la vagina.

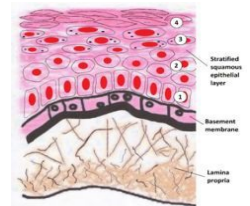


Imagen en Wikimedia Commons de [Wiki-minor](#) bajo [CC](#)

- **pH**: la acidez del estómago o la vagina hacen que no puedan desarrollarse los microorganismos patógenos.



Imagen en Wikimedia Commons de [Maikel Häggström](#) bajo [Dominio Público](#)

- Sustancias como las lágrimas contienen **lisozima** una sustancia que impide el desarrollo de bacterias.

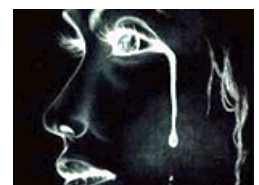
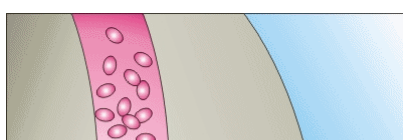


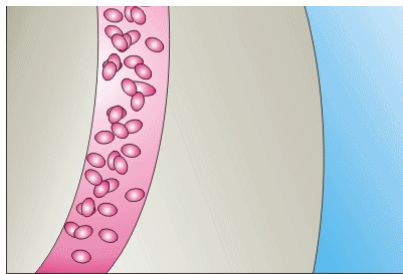
Imagen en Wikimedia Commons de [RayNata](#) bajo [Dominio Público](#)

**2.** Cuando las barreras externas fallan, se ponen en marcha mecanismos inespecíficos como:



Esta respuesta se pone en marcha cuando se rompen los tejidos provocando: **enrojecimiento, hinchazón, dolor** e incremento de la

### ● Respuesta inflamatoria



Animación en [Proyecto Biosfera](#) bajo CC

**temperatura** en la zona de la herida.

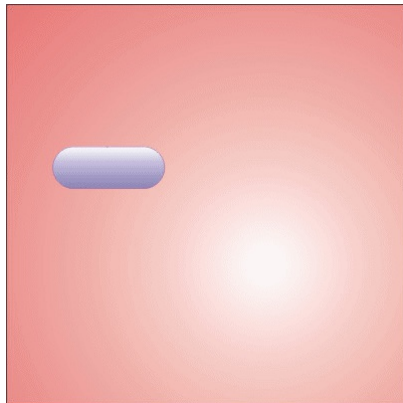
Todo esto ocurre porque al romperse el tejido se liberan una serie de sustancias, **histaminas**, que hacen que aumente el flujo sanguíneo en la zona, de ahí el enrojecimiento y la hinchazón, esto hace que acudan y actúen los **macrófagos**.

Al inflamarse la zona se produce un incremento de la presión en los receptores nerviosos y eso produce el dolor. El aumento de la temperatura activa el metabolismo de los macrófagos y disminuye la actividad de las bacterias.

### ● Interferón

Son unas **proteínas** liberadas por células infectadas por virus. Estas proteínas se fijan a las células cercanas para que impidan que el virus se exprese en su interior. Es decir, es un sistema de alerta que estimula la síntesis de proteínas antivirales. Este sistema parece activarse también en el caso de células tumorales.

### ● Sistema del complemento



Animación en [Proyecto Biosfera](#) bajo CC

Son una serie de **proteínas** que se fijan a las bacterias desencadenando una **reacción en cascada** que termina con la muerte de la bacteria (lisis bacteriana). Esta cascada de reacciones puede desencadenarse por la unión del antígeno al anticuerpo específico.

Todo esto debería ser suficiente para terminar con las infecciones y en la mayoría de los casos así es pero, otras veces, esto no basta y entran en juego los mecanismos específicos. A diario estamos expuestos a miles de intentos de infección que no terminan en nada, es porque todo el sistema funciona bien.

## Actividad de lectura



Imagen en Wikimedia Commons de [CommonismNow](#) bajo CC

¿Qué características protectoras posee la piel que le hacen ser la primera barrera natural que tienen los agentes patógenos al intentar invadir a un individuo?

Puedes obtener información de este [artículo](#) de Wikipedia sobre la piel y su papel.

**Pulse aquí**

## Comprueba lo aprendido

Señala si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

1. La respuesta inflamatoria se desencadena al producirse la rotura de los tejidos.

☐ Verdadero ☐ Falso

2. El incremento de la temperatura en la respuesta inflamatoria produce el aumento del dolor.

☐ Verdadero ☐ Falso

3. El interferón libera proteínas antivirales y evita que los virus puedan infectar a otras células.

☐ Verdadero ☐ Falso

4. Aunque la reacción del complemento no es específica se puede activar con la unión del antígeno bacteriano al anticuerpo.

☐ Verdadero ☐ Falso

## Importante

Cuando las barreras defensivas externas fallan entran en funcionamiento tres mecanismos de defensa inespecíficos, preparados para frenar la infección la cause quien la cause.

**La respuesta inflamatoria:** un mecanismo encargado de incrementar la presencia de los macrófagos en una zona en la que se ha producido una herida.

**El interferón:** Cuando una célula es infectada libera unas proteínas que avisan a las células cercanas para que no dejen que el virus se exprese y frenar así la expansión de la infección.

**El sistema del complemento:** se activa ante la presencia de bacterias, unas proteínas se unen a sus membranas desencadenando una reacción en cadena que termina por matar a la bacteria.

Si estos mecanismos fallan o la infección es muy fuerte se desencadenan los **mecanismos específicos**.

## Ejercicio resuelto


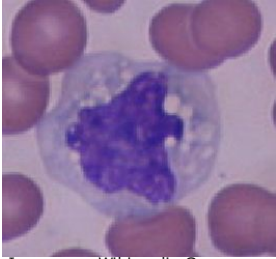
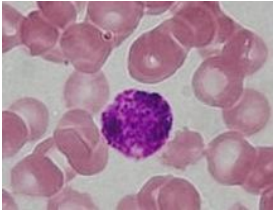

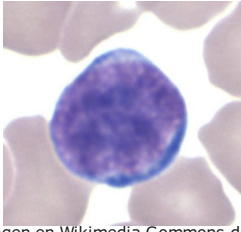
Cita cuatro defensas inespecíficas del organismo.

**Mostrar retroalimentación**

## 3.2. Defensas específicas

Estos mecanismos de defensas se ponen en marcha de una manera específica ante un antígeno. Existen células especializadas que reconocen a los diferentes antígenos y generan células o anticuerpos diferentes para destruirlos.

Para poder entender este mecanismo de respuesta tenemos que presentar a las grandes protagonistas, las células del sistema inmune. Estas células forman la serie blanca de la sangre.

Actúan como <b>fagocitos</b> en la respuesta <u>no específica</u> .	<b>Neutrófilo</b>  Imagen en Wikimedia Commons modificada de <a href="#">Mgiganteus</a> bajo CC	<b>Monocito (macrófago)</b>  Imagen en Wikimedia Commons modificada de <a href="#">Bobjgalindo</a> bajo CC	
	 Imagen en Wikimedia Commons <a href="#">Reytan</a> bajo CC	<b>Basófilos:</b> Libera a la sangre vasodilatadores y anticoagulantes desencadenando la respuesta inflamatoria.	
Actúan <b>liberando sustancias</b> en la respuesta <u>no específica</u> .	 Imagen en Wikimedia Commons de <a href="#">Dr Glenn Littel</a> bajo CC	<b>Eosinófilos:</b> Liberan a la sangre sustancias que frenan la respuesta inflamatoria y otras que ayudan a destruir organismos de gran tamaño no fagocitables.	
	 Imagen en Wikimedia Commons de <a href="#">Dr Glenn Littel</a> bajo CC	<b>Linfocitos T</b> <b>Linfocitos T CD4:</b> Activan a los linfocitos B, linfocitos T citotóxicos y a los macrófagos. <b>Linfocitos T CD8 o citotóxicos:</b> destruyen a las células infectadas. <b>Linfocitos T supresores:</b> frenan la respuesta inmune. <b>Células asesinas o NK:</b> destruyen células cancerígenas o infectadas.	<b>Linfocitos B</b> Fabrican anticuerpos.

## Comprueba lo aprendido

Señala si las respuestas son verdaderas o falsas.

- Los neutrófilos y los basófilos tienen función fagocítica.  
☐ Verdadero ☐ Falso
- Los mecanismos de defensa específicos implican a los linfocitos T y B.  
☐ Verdadero ☐ Falso
- Todos los linfocitos fabrican anticuerpos.  
☐ Verdadero ☐ Falso

## Ejercicio resuelto

Completa la tabla con las propiedades de las células de defensa.

	Respuesta	Respuesta no		
--	-----------	--------------	--	--

	específica	específica	Función
Monocito			
Eosinófilos			
Linfocitos CD8 o citotóxicos			
linfocitos B			
Células asesinas			

**Mostrar retroalimentación**

Haz clic en el siguiente enlace para ver un esquema sobre las células del sistema inmune. Pasa el ratón por las casillas de las células que creas que participan en la respuesta inmune —ya sea específica o inespecífica— e irás descubriendo cuál es la función de cada una de ellas:

[Células del sistema inmune](#)

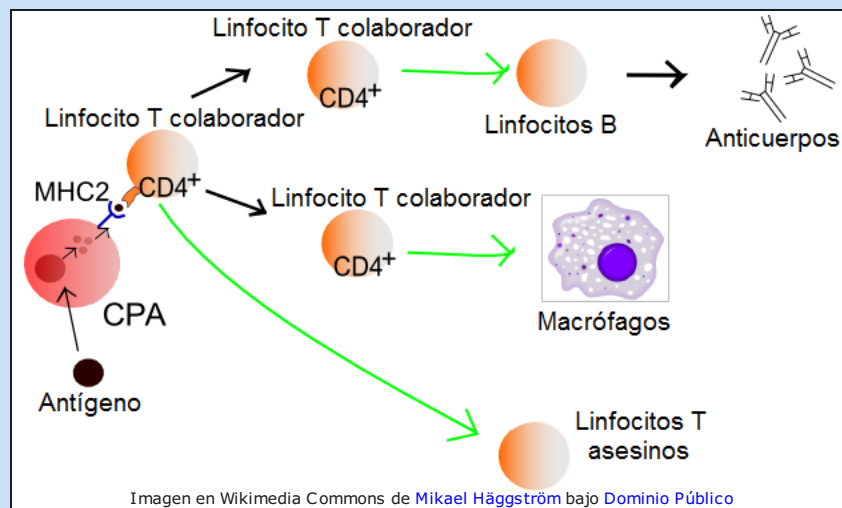
## 4. Concepto de inmunidad humoral y celular



### Importante

La inmunidad específica se basa en el reconocimiento de antígenos extraños por parte del organismo huésped. La respuesta puede ser de tipo **humoral** o **celular**, pero ambas tienen lugar de forma simultánea con el fin de destruir la partícula antigénica.

- La **respuesta humoral** está mediada por linfocitos B, que producen anticuerpos que neutralizan los antígenos.
- La **respuesta celular** la realizan los linfocitos T, que no sólo destruyen ellos mismos las células extrañas, sino que también eliminan las células del propio organismo que se encuentran infectadas.

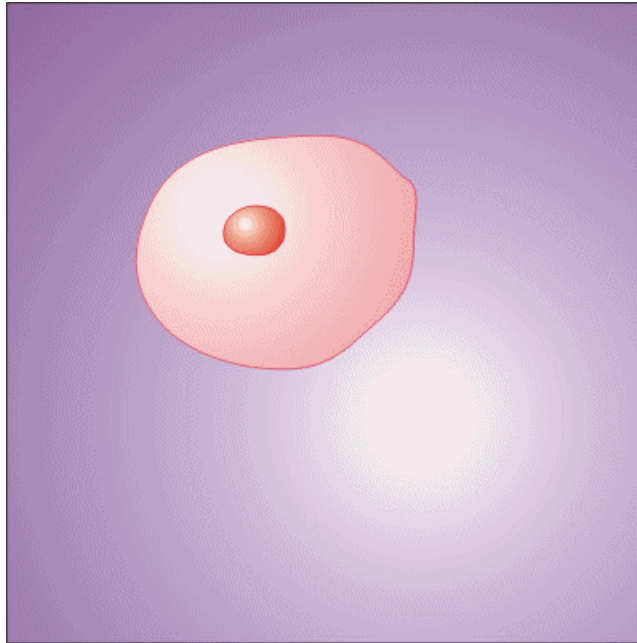


### 4.1. Inmunidad celular



La **respuesta celular** la llevan a cabo los **linfocitos T**, pero también intervienen los **macrófagos**. Los linfocitos T son los más adecuados para la acción célula-célula, se ponen en marcha cuando reconocen los antígenos en la membrana de células infectadas o los macrófagos, por eso, previamente a su acción, necesitan que se produzca el proceso de la **presentación antigénica**.

Cuando un **macrófago** fagocita un patógeno sus antígenos quedan expuestos en la superficie de su membrana, este macrófago se dirige a un ganglio linfático, o bien se desplaza por el torrente sanguíneo hasta que entra en contacto con un linfocito T, que tenga en su membrana receptores específicos para ese antígeno, entonces este linfocito se activa y se inicia la respuesta inmune.



Animación en [Proyecto Biosfera](#) bajo CC

Se produce la liberación de **interleuquinas I y II** que producen una doble acción:

- **Activan a los macrófagos** para que fagociten a las células infectadas, estos macrófagos se vuelven refractarios y no pueden ser infectados por el patógeno.
- **Activan a los linfocitos B** para que produzcan anticuerpos.
- Y **activan a los linfocitos T CD8 o citotóxicos** que se unen de manera específica a la membrana de las células infectadas, por el patógeno reconocido, y les inyecta enzimas que las destruyen.

Los linfocitos T activados se van a dividir para amplificar la respuesta inmune y una parte de ellos quedan en el torrente sanguíneo para cuando ese patógeno vuelva, quedando como **células de memoria**.

Cuando la respuesta termina los **linfocitos T supresores** son los encargados de frenarla.

Este tipo de respuesta se activa también ante **células tumorales** y es la responsable de los **rechazos en los trasplantes de órganos**.

## Comprueba lo aprendido

En la respuesta celular...

- ☐ la presentación antigénica no es necesaria.
- ☐ los linfocitos T se transforman en macrófagos y fagocitan a las células infectadas.
- ☐ los linfocitos T activos activan a los linfocitos B.

¿Por qué se llama respuesta celular?

- ☐ Porque la realizan las células.
- ☐ Porque la principal acción de esta respuesta es actuar directamente sobre las células infectadas.

Los linfocitos cooperadores o Th, ¿qué misión crees que tienen en la respuesta inmune?

- ☐ Fagocitan agentes extraños, colaborando así con los fagocitos.
- ☐ Desencadenan la respuesta inmune.
- ☐ Colaboran con los linfocitos B en producir anticuerpos.

¿Qué misión poseen los linfocitos citotóxicos o Tc?

- ☐ Activan otros tipos de células inmunes.
- ☐ Producen toxinas contra los agentes patógenos.
- ☐ Destruir células extrañas.



## Comprueba lo aprendido

¿Cuáles son las funciones de los linfocitos Ts y de las células NK?

- ☐ Los primeros se encargan de atenuar la respuesta inmune.
- ☐ Las células NK se encargan de suprimir la respuesta inmune.
- ☐ Los linfocitos Ts eliminan agentes extraños.
- ☐ Las células NK se encargan de eliminar agentes extraños.
- ☐ Los dos se encargan de activar a otras células del sistema inmune.

**Mostrar retroalimentación**

## Ejercicio resuelto

Explica en qué consiste la inmunidad celular.

**Mostrar retroalimentación**

## 4.2. Inmunidad humoral



La **respuesta humoral** se lleva a cabo cuando los **linfocitos B activados** durante la respuesta celular se transforman en **células plasmáticas**.

Cuando el linfocito B entra en contacto con un antígeno desconocido se empiezan a diferenciar células plasmáticas, cada una fabrica un tipo de anticuerpo hasta que aparece una que fabrica un anticuerpo complementario al antígeno. Esta célula plasmática se divide y libera los anticuerpos. Esta es la **respuesta humoral primaria** y tarda más en ponerse en marcha.

Estos linfocitos, al contrario que los linfocitos T citotóxicos, no atacan directamente a las células infectadas ni a los patógenos sino que liberan unas sustancias denominadas **anticuerpos** que se fijan a los **antígenos** del patógeno facilitando su fagocitosis por los macrófagos.

El linfocito B también se puede activar al entrar en contacto directamente con el antígeno sin mediación del linfocito T

Las **células plasmáticas** se dividen y parte de ellas quedarán reservadas como **células de memoria** en el torrente sanguíneo, para cuando vuelva el patógeno.

Cuando el antígeno vuelve a aparecer se desencadena una respuesta más rápida, ya que las célula de memoria saben qué anticuerpo fabricar. Es la **respuesta humoral secundaria**.

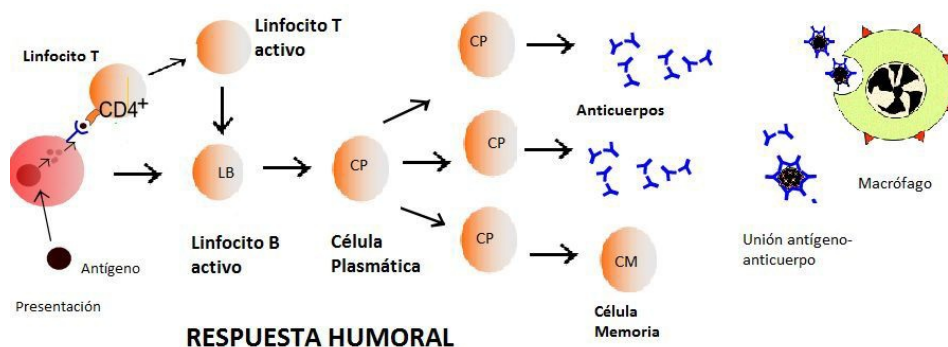


Imagen en [Mogea](#) bajo CC

## Ejercicio resuelto

¿Qué son las células plasmáticas?

**Mostrar retroalimentación**

## Ejercicio resuelto

Los linfocitos B pueden activarse de dos formas diferentes. ¿Cuáles son?

Mostrar retroalimentación

## Ejercicio resuelto

Explica en qué consiste la inmunidad humoral.

Mostrar retroalimentación

Cuando el organismo entra en contacto por **primera vez** con un **antígeno** se desatan las **respuestas celular y humoral**. Se activan los linfocitos y se seleccionan aquellos que son complementarios al antígeno, se dividen y una parte de ellos quedan como células con memoria. Esta es la **respuesta primaria**, que hemos estudiado en el tema anterior.

La **respuesta secundaria** se activa **cuando el antígeno vuelve al organismo** por segunda vez, entonces son las **células con memoria** las que actúan.

La **respuesta secundaria es más rápida**, es decir, el tiempo que pasa desde que el linfocito reconoce al patógeno hasta que se desencadena la respuesta es menor, y la destrucción del patógeno es más eficaz.

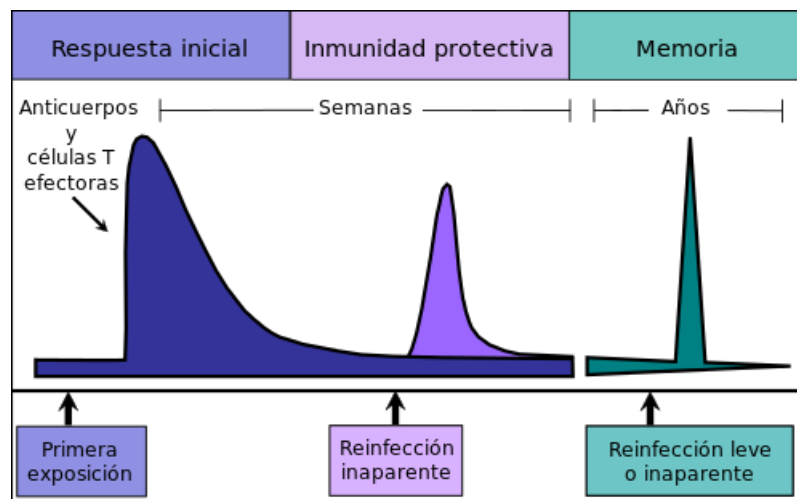


Imagen en Wikimedia Commons de [Paintman](#) bajo CC

## Ejercicio resuelto

Explica en qué consisten la respuesta inmunitaria primaria y secundaria. Pon un ejemplo y representa gráficamente cómo varía la concentración de anticuerpos a lo largo del tiempo en ambas respuestas.

Mostrar retroalimentación



## Ejercicio resuelto

¿Qué es la memoria inmunológica?

**Mostrar retroalimentación**

## 5. Sueros y vacunas



Ya hemos visto como nuestro organismo tiene recursos para enfrentarse a los patógenos que nos amenazan constantemente, pero a veces no basta, o simplemente no queremos correr riesgos. Por eso la investigación médica no deja de buscar formas de curar y de evitar el desarrollo de enfermedades.

Para empezar este tema tenemos que recordar la historia.

La medicina ha logrado desarrollar una serie de tratamientos que evitan que lleguemos a padecer una enfermedad.

### Importante

La **inmunidad natural** es el conjunto de medidas que, de forma **espontánea y no inducida**, previenen la infección de individuos sanos por los agentes patógenos.

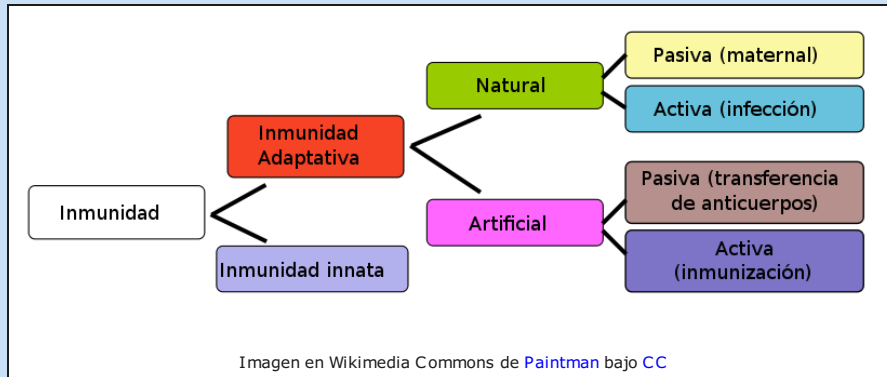
Es un tipo de inmunidad que presenta el **organismo al nacer** —de hecho, también recibe el nombre de innata—, antes incluso de que se ponga en contacto con algún agente patógeno.

Esta inmunidad no aumenta tras una infección y tampoco puede reconocer diferentes antígenos.

Dentro de ella se puede distinguir dos tipos:

- Inmunidad natural **pasiva**, que se obtiene sin que participe el sistema inmune del propio organismo.
- Inmunidad natural **activa**, que implica la acción de una serie de células y sustancias químicas que actúan contra el agente invasor.

Nuestra **inmunidad natural** se basa, entre otros elementos, en algunas células que poseemos al nacer y que nos defienden de la invasión de agentes patógenos.



## Comprueba lo aprendido

¿Cómo catalogarías esta situación?: transmisión de anticuerpos de la madre al feto a través de la placenta.

- ☐ Inmunidad natural activa.
- ☐ Inmunidad natural pasiva.
- ☐ Inmunidad artificial pasiva.

¿Y en el caso de padecer una enfermedad y obtener una inmunidad de por vida con respecto a ella?

- ☐ Inmunidad natural activa.
- ☐ Inmunidad natural pasiva.
- ☐ Se puede catalogar tanto como activa o como pasiva.

## Importante

Se considera **inmunidad adquirida** a la inmunidad que requiere la exposición a antígenos y la activación de una serie de mecanismos específicos para los distintos antígenos. A diferencia de la inmunidad natural, este tipo de inmunidad aumenta por las sucesivas exposiciones a los antígenos.

La inmunidad adquirida puede ser de dos tipos; activa y pasiva.

## Comprueba lo aprendido

De las siguientes circunstancias, ¿cuáles crees que corresponderían a una inmunidad adquirida de tipo activo?

- ☐ Inyectar células plasmáticas en sangre.

- ☐ Padecer una enfermedad infecciosa.
- ☐ Administración de vacunas.
- ☐ Tratamiento con sueros durante una enfermedad.

**Mostrar retroalimentación**

## Ejercicio resuelto

Explica qué es inmunidad activa e inmunidad pasiva.

**Mostrar retroalimentación**

## 5.1. Vacunas



### Importante

Las **vacunas** son preparados **artificiales** que se fabrican con microorganismos atenuados, o fragmentos de ellos, y que una vez dentro del organismo desencadenan una **respuesta inmune** que genera una **memoria inmune efectiva**. Se trata de un método **artificial** pero **activo** de defensa, ya que es el propio organismo el que elabora la respuesta inmune y esta será igual de duradera que una infección producida de manera natural ya que se desencadenan los mismos mecanismos celulares y humorales que se han visto anteriormente.

El uso de las vacunas y su elaboración ha evolucionado con la investigación científica y tecnológica y se ha revolucionado con el descubrimiento de la tecnología del ADN recombinante. Empecemos por la historia de las vacunas:

Primero se emplearon los mismos virus o bacterias que causaban la enfermedad debilitados, es decir, atenuados.

- En **1796** Edward Jenner inventa la primera vacuna contra la viruela. Empleó virus de una pústula de viruela.
- En **1881** Louis Pasteur empleó bacilos atenuados de ántrax contra el cólera de aves y el carbunco.
- En **1885** Louis Pasteur fabricó la vacuna contra la rabia.



Imagen en Wikimedia Commons de [James Gillray](#) bajo [Dominio Público](#)



Imagen en Flickr de [Rubén Díaz Alonso](#) bajo [CC](#)

Más tarde se pasó a utilizar las toxinas:

- En **1909** se fabrica la vacuna contra la tuberculosis.
- En **1935** se descubre la vacuna contra la fiebre amarilla.
- En **1936** se desarrolla la vacuna contra el virus influenza A.
- En **1938** se elaboró la vacuna contra rickettsia.

El descubrimiento de los cultivos celulares desencadena una gran producción de vacunas a mediados del siglo XX. Surgen las vacunas del sarampión, rubeola, la



resumen de los tipos de vacunas que surgen las vacunas de ejemplo, resaca, la varicela, la polio....



Imagen en Wikimedia Commons de [Bill Branson](#) bajo [Dominio Público](#)



Imagen en Wikimedia Commons de [USAID Bangladesh](#) bajo [Dominio Público](#)

En la década de los 70 y 80 se empiezan a desarrollar vacunas a base de subunidades víricas o bacterianas, proteínas de la cápsula o proteínas purificadas. Se obtienen así vacunas como la meningocócica, o contra el *Haemophilus influenzae* tipo B.

Surgen las vacunas conjugadas que unen un polisacárido capsular con una proteína transportadora. Este tipo de vacunas consiguen una activación de la respuesta celular y por lo tanto la aparición de memoria, descartan a las vacunas o sueros que utilizaban solo el polisacárido que no llegaba a estimular la respuesta celular.

Surgen vacunas efectivas contra el *Haemophilus influenzae* tipo B y *Streptococcus pneumoniae* y contra *Neisseria meningitidis* C.



Imagen en Wikimedia Commons de [Jim Gathany](#) bajo [Dominio Público](#)

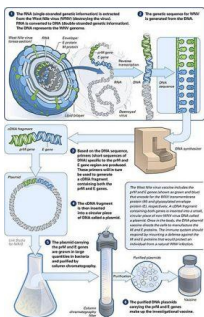


Imagen en Wikimedia Commons de [Biochemza](#) bajo [Dominio Público](#)

En **1986** se fabrica la primera vacuna de ADN recombinante contra la Hepatitis B. Esto abre un amplio campo de investigación y desarrollo de vacunas no exento de polémica.

La fabricación de vacunas recombinantes amplía el campo de la investigación más allá de los virus y las bacterias, se abre el campo a la investigación de las vacunas contra los diferentes tipos de cáncer.

## Comprueba lo aprendido

Señala si las afirmaciones son verdaderas o falsas:

1. Las vacunas son un sistema pasivo de defensa.

☐ Verdadero ☐ Falso

2. Las vacunas han evolucionado mucho desde el 1796 hasta la actualidad.

☐ Verdadero ☐ Falso

3. Las vacunas están en desuso, ya no tienen sitio en la medicina.

☐ Verdadero ☐ Falso

## Actividad de lectura

Escucha y lee con atención la siguiente [unidad](#) sobre las vacunas en WikiSaber. Puedes ir pasando de pantalla a pantalla con los botones que tienes abajo a la derecha. En la pantalla final te indican por qué hay que vacunarse todos los años de la gripe.

¿Por qué hay que realizar esta vacunación de forma anual?

**Pulse aquí**

## 5.2. Sueros



Otra forma de **inmunidad artificial** son los sueros, aunque al contrario que las vacunas los sueros no generan una respuesta activa sino que estimulan las respuestas inmunes **no específicas**, por lo tanto no generan memoria y **su acción no es duradera**.

Los **sueros** pertenecen por lo tanto a la **inmunidad artificial y pasiva**.

Los sueros están formados por **anticuerpos** generados para un antígeno y **no generan memoria**, cuando los anticuerpos desaparecen desaparece la acción del suero. Se han utilizado anticuerpos elaborados por animales domésticos, aunque hoy se utilizan inmunoglobulinas humanas.

Características de los **sueros**:

- Los sueros se aplican una vez que se ha iniciado la infección. **No son preventivos sino curativos**.
- Al estar compuestos de anticuerpos su acción es **rápida** pero **poco duradera**.
- **Se emplean contra toxinas**, por lo que se conocen también como antídotos.
- Se utilizan sueros contra el **tétanos**, la **difteria** y los **venenos**.

## Comprueba lo aprendido

Los sueros contienen:

- ☐ Toxinas.
- ☐ Anticuerpos específicos activos.
- ☐ Antígenos específicos atenuados.

La respuesta que genera un suero es:

- ☐ Rápida y duradera.
- ☐ Igual que la de las vacunas.
- ☐ Rápida pero poco duradera.

La respuesta artificial pasiva se adquiere por:

- ☐ Vacunas.
- ☐ Sueros.

## Importante

La sueroterapia es un tipo de inmunidad **artificial** y **pasiva**, ya que se transfiere inmunidad a otro organismo mediante un mecanismo no natural, a través de inyección, y sin que se ponga en marcha el sistema inmune del organismo, que no ha de fabricar sus defensas.

## Ejercicio resuelto

Establece dos diferencias entre vacuna y suero.

**Mostrar retroalimentación**

## 6. Apéndice



En este apartado profundizaremos un poco más en algunas cuestiones sobre el sistema inmunológico, las vacunas y los sueros. Comenzaremos con algunas "Curiosidades", cuestiones que quizás te has planteado alguna vez o has escuchado hablar sobre ellas. Terminamos el tema con el apartado "Para saber más", donde se han recopilado algunas ampliaciones sobre conceptos vistos en este tema. Este apartado te servirá para profundizar un poco más en esta ciencia de la inmunología.

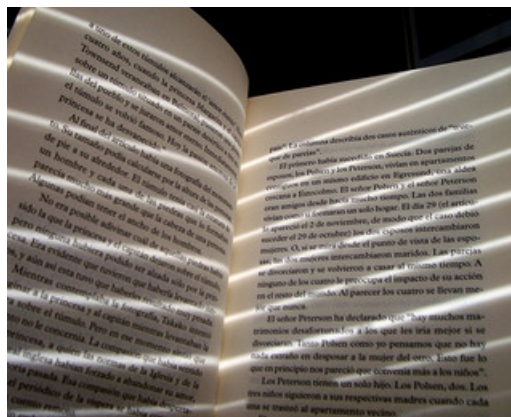


Imagen en Flickr de [jennygiraldo](#) bajo CC

### 6.1. Curiosidades



#### Curiosidad

¿Sabes la relación existente entre la actividad deportiva y nuestro sistema inmune?

En el siguiente [enlace](#) (Inmunidad deportiva) de Puleva Salud lo puedes descubrir.

#### Curiosidad

Los ganglios linfáticos son también los lugares de recepción de células tumorales, y es allí donde normalmente son destruidas.

## Curiosidad

El proceso de **diapédesis** es el proceso por el cual los glóbulos blancos de la sangre atraviesan, mediante movimiento ameboide, las células endoteliales de un capilar hacia tejidos circundantes atraídos por señales químicas. Puedes ver una animación del proceso en esta [página](#).

## Curiosidad

Cuando nos hacemos una herida y vemos que sale una sustancia blanquecina decimos que la herida está infectada, ¿qué es esa sustancia?

Es **pus**, y no es más que la acumulación de los restos de la batalla inmune, son los restos de células muertas, tanto de defensa como invasoras y tejidos dañados que se han liberado en la respuesta inmune.

## Curiosidad

Cuando nacemos, nuestro sistema inmune no está maduro. Con el fin de dotar de unas defensas en los primeros estadios de nuestra vida, la naturaleza ha desarrollado una estrategia consistente en transmitir anticuerpos al recién nacido a través de la leche materna.

Ese **calostro** materno que se produce en los días inmediatos al nacimiento consiste en un líquido amarillento rico en anticuerpos.

## Curiosidad

Incluso se está hablando sobre la posibilidad de una vacunación genética, que consistiría en la preparación de vacunas que llevaran el ADN que codifica para un determinado antígeno; el organismo fabricaría los antígenos y, paralelamente, desencadenaría una respuesta inmune.

## Curiosidad

¿Sabes que el uso inadecuado de antibióticos y antivirales está teniendo como efecto secundario la resistencia de muchos patógenos a estas sustancias?

Efectivamente, la automedicación que últimamente estamos llevando a cabo de manera inocente, está provocando que la continua exposición a estos fármacos por parte de los patógenos, provoque la selección de aquellos que han sufrido mutaciones naturales y espontáneas, que les confieren resistencia a dichas sustancias.



## Para saber más

¿Qué es el [complejo de mayor de histocompatibilidad](#)?

Se trata de un conjunto de glucoproteínas presentes en las membranas de diferentes células presentadoras del antígeno del organismo invadido. Se representan bajo las siglas **MHC**, del inglés *major histocompatibility complex*.

Los antígenos penetran en las células presentadoras y son degradadas en su citoplasma, transformándose en otras moléculas que se unen al complejo mayor de histocompatibilidad. Estos los presentan posteriormente en la superficie de la membrana, hasta que un linfocito T los reconoce.

## Para saber más

En el siguiente [objeto de aprendizaje](#) de la web Wisc-online puedes descubrir cómo actúan las células del sistema inmune.

## Para saber más

¿Sabes que tanto los linfocitos T como los B tienen una enorme cantidad de receptores en sus membranas que son capaces de reconocer millones de antígenos?

Pero no todos los linfocitos los presentan todas a la vez, sino que unos presentan unos receptores y otros linfocitos otros distintos.

Pero ¿cuándo se producen esos receptores?

Se originan y de manera aleatoria, durante nuestro desarrollo embrionario.

Estos linfocitos T y B, con esos millones de receptores, están en alerta, sin activarse, hasta que un antígeno se pone en contacto con su receptor específico y desencadena una respuesta inmune, generando más linfocitos del mismo tipo.

Es lo que se conoce como **selección clonal**.

## Para saber más

Te propongo que veas la siguiente presentación, te servirá para poder repasar algunas cuestiones vistas en este tema:

[Enfermedades Emergentes](#)

## Para saber más

Explora la siguiente infografía de Eroski Consumer sobre [Medicina aeroespacial](#) y cuando llegues a la pantalla correspondiente, pulsa sobre el brazo derecho del astronauta (Inmunología e Infección).



## Para saber más

### TIPOS DE VACUNAS

Según su origen:

- **Vivas o atenuadas**; formadas por patógenos que no tienen capacidad para producir enfermedad, pero que son capaces de inducir la producción de anticuerpos en el organismo que la reciben. Se encuentran dentro de este grupo los **toxoides**, que no son más que las toxinas que producen algunas bacterias y que han sido manipuladas para que no tengan efecto tóxico alguno. Por ejemplo, la vacuna del tétanos.
- **Muertas o inactivas**; se preparan destruyendo o inactivando los agentes patógenos. Por ejemplo, la vacuna tifoidea.

Pero además, según su composición, las vacunas pueden ser:

- **Monovalentes**; constituidas por un solo tipo de antígeno. Por ejemplo, la vacuna del sarampión.
- **Polivalente**; para constituirla se han empleado varias cepas de patógenos de una misma enfermedad. Por ejemplo, la vacuna de la gripe.
- **Combinada**; en ella aparecen varios tipos de antígenos de patógenos causantes de diferentes enfermedades. Por ejemplo, la vacuna DTP (para la difteria, tétanos y tosferina).

## Para saber más

Cuando se comenzó a aplicar sueros a enfermos, a principios del siglo XX, se les aplicaba el suero sanguíneo de algún animal —normalmente de un caballo— al que se le había vacunado con patógenos de la misma enfermedad. Así se introducían anticuerpos ya fabricados contra la enfermedad. Pero aunque eran efectivos para combatir la enfermedad, acarreaban reacciones de tipo alérgico.

Posteriormente, se obtenían los anticuerpos del suero de personas que tenían inmunidad frente a la enfermedad, pero en la actualidad se fabrican sueros a partir de microorganismos que han sufrido manipulación genética en su ADN, y pueden fabricar anticuerpos específicos contra el antígeno causante de la enfermedad.

La sueroterapia se usa para combatir la enfermedad en individuos ya enfermos. Incluso se puede usar contra el veneno de serpientes.

## Para saber más

Un **suero antiofídico**, también denominado **antisuero**, es un preparado que se usa en el tratamiento de picaduras venenosas.

Se fabrica produciendo inmunidad en un animal y luego se prepara a partir del suero del animal, rico en anticuerpos.

Pueden ser monovalentes, si actúan sobre un sólo tipo de veneno, o polivalentes, si tienen actividad contra el veneno de varias especies a la vez.

Actúan inmovilizando el veneno, pero no recuperan las partes ya dañadas, por lo que deben administrarse lo más pronto posible a la persona que ha sufrido la mordedura o picadura.

No sólo se emplean contra la mordedura de serpientes, sino existen diferentes preparados contra la picadura de arañas, escorpiones, ácaros, insectos e incluso contra animales marinos, como algunos grupos de medusas.



Imagen en Flickr de [Young\\_einstein](#) bajo [CC](#)

Obra colocada bajo licencia [Creative Commons Attribution Share Alike License 3.0](#)