

## TRABAJO PARA REALIZAR LA SEMANA 7. BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA 2º BAC.

Buenos días.

Las Instituciones educativas se han manifestado tranquilizándonos en cuanto a las fechas de la ABAU que serán 7, 8 y 9 de Julio por lo que dispondremos de más tiempo para preparar esos exámenes. La convocatoria extraordinaria será en septiembre.

Priorizamos:

1. Repasar para el examen que tenemos pendiente de los temas 12 al 16, el día 15 de Mayo a las 17.00. Examen on line de los temas 12-16.
2. El alumno/a con materia suspensa, debe preparar también el Examen temas 6-11 examen online, con fecha prevista 29 de Mayo a las 17.00..
3. En segundo de bachillerato han dicho que se siga explicando materia nueva, si bien en selectividad darán más opciones por pregunta. Por eso empezaremos el tema 19 del proceso inmunitario. Para ello comenzareis leyendo el tema del libro y para centrar conceptos podéis usar el libro resumen. Os aconsejo haceros unos esquemas.

Os mando como siempre presentaciones del tema que esta vez adjunto a este documento, pero de esta parte no se trata de ampliar conceptos. Me parece más práctico que os hagáis esquemas del libro y reviséis los ejercicios del tema y el solucionario.



inmunologia1\_2bach.pdf

Otras páginas de preguntas que podéis usar para todas las unidades : (Debéis moveros por el menú superior desplegando contenidos):

[bio2bachiller.blogspot.com/](http://bio2bachiller.blogspot.com/)

[iespoetaclaudio.centros.educa.jcyl.es/sitio/index.cgi?wid\\_item=136&wid\\_seccion=19](http://iespoetaclaudio.centros.educa.jcyl.es/sitio/index.cgi?wid_item=136&wid_seccion=19)

[www.educa.madrid.org/web/cc.nsdelasabiduria.madrid/bio\\_ejercicios.htm](http://www.educa.madrid.org/web/cc.nsdelasabiduria.madrid/bio_ejercicios.htm)

Cualquier duda que tengáis podéis enviarla al correo [biortilab@gmail.com](mailto:biortilab@gmail.com) y procuraré solucionarla de la mejor forma posible.

# Sistema inmunitario

I

# Inmunología



## 1. CONCEPTO DE INMUNIDAD

Conjunto de mecanismos que un individuo posee para enfrentarse a la invasión de cualquier **cuerpo extraño** y para hacer frente a la aparición de **tumores**.

Esta cualidad se adquiere antes del nacimiento y se madura y afianza en los primeros años de vida. En los vertebrados implica que los organismos diferencian lo propio de lo ajeno, es decir reconocen todos sus tipos celulares.

→ (tolerancia)

**El Sistema Inmune** es el responsable de conferir inmunidad. Este sistema, presente en invertebrados, alcanza su máxima complejidad en los primates y seres humanos. La ciencia encargada de estudiar estos procesos se denomina **Inmunología**.

### PATÓGENOS



Virus



Bacteria



Parásito

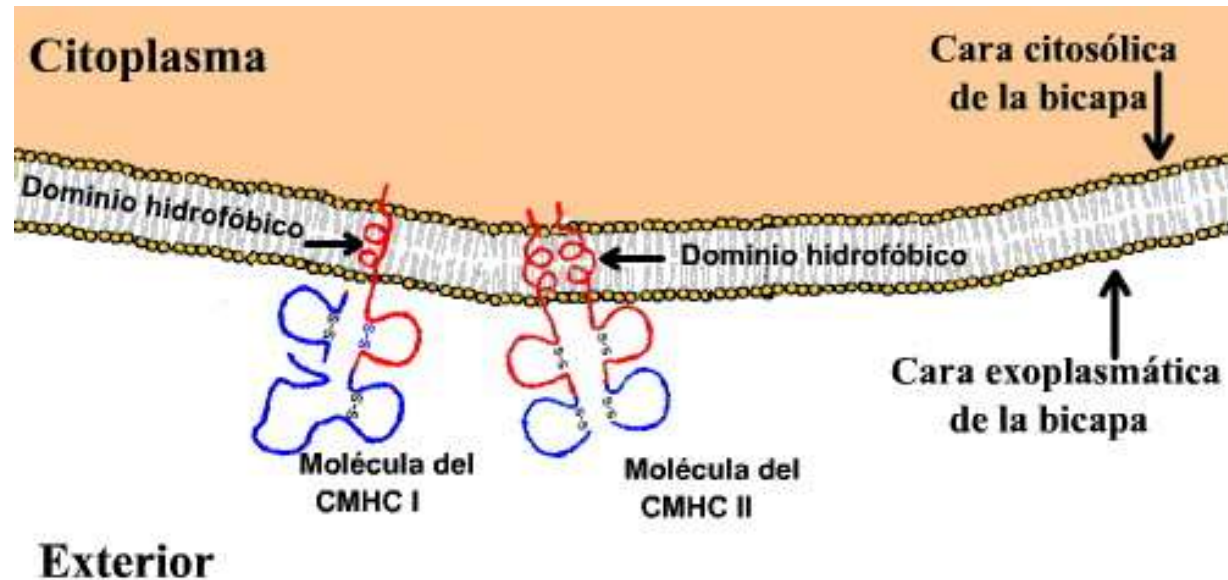
# MARCADORES DE LO PROPIO: MHC



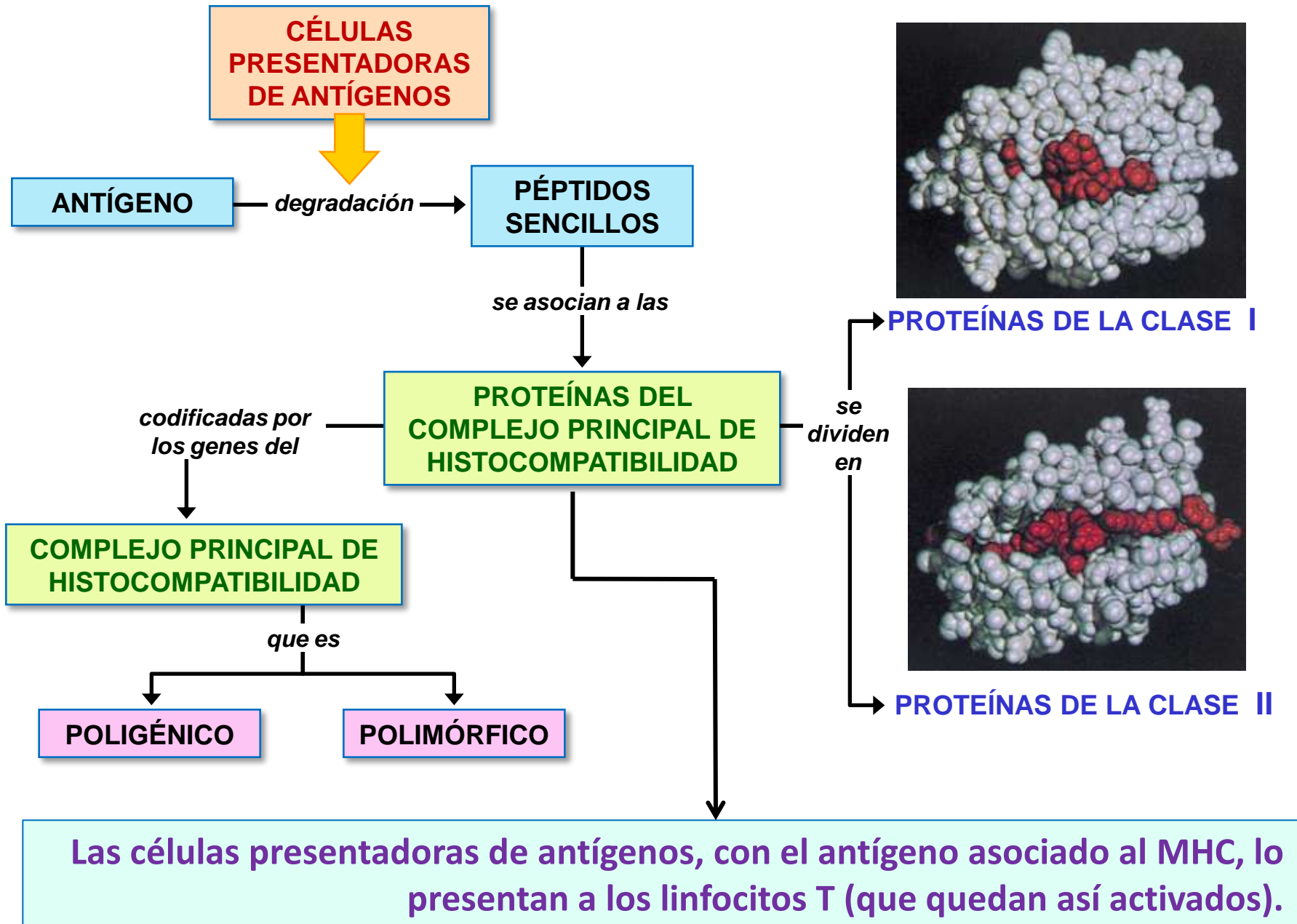
## COMPLEJO PRINCIPAL DE HISTOCOMPATIBILIDAD (MHC)

(Major Histocompatibility Complex)

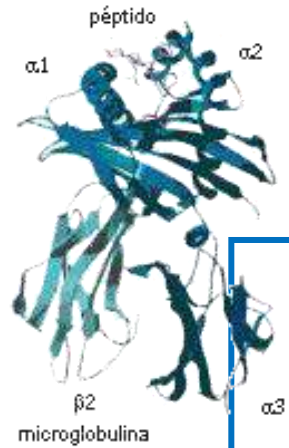
En la membrana plasmática de cada célula hay un conjunto de moléculas que son reconocidas por el SI como propias del ind. y no desencadenan la respuesta inmunitaria (excepto en las *enfermedades autoinmunes*). Son las moléculas del llamado **MHC** (glucoproteínas y glucolípidos).



# EL MHC Y LAS CÉLULAS PRESENTADORAS DE ANTÍGENOS



# EL COMPLEJO PRINCIPAL DE HISTOCOMPATIBILIDAD (MHC)



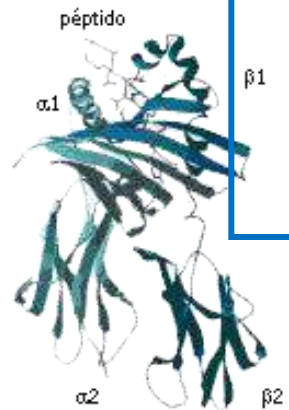
Presentes en todas las células nucleadas

MHC clase I

Presentan el antígeno a las células T citotóxicas

(CTL)

Proteínas MHC



Presentan el antígeno a las células T auxiliares

(Th)

MHC clase II

Presentes en macrófagos, células dendríticas de los órganos linfoides, linfocitos B,...



# MARCADORES DE LO EXTRAÑO: ANTÍGENOS

Un antígeno es todo aquello capaz de desencadenar la respuesta inmunitaria específica, que conduce a la producción de anticuerpos y células citotóxicas.

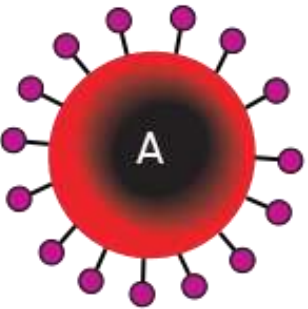
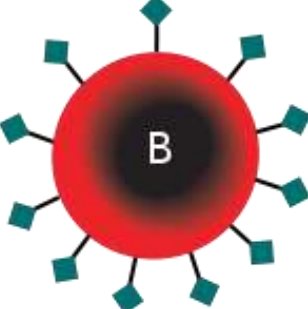
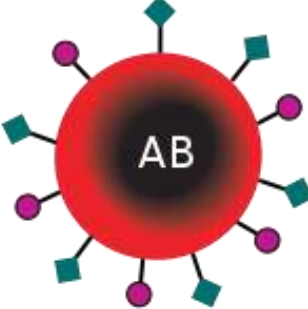
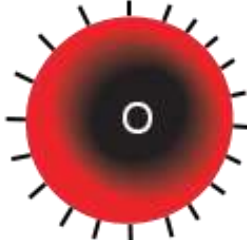


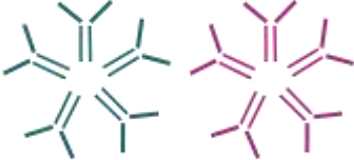



Un antígeno es cualquier molécula a la que se une específicamente un anticuerpo, o un receptor de una célula presentadora de antígenos (macrófago) o de un linfocito T o B.

Un antígeno puede ser una molécula de la membrana celular o un componente molecular de un virus, o sus toxinas.



TIPOS DE ANTÍGENOS → { heteroantígenos  
isoantígenos  
autoantígenos

# EJEMPLO DE ISOANTÍGENOS

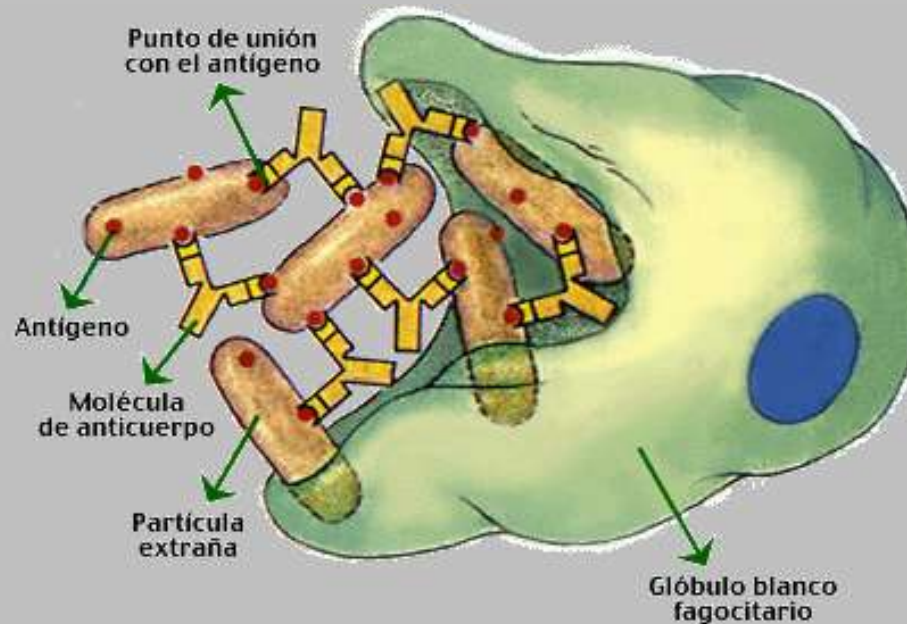
	Grupo A	Grupo B	Grupo AB	Grupo O
Sangre roja célula	 <p>A</p>	 <p>B</p>	 <p>AB</p>	 <p>O</p>
Anticuerpos	 <p>Anti-B</p>	 <p>Anti-A</p>	Ningunos	 <p>Anti-A y Anti-B</p>
Antígenos	 <p>A antígeno</p>	 <p>B antígeno</p>	 <p>A y B antígeno</p>	No antígenos



# PROPIEDADES DE LOS ANTÍGENOS

## PROPIEDADES DE LOS ANTÍGENOS:

- **Inmunogenicidad:** capacidad de producir una respuesta inmunitaria.
- **Antigenicidad:** capacidad de unión con su correspondiente receptor específico.



## PROPIEDADES DE UNIÓN ANTÍGENO-ANTICUERPO:

- **Especificidad:** cada anticuerpo reconoce un determinante antigénico.
- **Afinidad:** es la fortaleza de la interacción entre el antígeno y el anticuerpo.

# DETERMINANTES ANTÍGENOS (EPÍTOPOS)

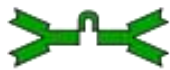
Los **epítomos** son las diferentes porciones del antígeno que son reconocidas específicamente por un anticuerpo o por los receptores de membrana de los linfocitos.

Antígenos { **Monovalentes**  
**Polivalentes**

Antígeno monovalente



Monómero  
IgD, IgE, IgG



Dímero **Antígeno bivalente**  
IgA



Pentámero  
IgM

Antígeno pentavalente

Dr. Juan Carlos P. S.

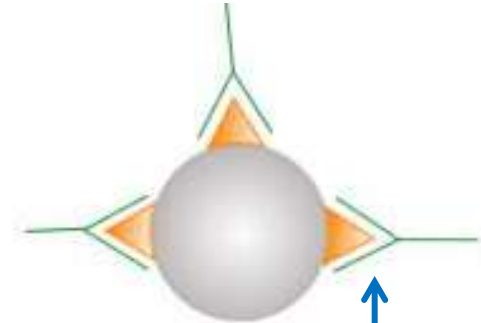
Antígeno trivalente



ANTÍGENO con 3 epítomos o determinantes antigénicos



Anticuerpos

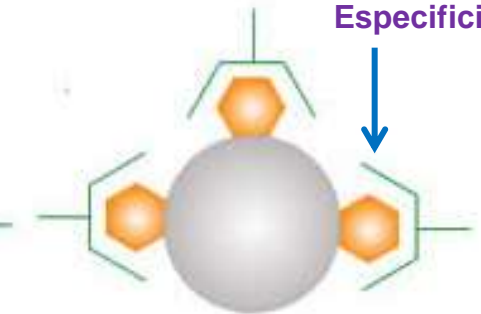
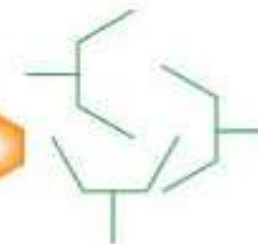


Unión Ag-Ac

Inactivación del Ag

Especificidad

Antígeno trivalente



Unión Ag-Ac

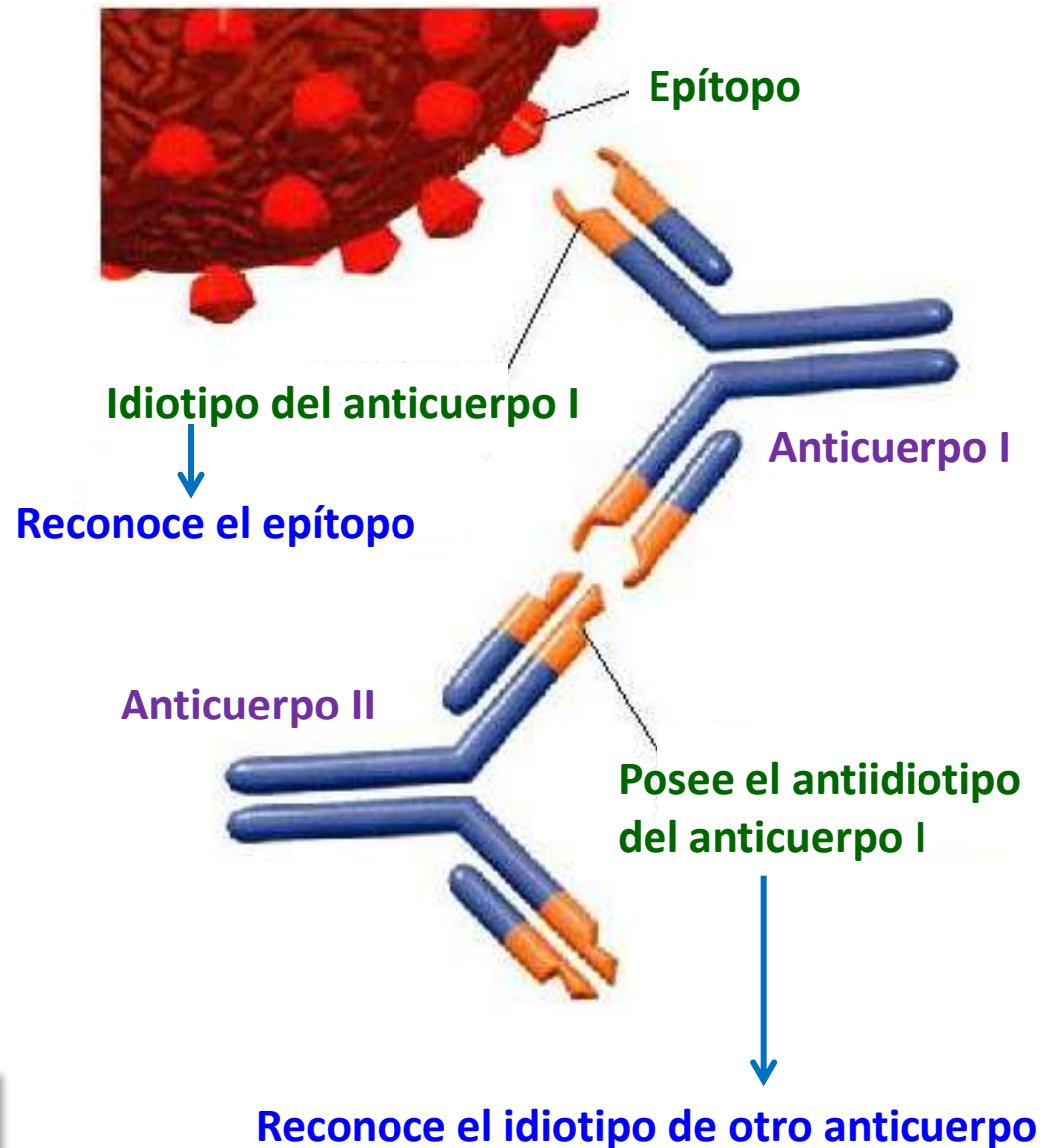
Inactivación del Ag

Especificidad

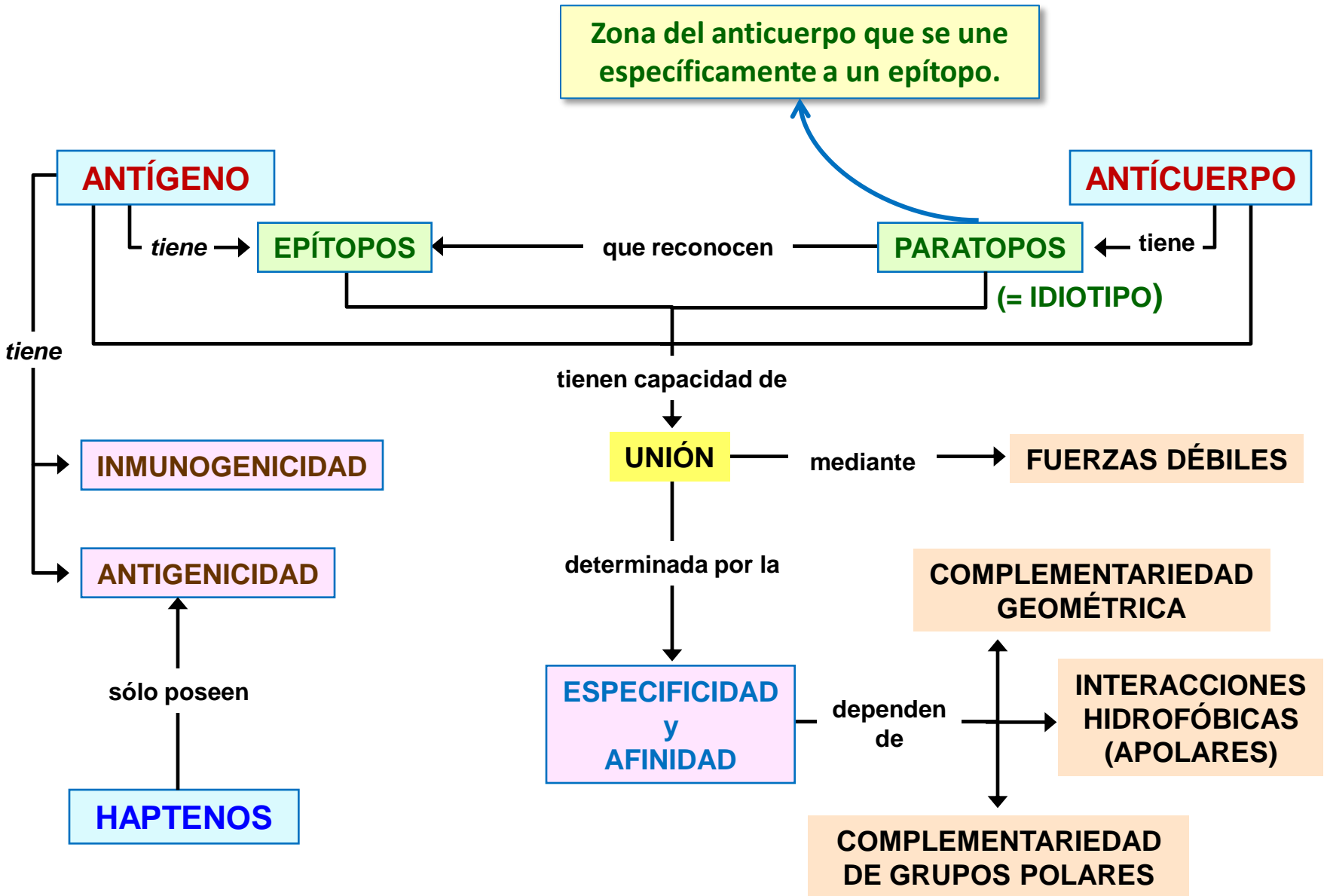
# EPÍTOPOS E IDIOTIPOS (= PARATOPOS)



Zona del anticuerpo que se une específicamente a un epítipo.



# ESPECIFICIDAD ANTÍGENO-ANTICUERPO

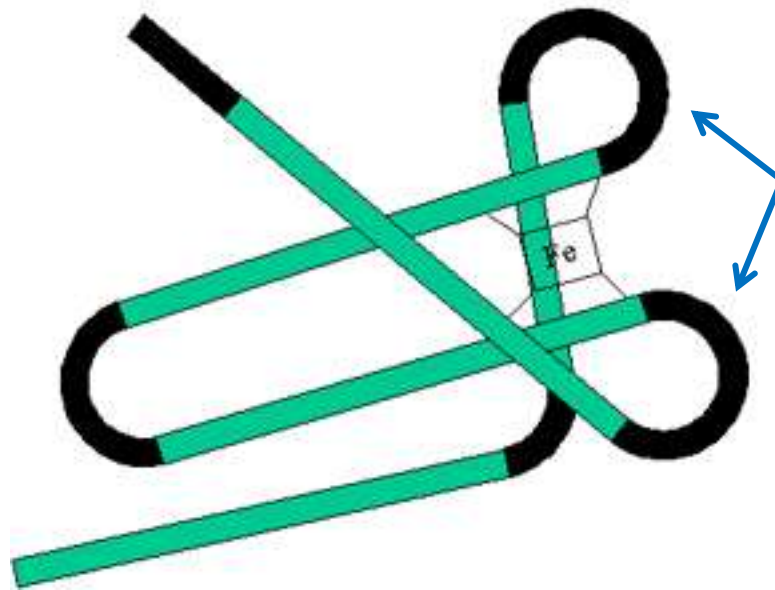


# HAPTENOS

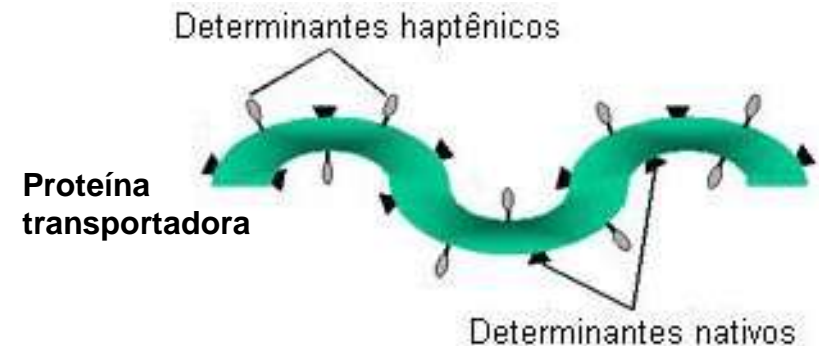
Son pequeñas moléculas con capacidad para unirse a anticuerpos específicos, pero por sí solos no son inmunogénicos. Pero al unirse a ciertas *moléculas transportadoras*, pueden adquirir propiedad antigénica.



Son **antigénicos** pero no inmunogénicos.

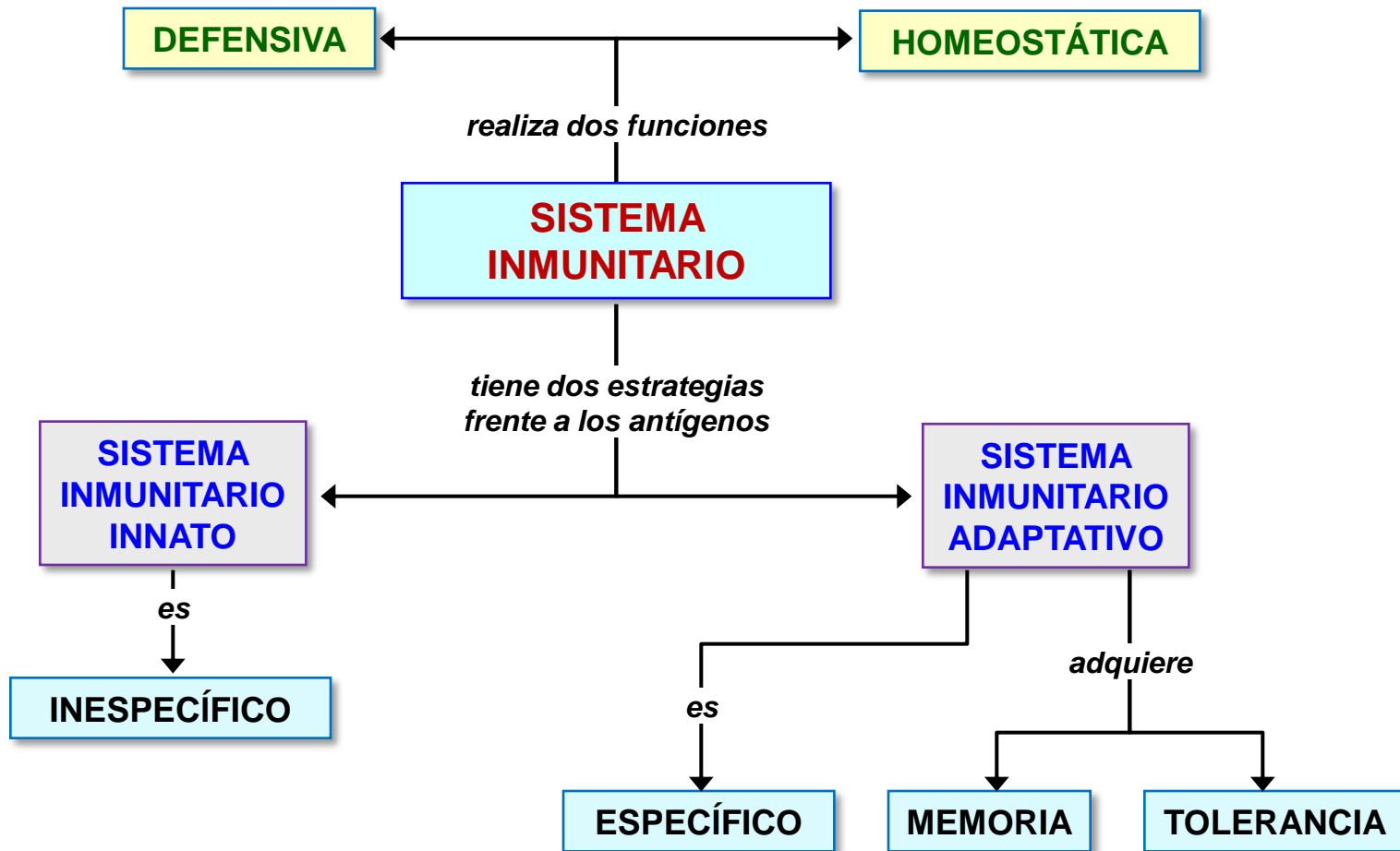


Zonas de unión con el anticuerpo



**LA INMUNIDAD  
Y  
LA RESPUESTA INMUNITARIA**

# FUNCIONES DEL SISTEMA INMUNITARIO



# NIVELES DEFENSIVOS DEL SISTEMA INMUNITARIO

El sistema inmunitario presenta tres niveles defensivos:





# NIVELES DEFENSIVOS DEL SISTEMA INMUNITARIO

## TRES GRANDES LÍNEAS DE DEFENSA

Mecanismos innatos  
Inespecíficos

### PRIMERA

#### MECANISMOS FÍSICOS

Epitelios de revestimiento  
*Epitelios ciliados*

#### MECANISMOS QUÍMICOS

Secreciones  
Enzimas  
Sustancias ácidas  
Defensinas  
Péptidos antibacterianos

#### MECANISMOS MICROBIOLÓGICOS

Flora bacteriana normal

Mecanismos adquiridos  
Específicos

### SEGUNDA

#### FAGOCITOS Y SISTEMA DEL COMPLEMENTO

Contra patógenos extracelulares

#### MACRÓFAGOS

Contra bacterias intracelulares

#### CÉLULAS NK E INTERFERONES

Contra células infectadas por virus

### TERCERA

#### LINFOCITOS

Mecanismo específico y adaptativo que deja memoria inmunológica

Celular: linfocitos T

Humoral: linfocitos B

anticuerpos



# CÉLULAS DEL SISTEMA INMUNITARIO

**FAGOCITOS**



**Monocitos**      **Macrófagos**      **Neutrófilos**      **Eosinófilos**

Fagocitan microorganismos, células alteradas y restos celulares.

**CÉLULAS CITOTÓXICAS**



**Células NK**

Destruyen células del organismo que se han vuelto peligrosas.

**CÉLULAS CEBADAS**



**Basófilos**      **Mastocitos**

Intervienen en la inflamación y liberan aminas vasoactivas como la histamina.

**LINFOCITOS**



*Responsables del reconocimiento específico de los agentes patógenos*

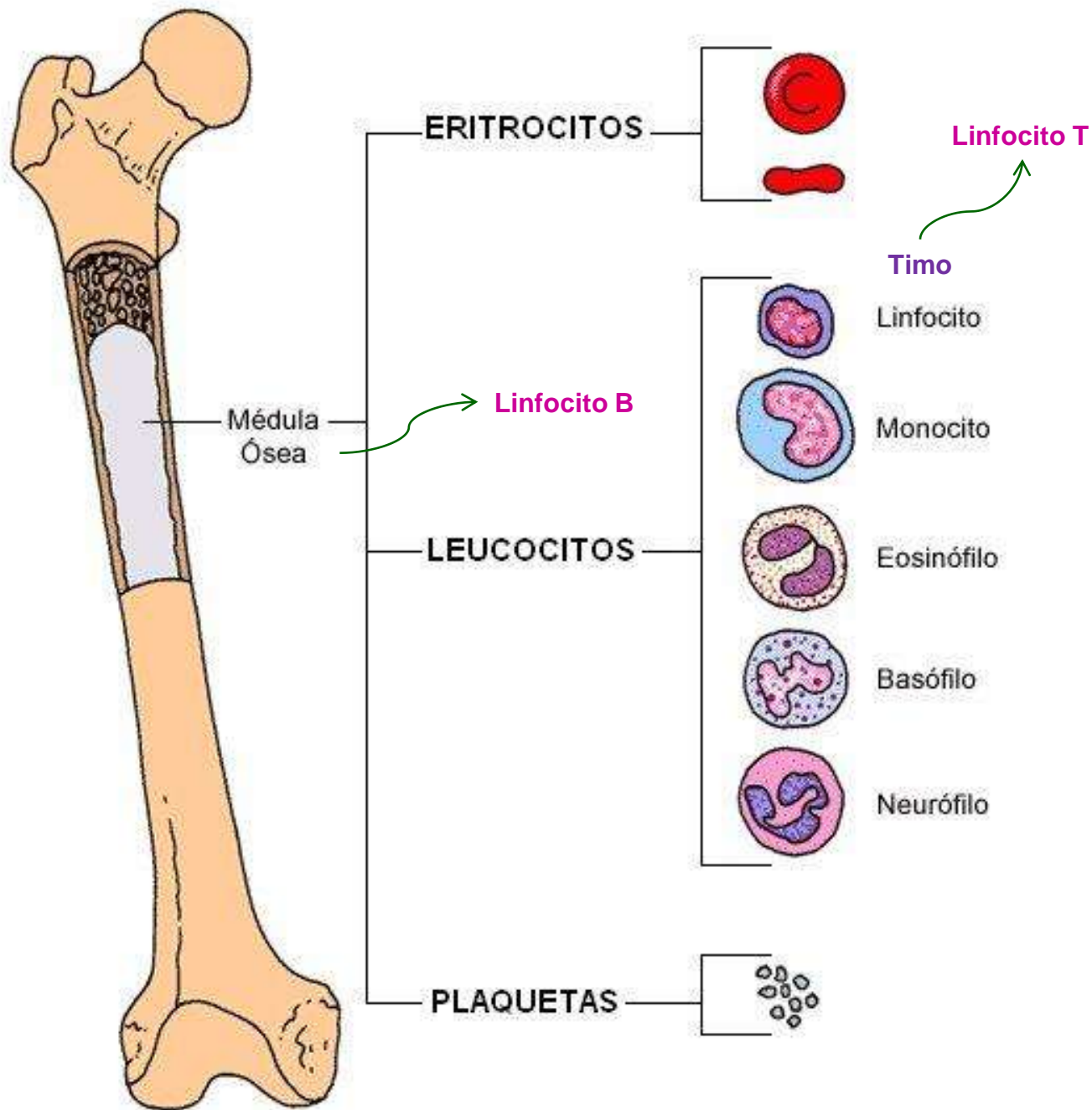
# CÉLULAS Y MOLÉCULAS DEL SISTEMA INMUNITARIO



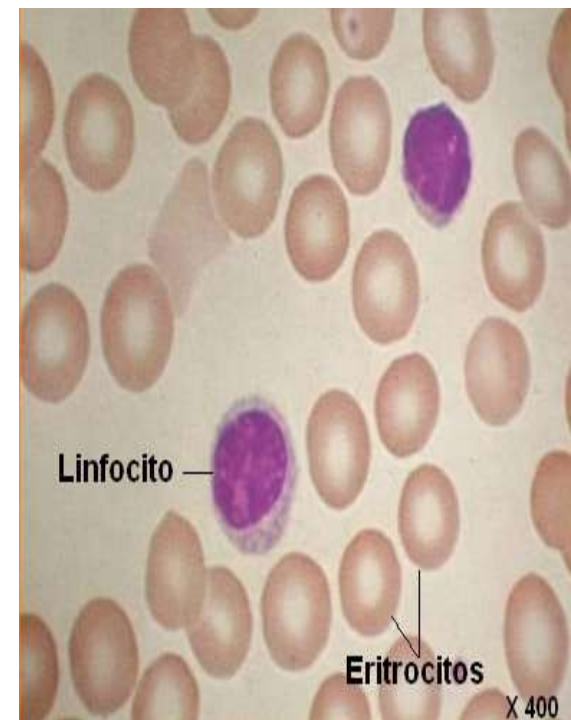
# VOCABULARIO

- BCR (B Cell Receptor):** receptores de membrana específicos de los linfocitos B (inmunoglobulinas), capaces de reconocer antígenos.
- TCR (T Cell Receptor):** receptores de membrana de los linfocitos T, los cuales reconocen, en la membrana de las células presentadoras de antígenos (APC), péptidos antigénicos sobre proteínas del complejo principal o mayor de histocompatibilidad (MHC).
- CD4<sup>+</sup> (CD: Cluster of Differentiation):** receptores de membrana de los linfocitos T auxiliares o colaboradores.
- CD8<sup>+</sup>:** receptores de membrana de los linfocitos T citotóxicos o citolíticos.

# TEJIDO HEMATOPOYÉTICO (MÉDULA ÓSEA ROJA)

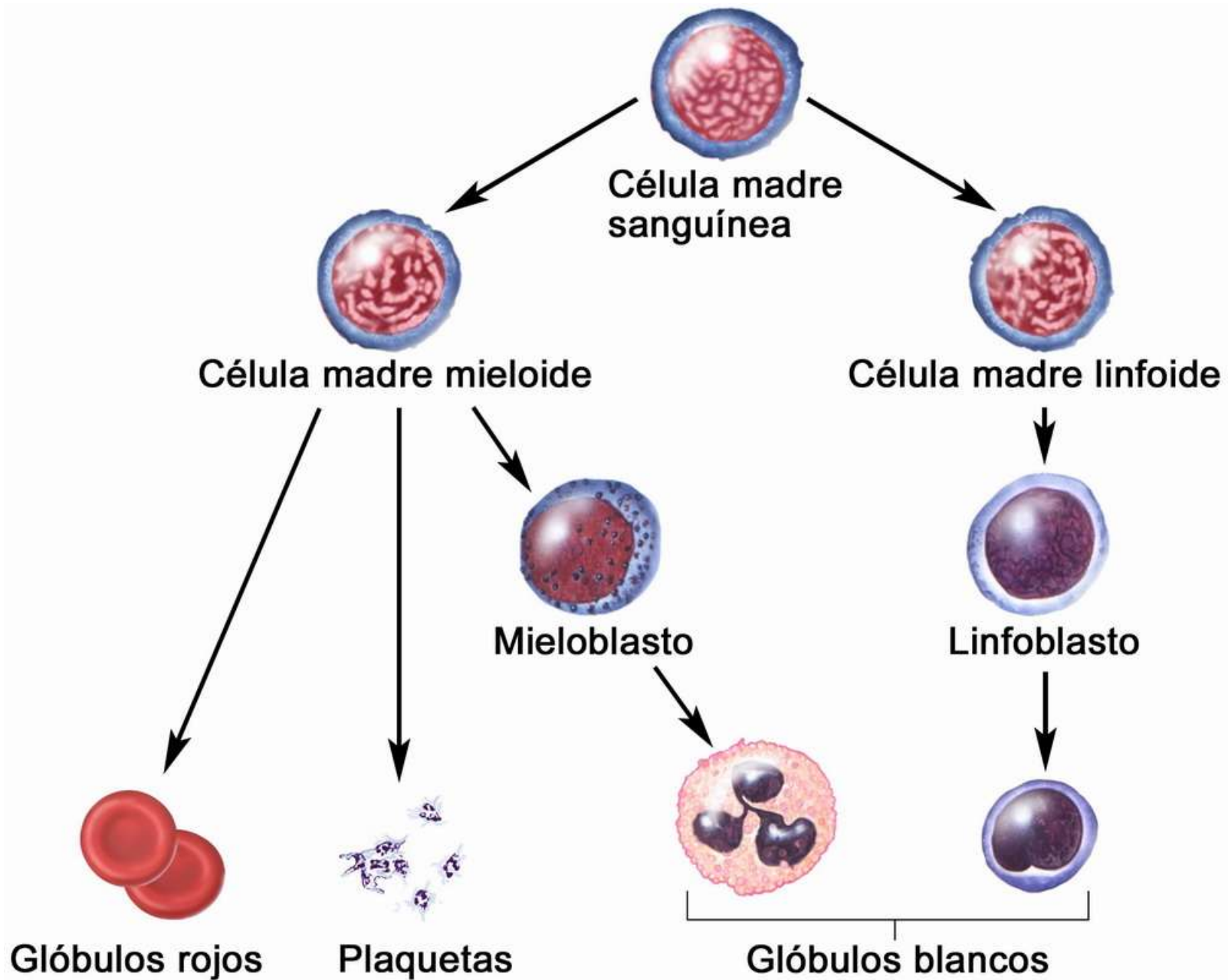


X 400

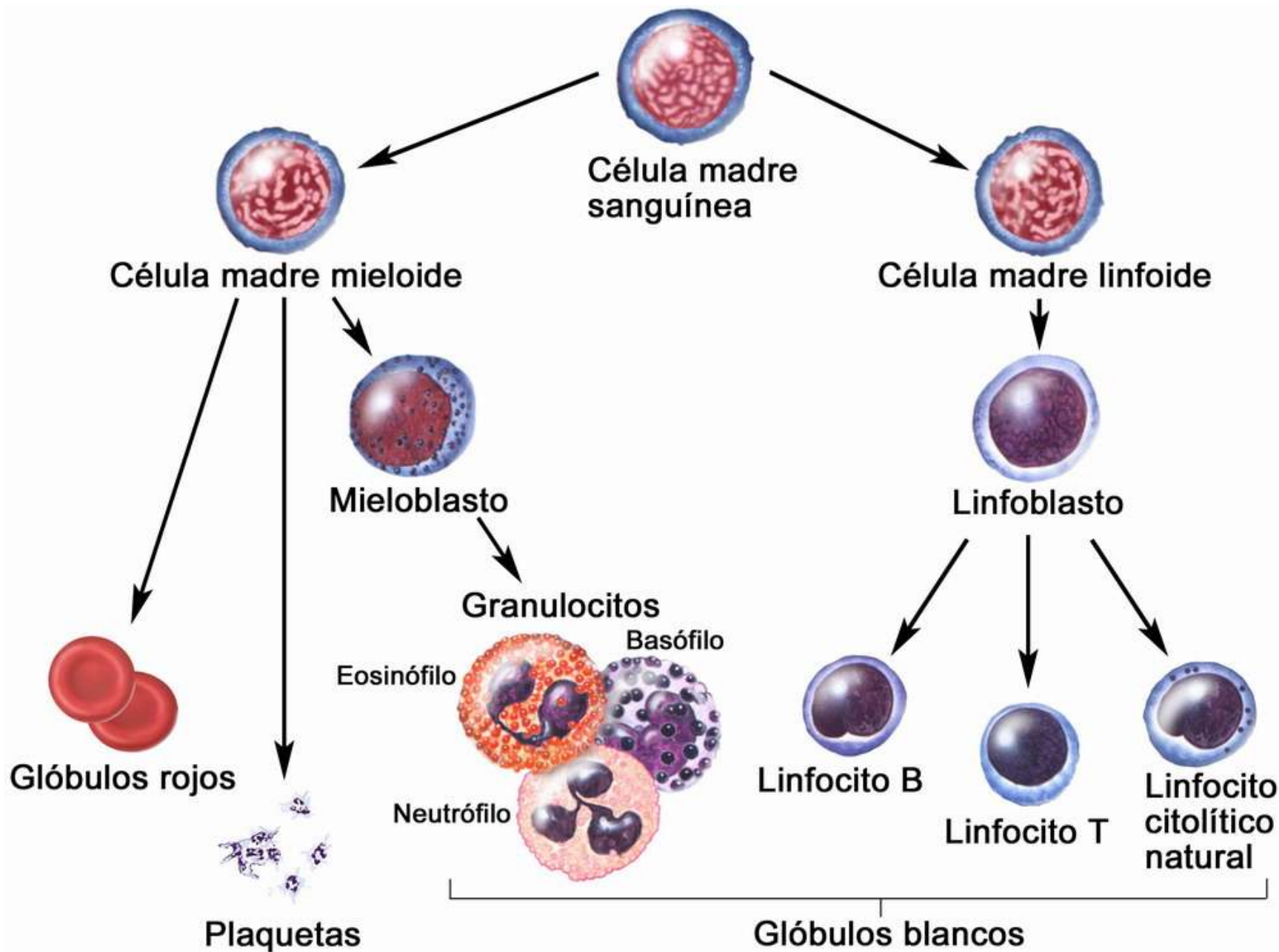


X 400

# TEJIDO HEMATOPOYÉTICO (MÉDULA ÓSEA ROJA)

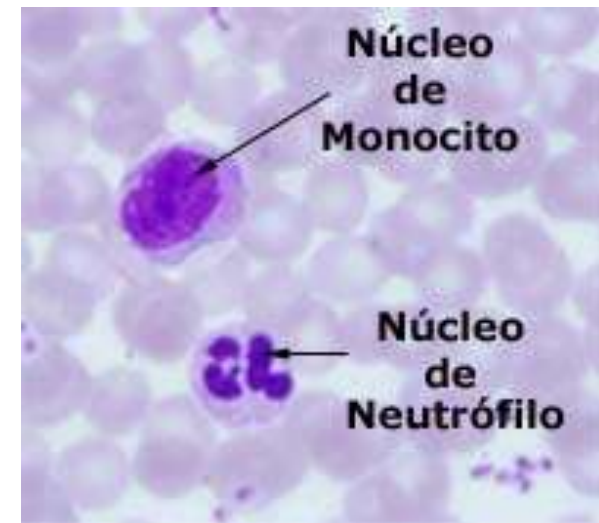
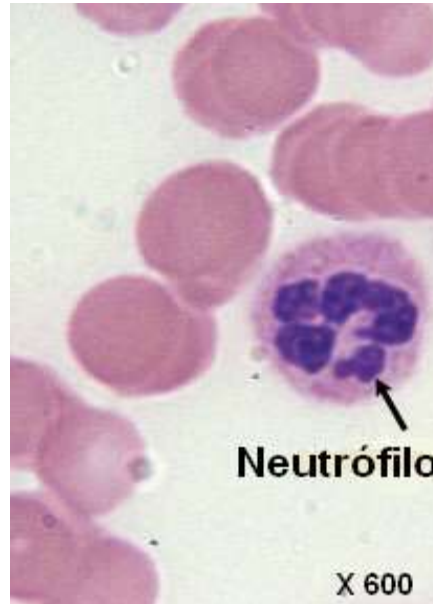


# TEJIDO HEMATOPOYÉTICO (MÉDULA ÓSEA ROJA)



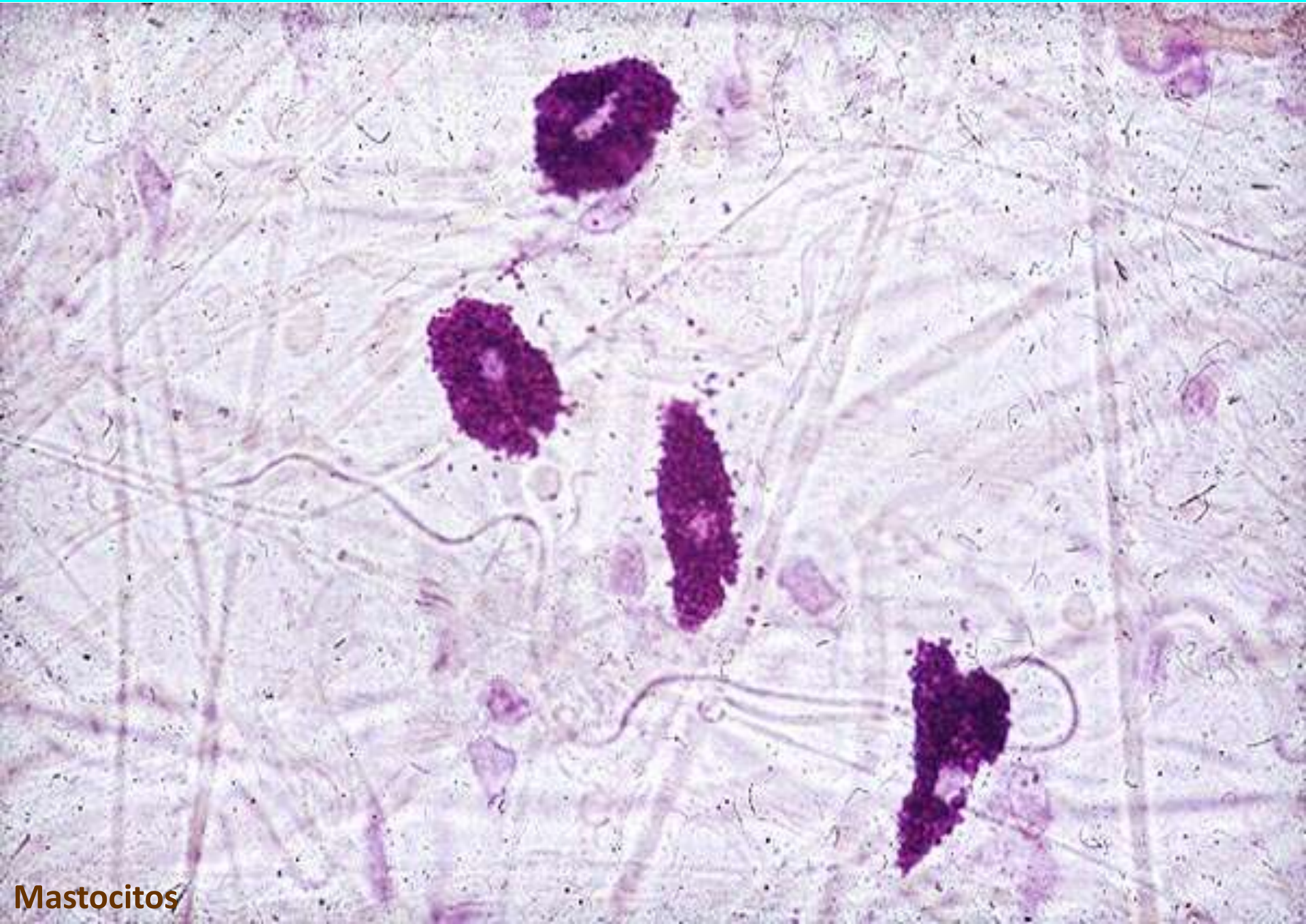
# CÉLULAS DEL SISTEMA INMUNITARIO

Los mastocitos liberan histaminas cuando se encuentran con un alérgeno





# CÉLULAS DEL SISTEMA INMUNITARIO



**Mastocitos**

# CÉLULAS DEL SISTEMA INMUNITARIO



# COMUNICACIÓN QUÍMICA INTERCELULAR: LAS CITOCINAS

Actúan como *mensajeros químicos* entre las células del SI para así coordinar sus funciones.

## TIPOS DE CITOCINAS (= CITOQUINAS)

### INTERLEUCINAS (IL)

Actúan como mensajeros químicos entre leucocitos.

### FACTORES DE CRECIMIENTO CELULAR

Estimulan la proliferación y diferenciación celular (ej.: *eritropoyetina*).

### QUIMIOCINAS

Atraen por *quimiotaxis* a otros leucocitos al área de infección.

### FACTORES DE NECROSIS TUMORAL (TNF)

Estimulan la fase aguda de la reacción inflamatoria.

### INTEFERÓN

Es producido por diversas células como respuesta a una infección vírica o a la presencia de células cancerígenas.

# Mecanismos innatos

No específicos y  
carentes de memoria

# Mecanismos innatos

- Barreras externas
- El sistema de complemento
- Proteínas antimicrobianas
- La reacción inflamatoria
- La acción celular (fagocitos, NK,...)

# **LAS BARRERAS EXTERNAS**

# 1ª BARRERA DEFENSIVA. BARRERAS EXTERNAS

## Barreras físicas

**Piel:** efecto barrera por su capa de **queratina** en continua **descamación** que evita que los microorganismos se “asienten”. Las **glándulas sebáceas** y el **sudor** le dan un pH algo **ácido**.  
Tb. protegen las **escamas, pelos, plumas,...**

Flujo de orina.  
Movimiento intestinal.  
**Cilios con mucus** de la *vías respiratorias*.

**Mucosas** de los *orificios naturales*: engloban y expulsan partículas.  
Es capaz de engañar a los virus.

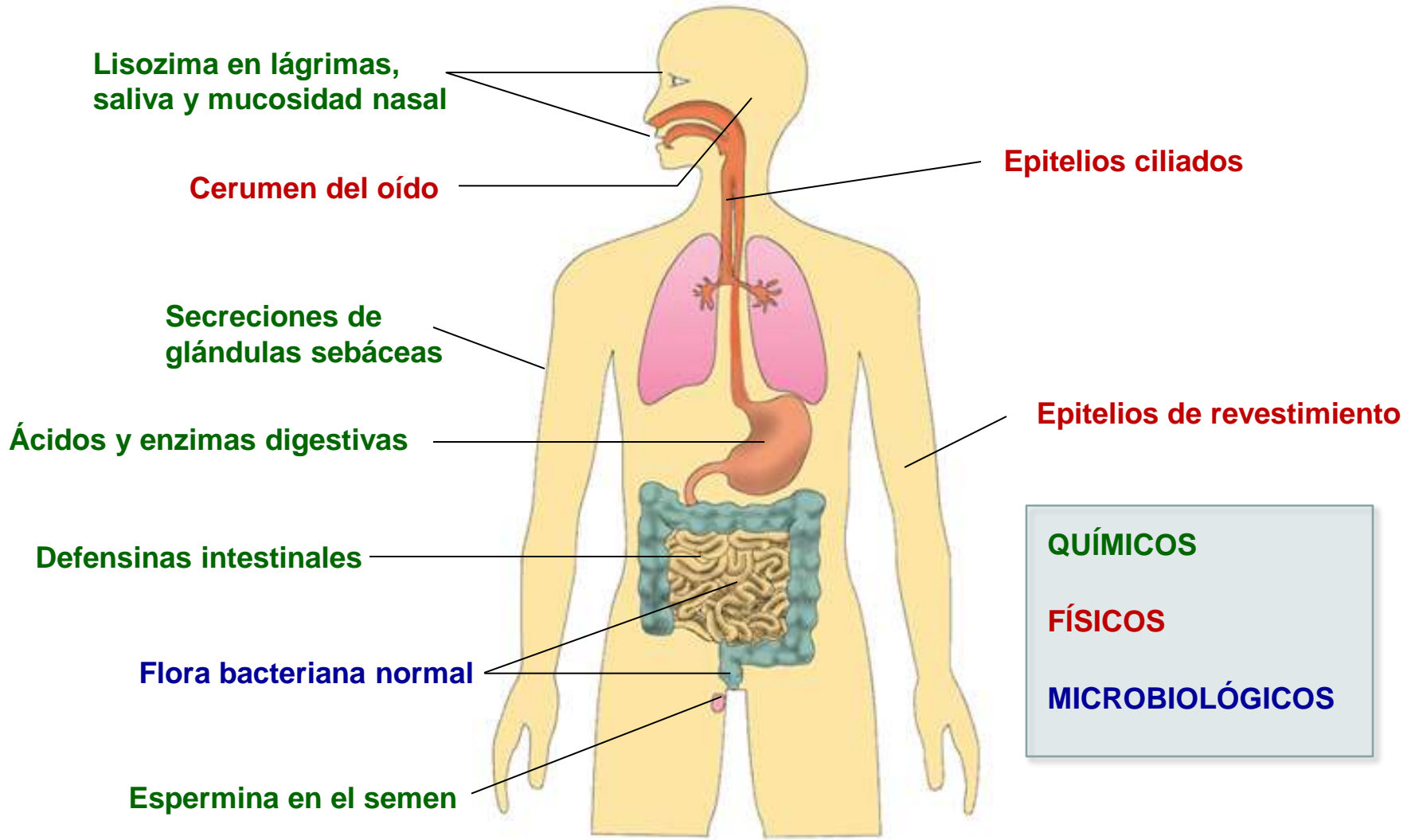
## Barreras químicas (secreciones)

Saliva y lágrimas: **lisozima** (enzima bactericida). Efecto de lavado.  
Semen: **espermina**. Vagina: **sustancias ácidas**.  
El *estómago* tiene un pH *muy ácido*.  
**Defensinas** (péptidos antibacterianos) del **intestino**.  
Cerumen del oído.  
**Transferrina y lactoferrina**: proteínas que captan y transportan Fe.

## Barreras ecológicas

Microorganismos no patógenos (ej.: **bacterias de la piel** y de la **flora intestinal**) que *compiten* con los patógenos.

# 1ª BARRERA DEFENSIVA. BARRERAS EXTERNAS



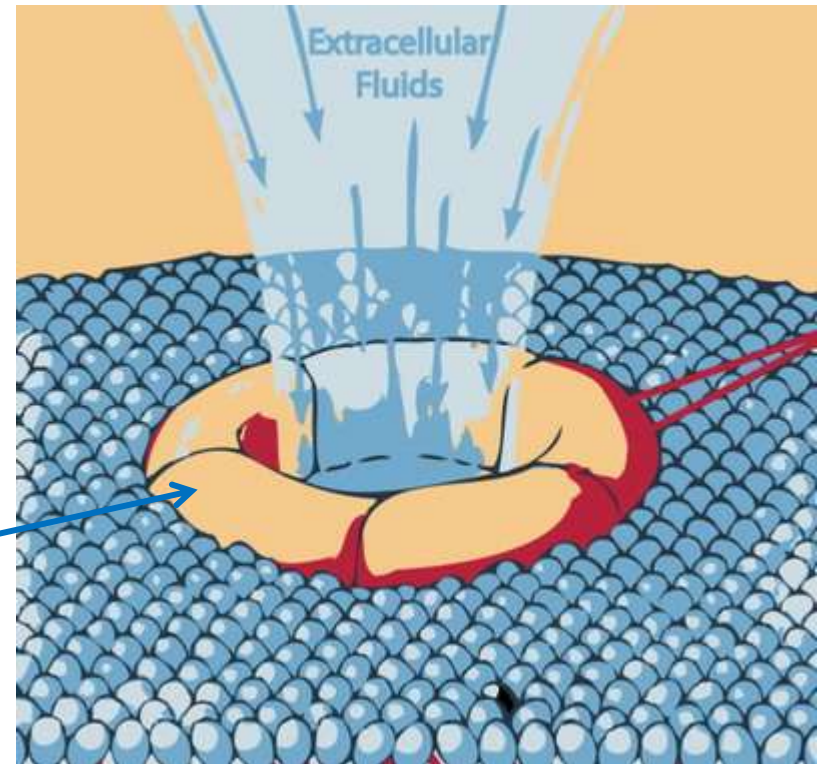


# **SISTEMA DEL COMPLEMENTO**

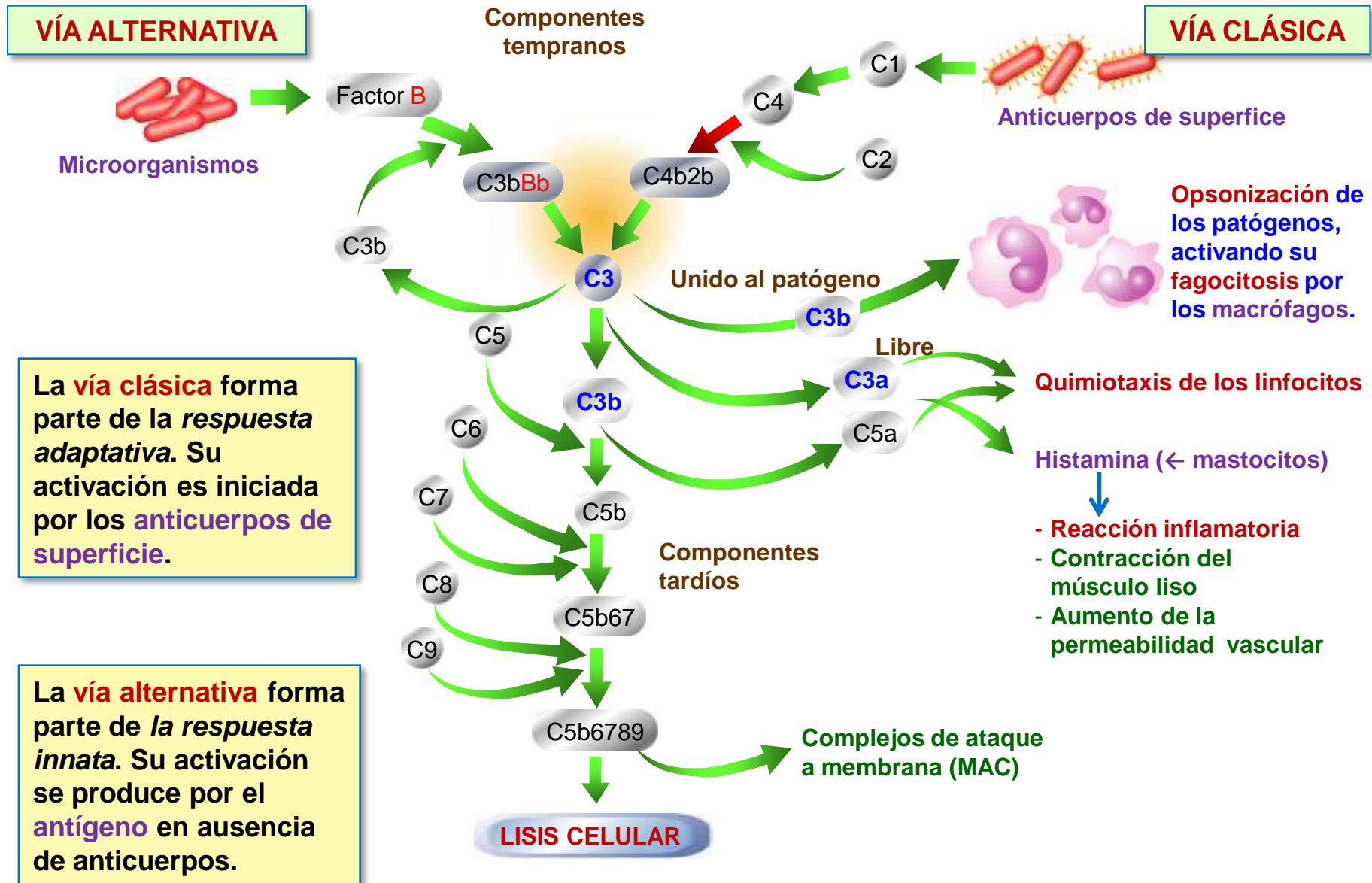
# PROTEÍNAS DEL SISTEMA DEL COMPLEMENTO

Consta de unas 25 moléculas plasmáticas (del tipo de las *globulinas*) (C1, C2, ...), que están siempre en el plasma, cuya función es **potenciar la respuesta inmune** (y en particular, la respuesta inflamatoria). Actúan ante los antígenos.

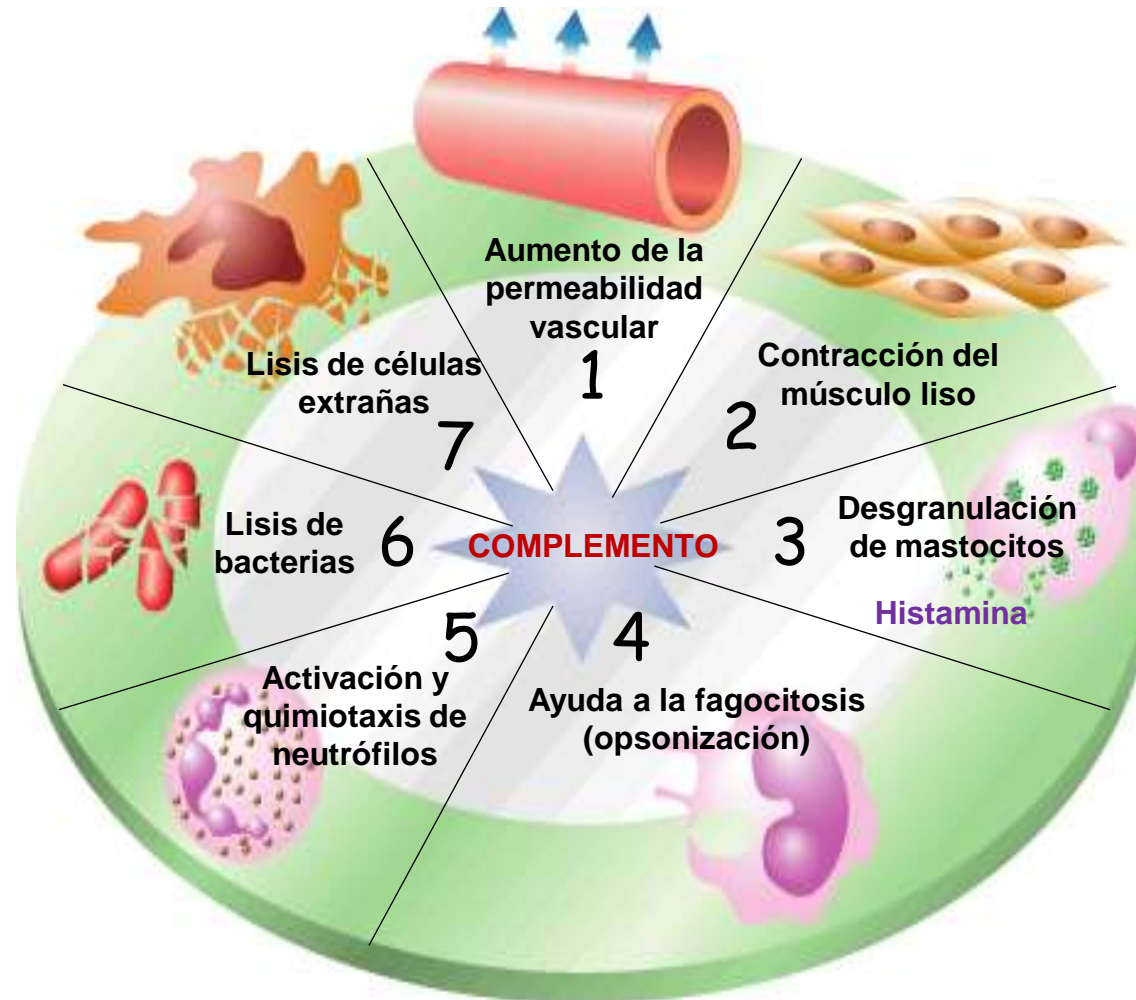
Estas proteínas entran en acción activándose secuencialmente en cascada, incrementando así la velocidad de respuesta, y provocan la **lisis de los microorganismos** que contienen complejos Ag-Ac adheridos, al producir una enzima activa (**proteasa**) que produce poros en su membrana. También atraen a los fagocitos.



# ACTIVACIÓN DEL COMPLEMENTO: VÍAS CLÁSICA Y ALTERNATIVA



# RESUMEN DE LAS ACCIONES DEL COMPLEMENTO

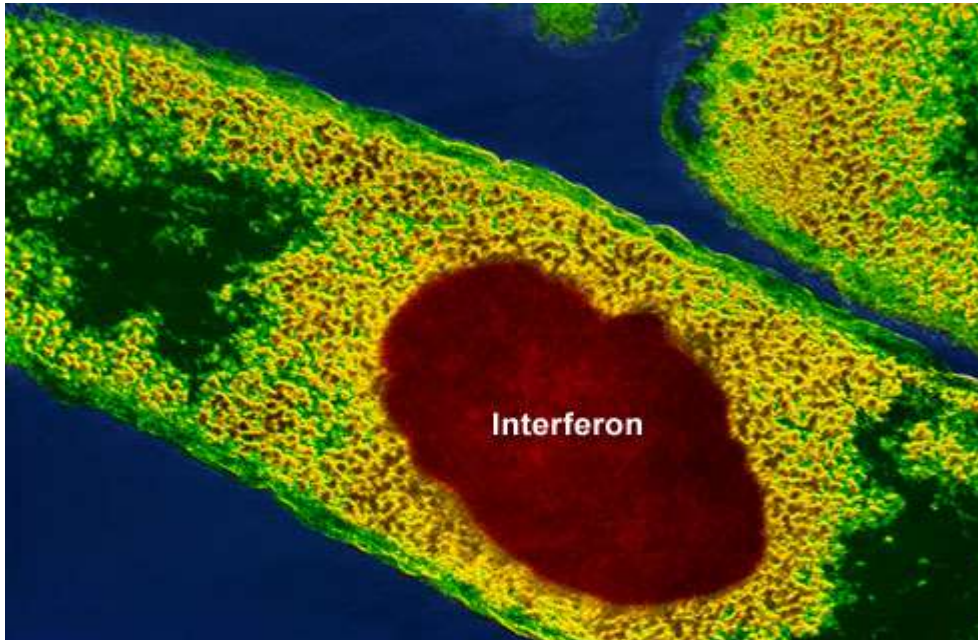


Estas acciones provocan la *lisis* de los microorganismos con complejos Ag-Ac adheridos, y también atraen a los *fagocitos*.

# **PROTEÍNAS ANTIMICROBIANAS**

# PROTEÍNAS ANTIMICROBIANAS

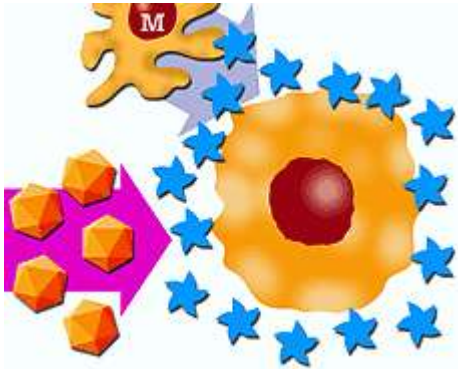
- Las del sistema del complemento.
- Lisozima (→ saliva, lágrimas y mucus).
- Espermina (→ esperma).
- Defensinas (← macrófagos) (→ intestino).
- Interferones (IFN) (→ actúan en la *infección vírica* o como respuesta antitumoral ante *células cancerígenas*).



Algunos interferones activan a los macrófagos y linfocitos NK, que destruyen a las células tumorales.

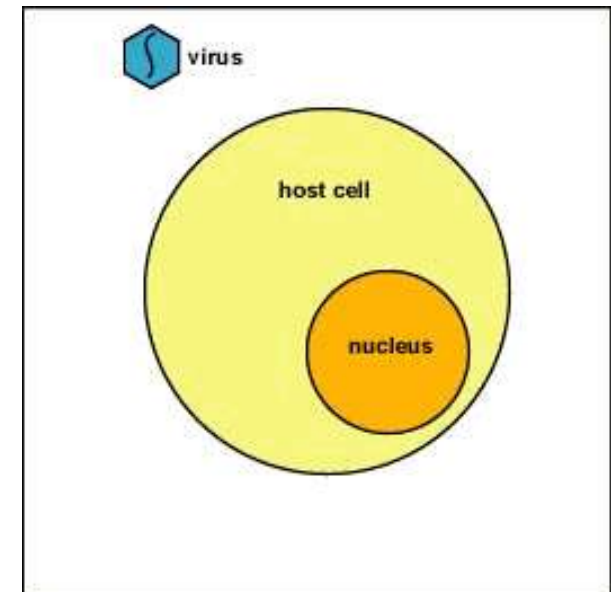
# CÉLULAS INFECTADAS POR VIRUS. INTERFERONES

Es la primera vía defensiva frente a muchos virus.



Son proteínas plasmáticas segregadas por células infectadas por virus (linfocitos T, células NK, leucocitos,...) que actúan sobre las células sanas vecinas, haciéndolas producir **proteínas antivirales** que inhiben la replicación viral en ellas.

Inducen, por tanto, una resistencia ante los virus en células que no estén infectadas.

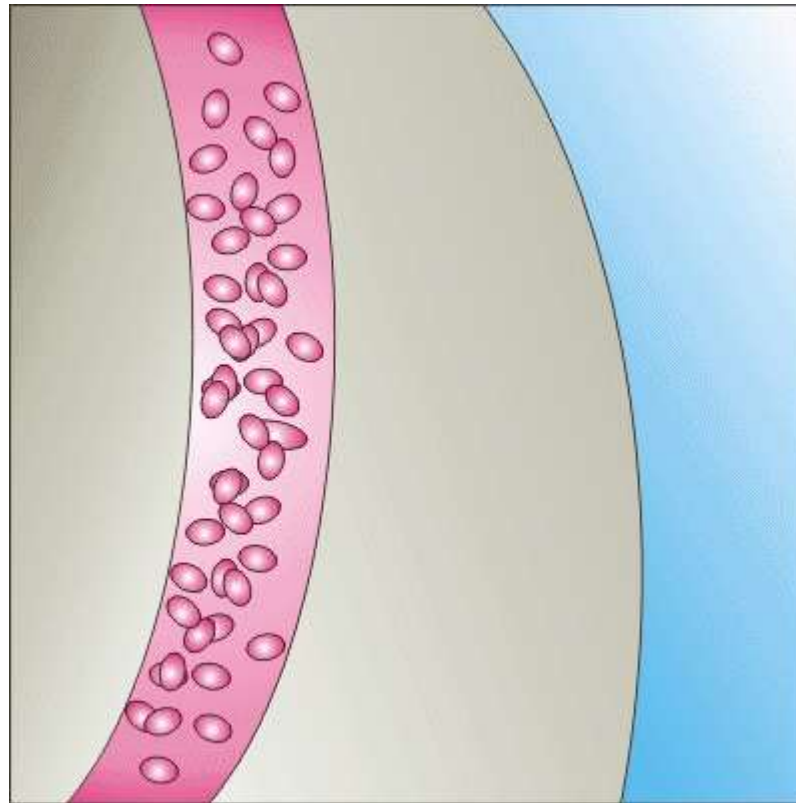


# LA REACCIÓN INFLAMATORIA

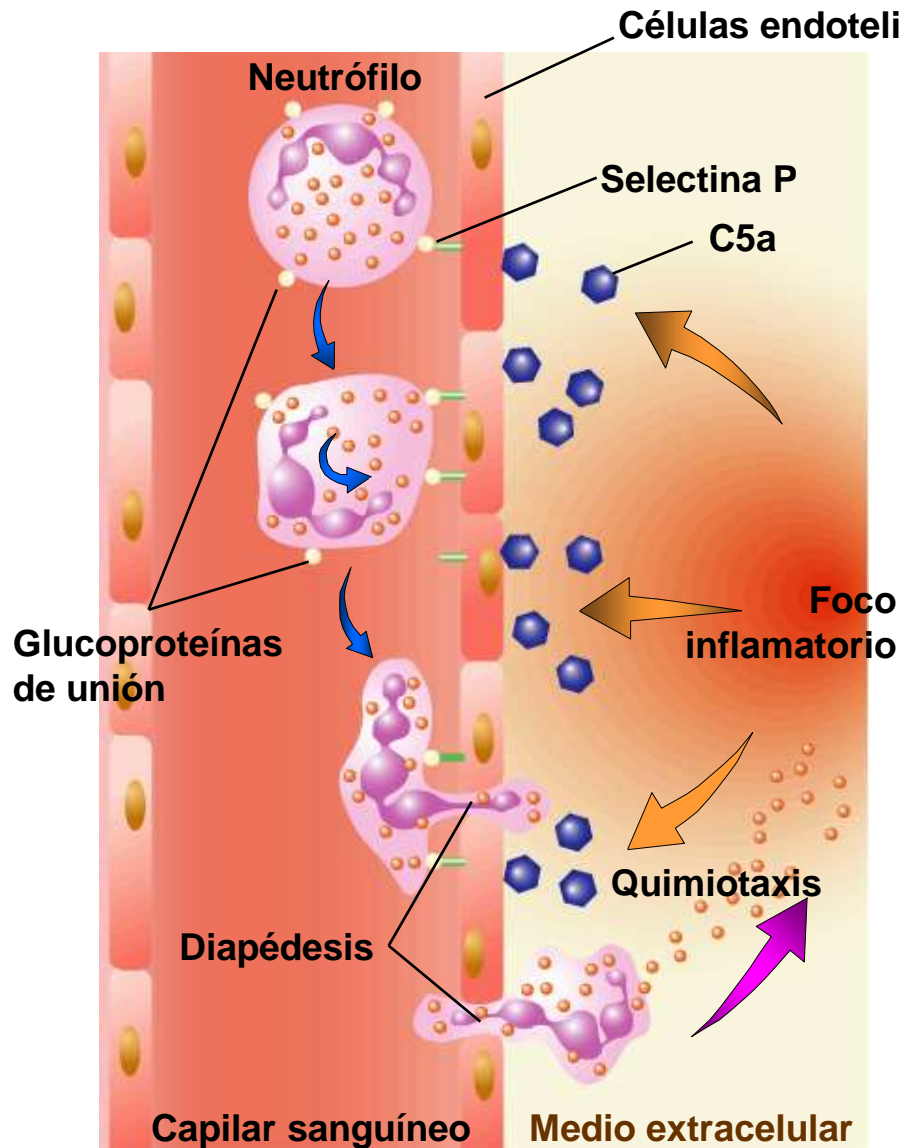


# LA REACCIÓN INFLAMATORIA

Es una reacción local que dificulta la proliferación del patógeno, favorece su destrucción por los linfocitos NK y fagocitos, y estimula la reparación de los daños causados por la infección en los tejidos.

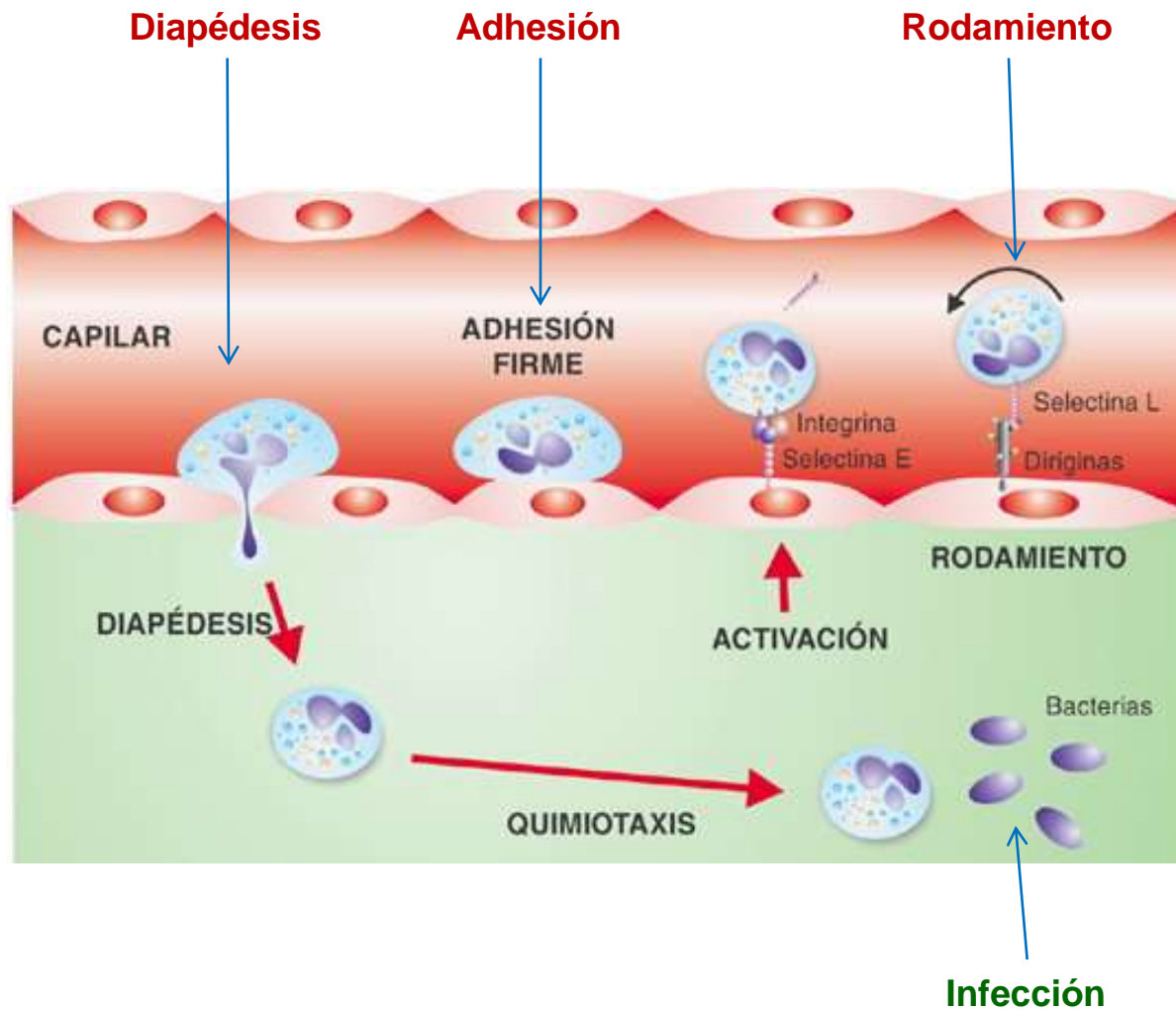


# PROCESOS DE LA RESPUESTA INFLAMATORIA



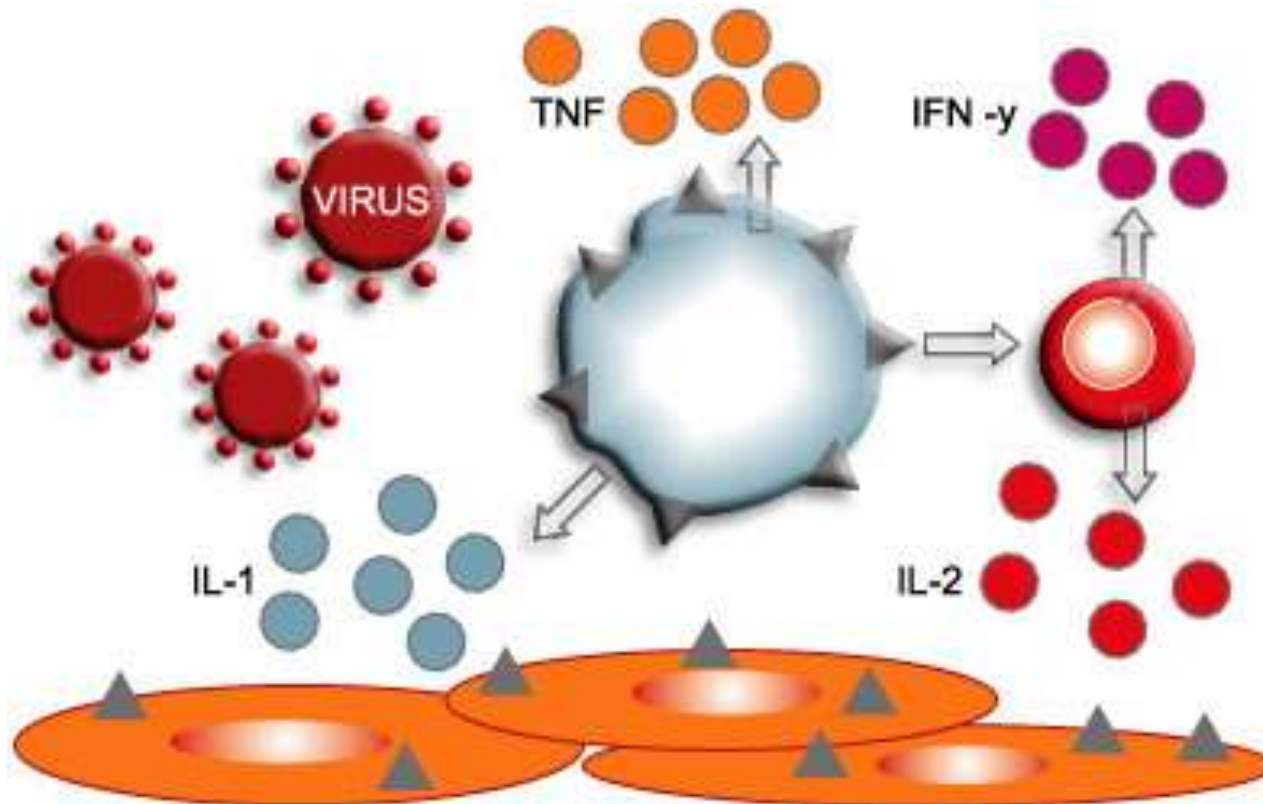
- 1 Vasodilatación capilar**  
Da lugar a **rubor** y **calor** locales.
- 2 Incremento de la permeabilidad**  
Retracción de las células endoteliales.  
Origina un **edema** (hinchazón) y **dolor**.
- 3 Infiltración de células sanguíneas**  
Adhesión y rodamiento sobre el endotelio.  
**Diapédesis**  
**Quimiotaxis**
- 4 Producción y liberación de moléculas activas.**
- 5 Formación de pequeños coágulos por el factor de necrosis tumoral (TNF- $\alpha$ ), para impedir la diseminación de los patógenos.**

# INFILTRACIÓN DE LAS CÉLULAS SANGUÍNEAS



# RESPUESTA INFLAMATORIA: FACTOR DE NECROSIS TUMORAL

Se forman pequeños coágulos en los capilares sanguíneos (tumor) por la acción del **factor de necrosis tumoral (TNF- $\alpha$ )** ( $\leftarrow$  macrófagos). Así los patógenos no se diseminan por la corriente sanguínea, sino que son obligados a dirigirse por la vía linfática hacia los *ganglios*, donde los *linfocitos* iniciarán la *respuesta adaptativa*.

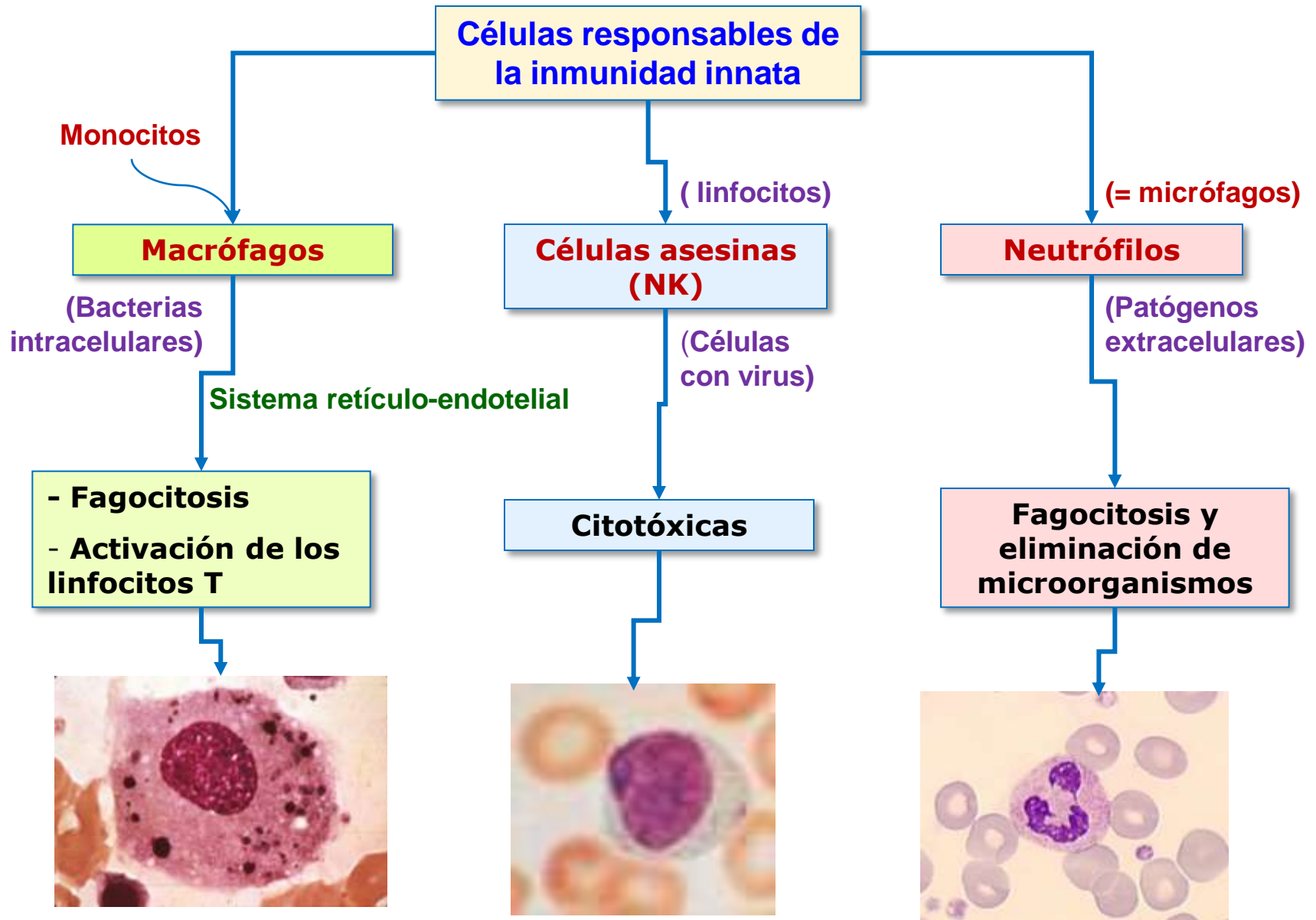


# CÉLULAS DE LA RESPUESTA

## INMUNITARIA INNATA

- Células de la reacción inflamatoria
- Fagocitos
- Linfocitos NK

# CÉLULAS DE LA RESPUESTA INMUNITARIA INNATA



# CÉLULAS DE LA RESPUESTA INMUNITARIA INNATA

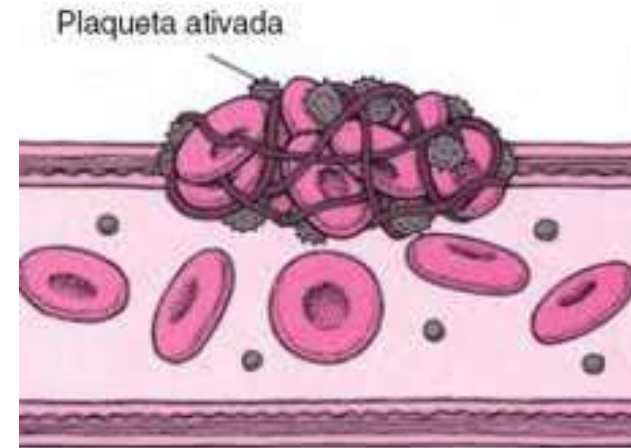
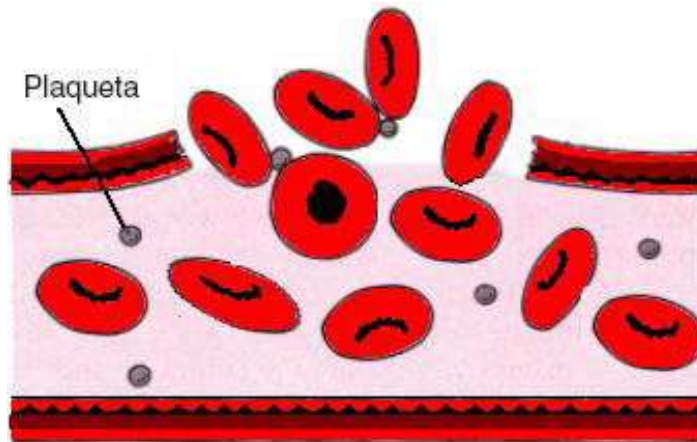
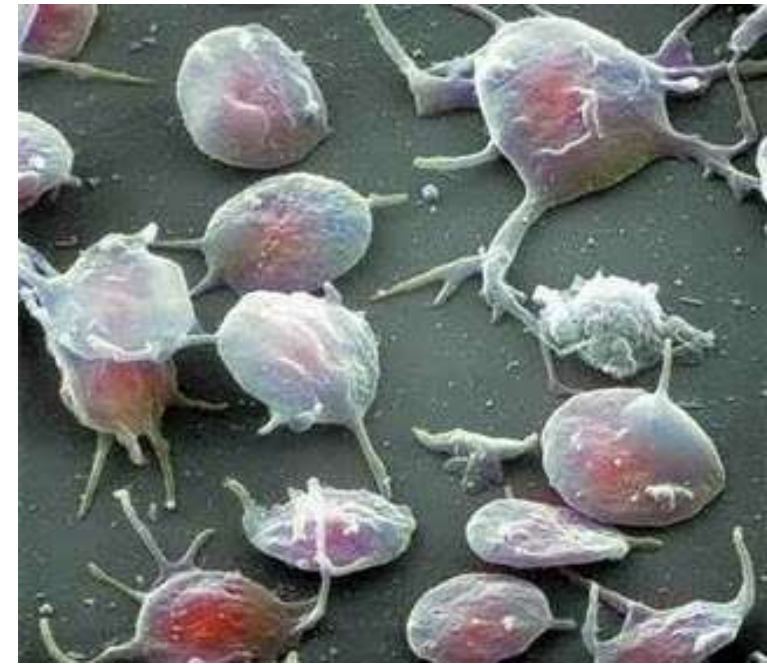
Actúan cuando los patógenos ya han entrado

AGENTE PATÓGENO	RESPUESTA DE LA 2ª LÍNEA DE DEFENSA
<b>Patógenos extracelulares</b>	<p><u>Fagocitos: neutrófilos, macrófagos,...</u> Son atraídos por el <i>quimiotactismo</i> de las sustancias liberadas por los tejidos infectados. Salen de los vasos sanguíneos (<i>diapédesis</i>) gracias a su <i>movimiento ameboide</i>. <u>Proteínas del sistema del complemento.</u></p>
<b>Bacterias intracelulares</b>	<p><u>Monocitos</u> → <u>macrófagos</u> (→ fagocitosis) Como APC, también activan a los linfocitos T, ya que presentan a éstos el antígeno unido al complejo mayor de histocompatibilidad (MHC-2) de la membrana del macrófago.</p>
<b>Células con virus</b>	<p><u>Células asesinas naturales o NK</u> (<i>natural killer</i>): Son células <i>citotóxicas</i> poco específicas. Destruyen células infectadas, tumorales o ajenas, uniéndose a ellas para crear <i>poros</i> en sus membranas (mediante <i>perforinas</i>). <u>Interferón.</u></p>

# CÉLULAS DE LA REACCIÓN INFLAMATORIA: PLAQUETAS

**PLAQUETAS** → Son fragmentos sin núcleo de los **megacariocitos** de la *médula ósea*.

Forman el coágulo sanguíneo, liberan **serotonina**, que contribuye a la reacción inflamatoria, y participan en la reparación del tejido dañado.

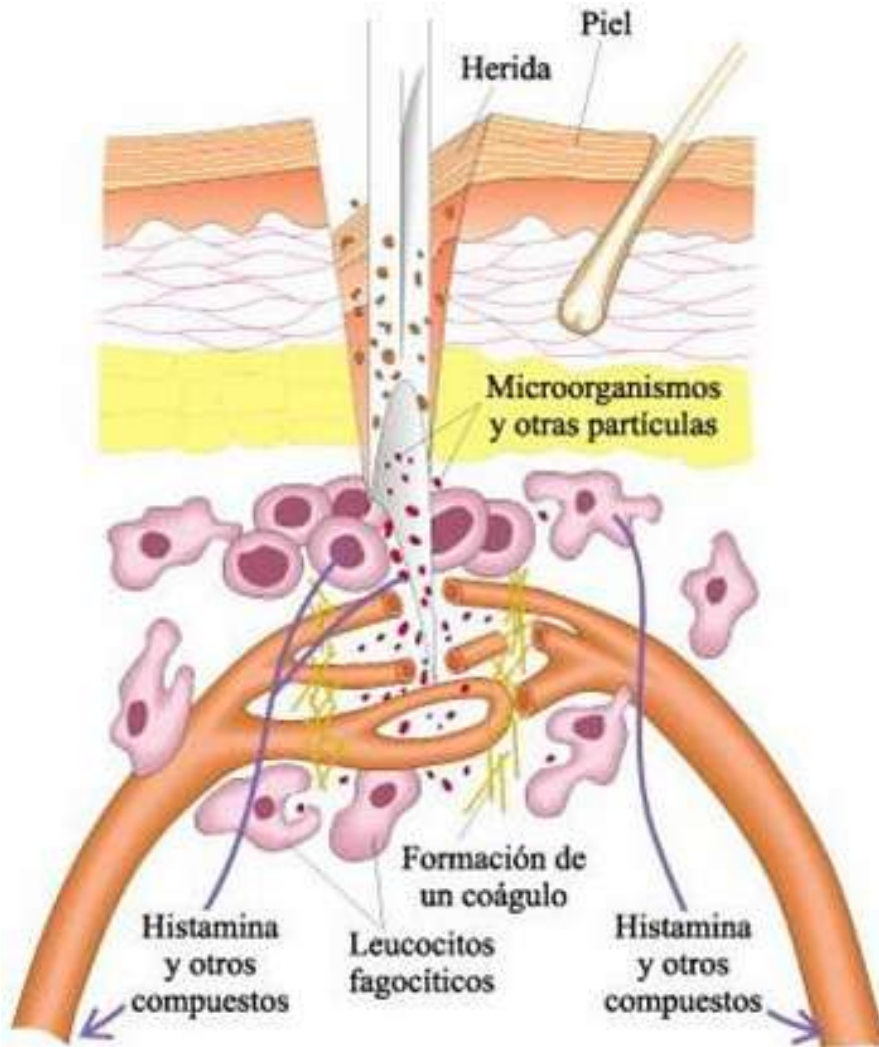




# CÉLULAS DE LA REACCIÓN INFLAMATORIA: MASTOCITOS

## MASTOCITOS O CÉLULAS CEBADAS

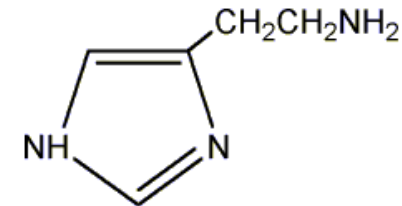
→ Situados en los tejidos, poseen gránulos cargados de **histamina**.



Células cebadas

Basófilos  
(sangre)

Mastocitos  
(tejidos)



**Histamina**

La **histamina** participa en la respuesta inflamatoria, ya que es una de las sustancias quimiotácticas que provocan la **quimiotaxis** en los **leucocitos**.

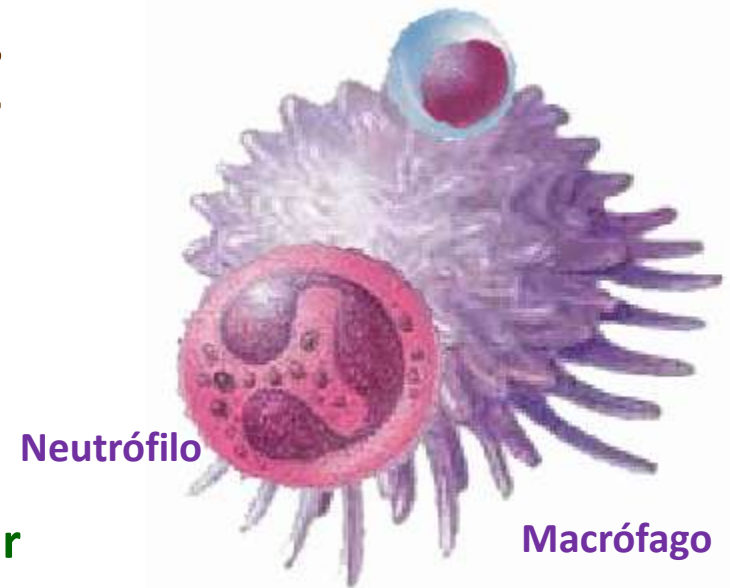
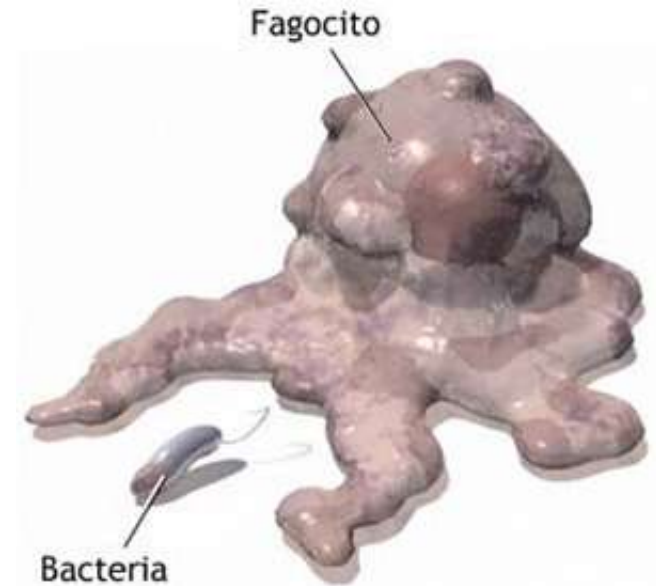
# FAGOCITOS

**FAGOCITOS** → Son células con movimiento ameboide (emiten *pseudópodos*) y con capacidad fagocitaria.

Los **monocitos** se encuentran circulantes en la sangre y en la linfa y escapan por diapédesis hacia los tejidos, donde se diferencian en **macrófagos** tisulares y en **células dendríticas**.

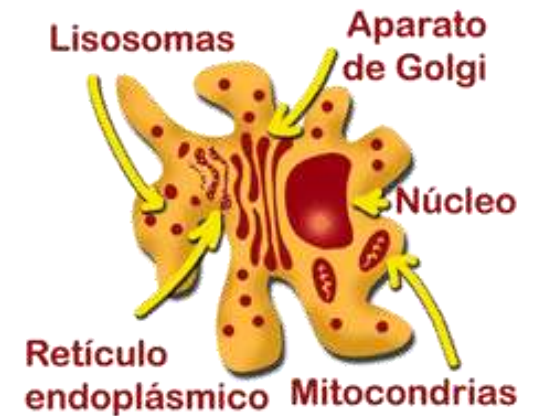
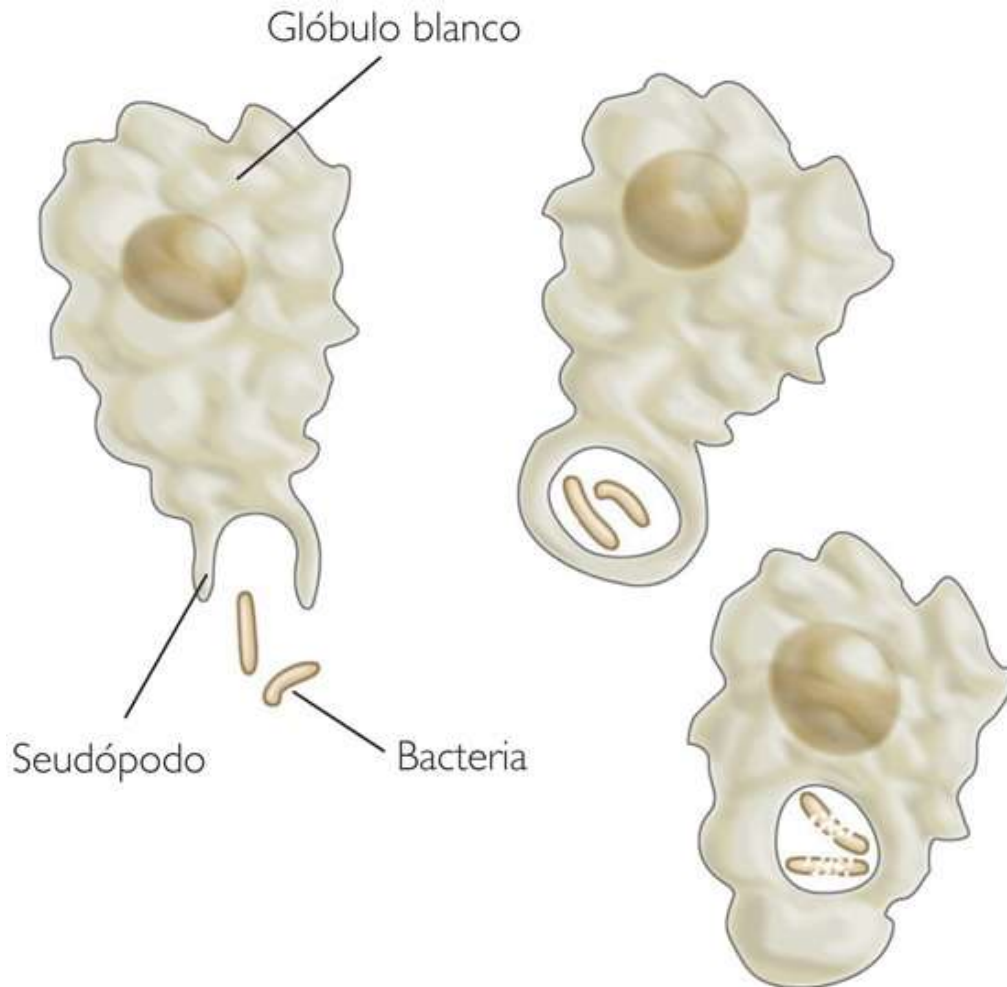
Los **neutrófilos** acuden a los tejidos infectados por quimiotaxis, atravesando los capilares por diapédesis. Como los monocitos, tienen gran capacidad fagocitaria. El resultado es el *pus*.

Los **eosinófilos** son atraídos por quimotaxis, pero tienen una acción fagocitaria débil. Actúan frente a **grandes parásitos no fagocitables**, liberando **toxinas para neutralizar al parásito**.

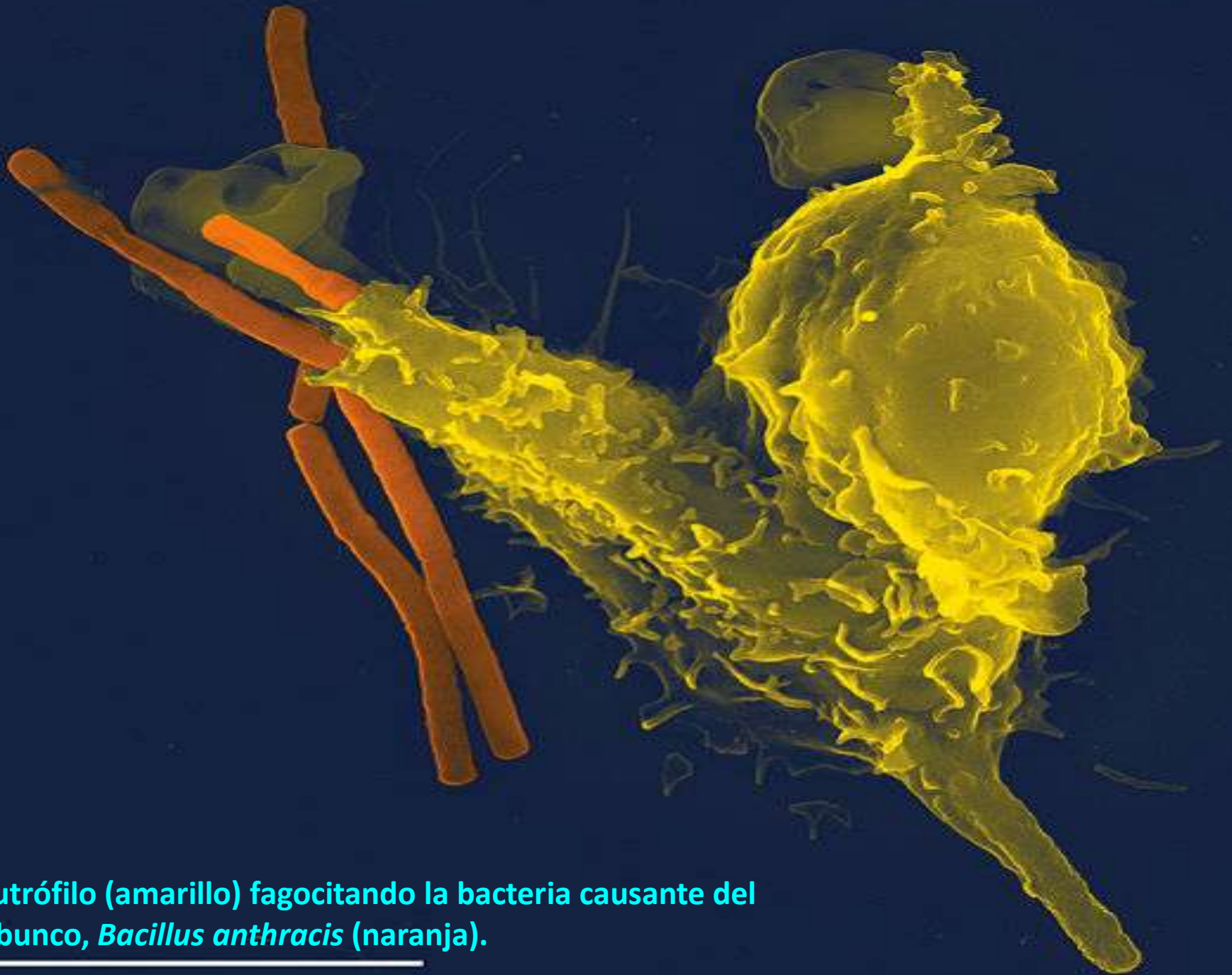


# FAGOCITOSIS

La **fagocitosis** es un tipo de **endocitosis**: los microorganismos se engloban en vacuolas fagocíticas que se convierten fagolisosomas cuando los *lisosomas* vierten en ellas sus *enzimas hidrolíticas*.



Estructura de un macrófago

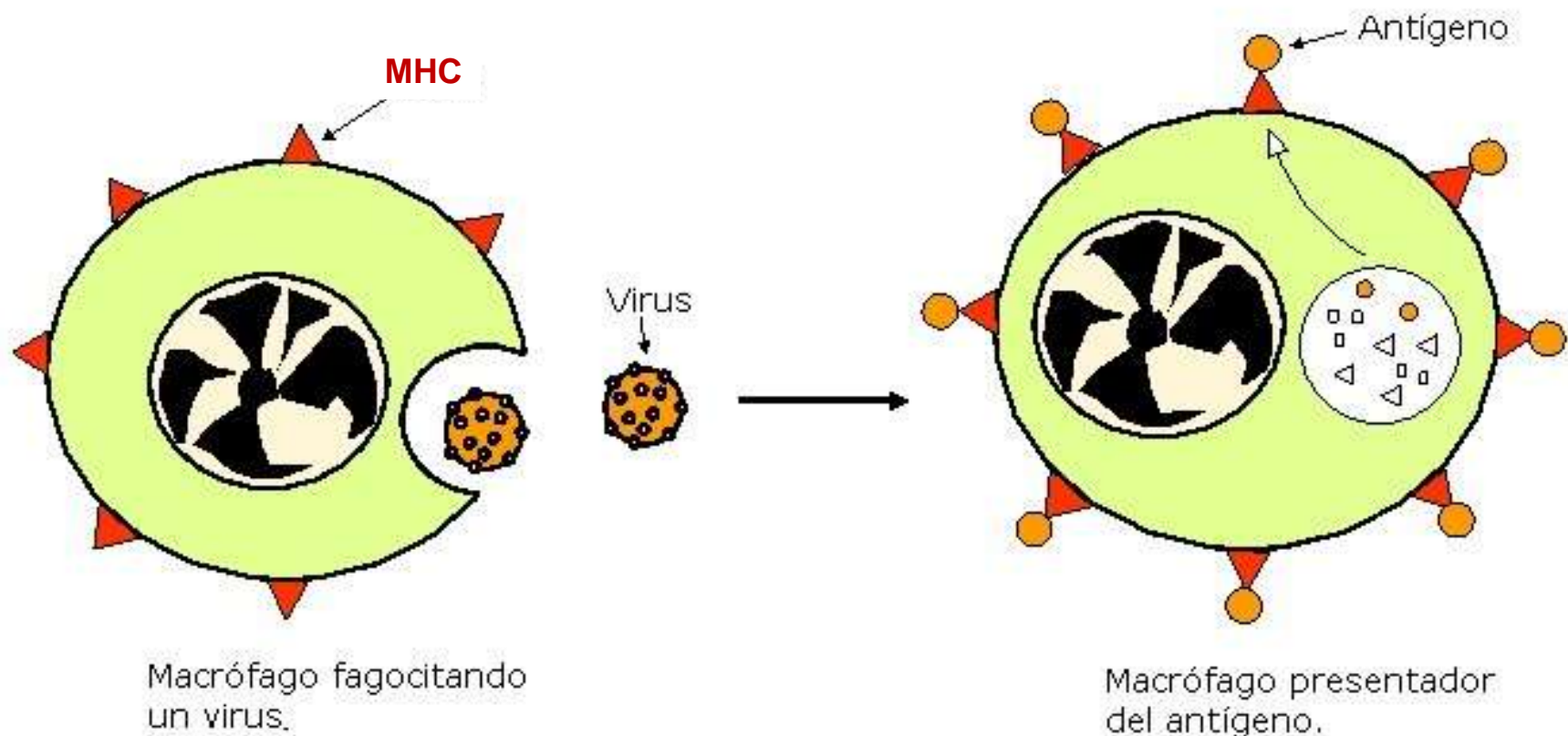


Neutr3falo (amarillo) fagocitando la bacteria causante del carbunco, *Bacillus anthracis* (naranja).

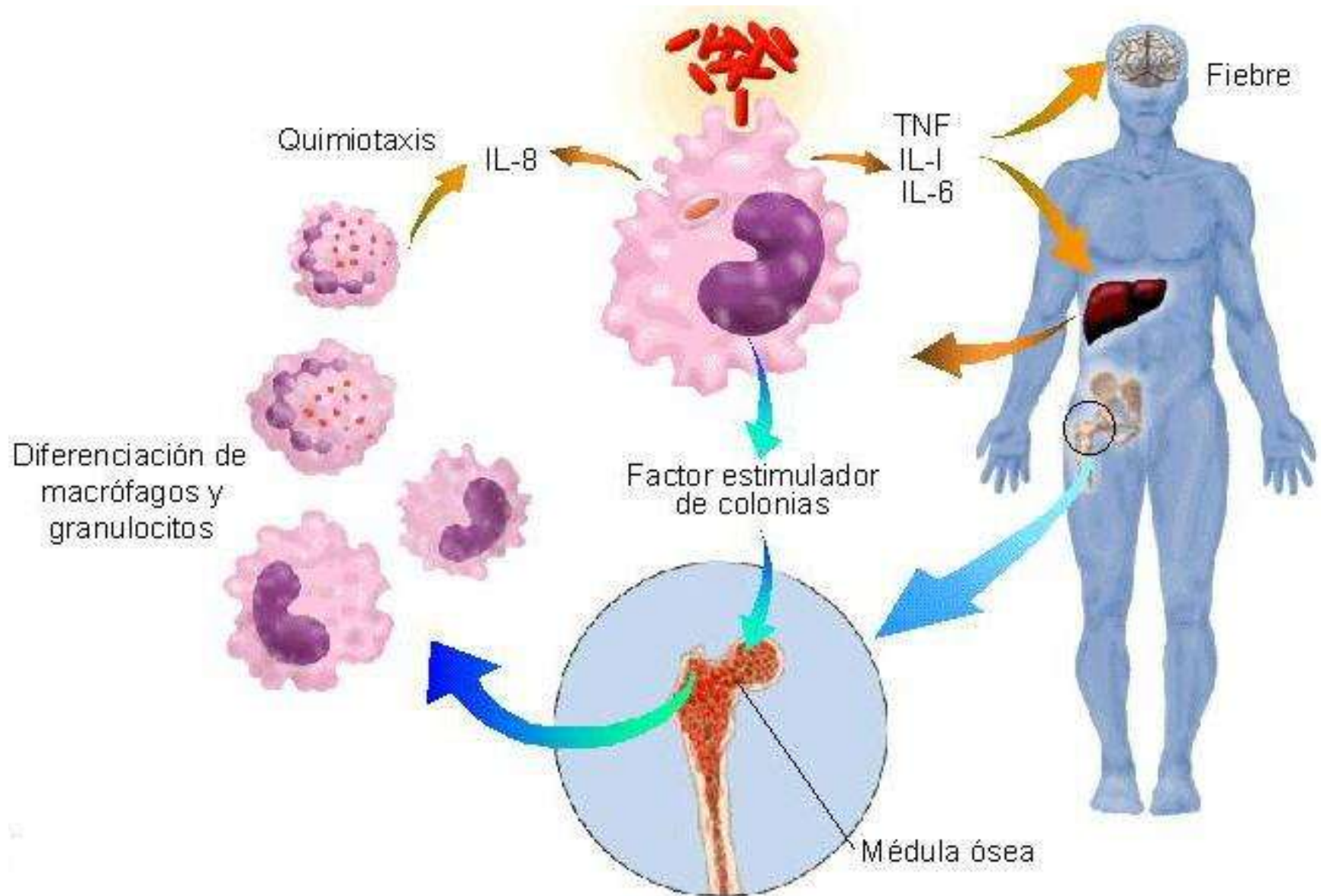
---

# LOS MACRÓFAGOS COMO PRESENTADORES DE ANTÍGENOS

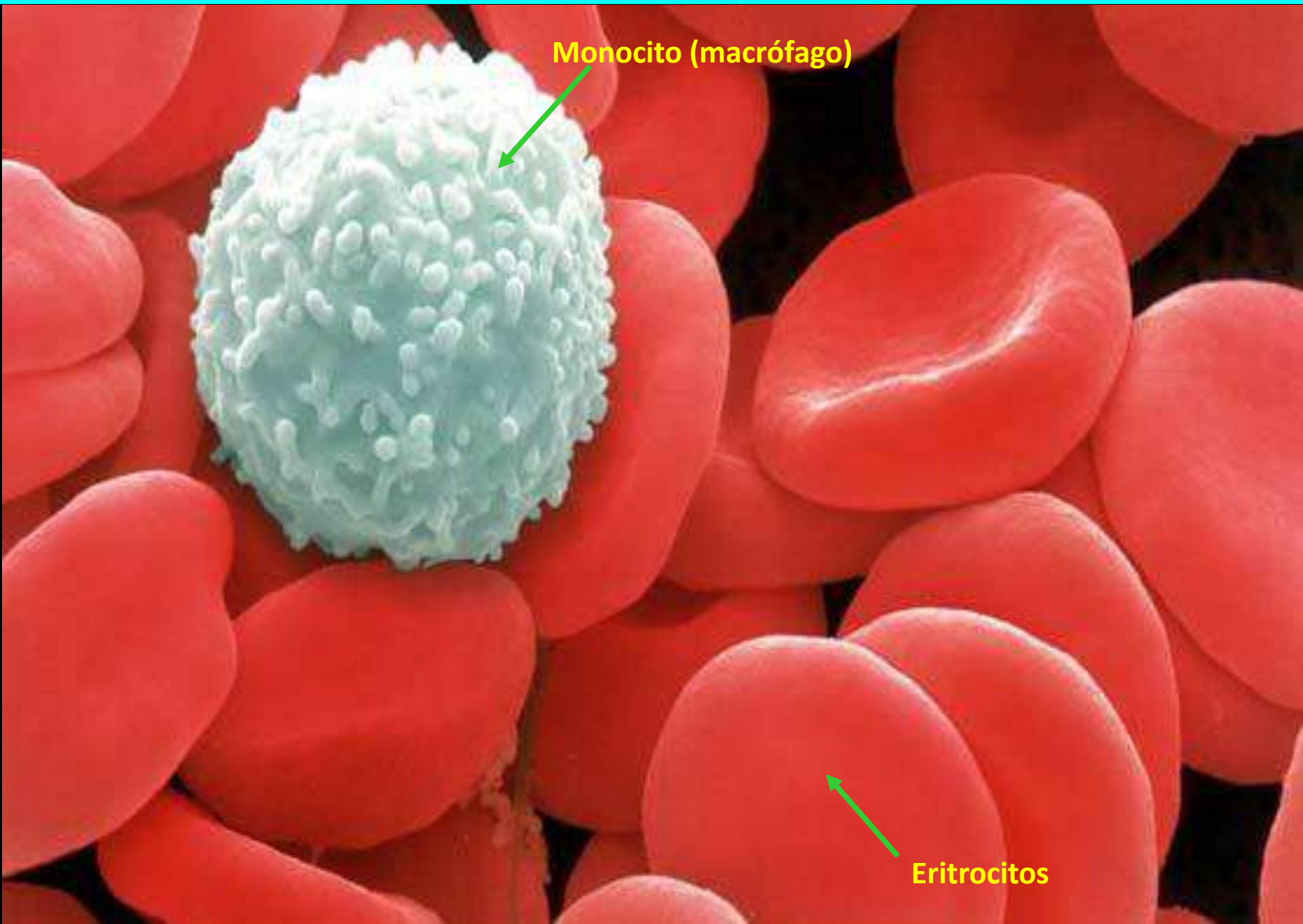
**Los macrófagos:** Son células que se desplazan con movimiento ameboide entre las células de los tejidos fagocitando a los microorganismos, degradándolos y exponiendo moléculas del microorganismo o fragmentos de estas en su superficie, unidas a unas moléculas glicoprotéicas presentes en la membrana de todas las células denominadas moléculas del **Complejo Mayor de Histocompatibilidad** (CMT). Es así como los linfocitos T pueden reconocer que un agente extraño ha penetrado en el organismo. Las células presentadoras de antígeno pueden ser **macrófagos** u otras células del organismo.



# ACTIVIDAD SECRETORA DE LOS MACRÓFAGOS



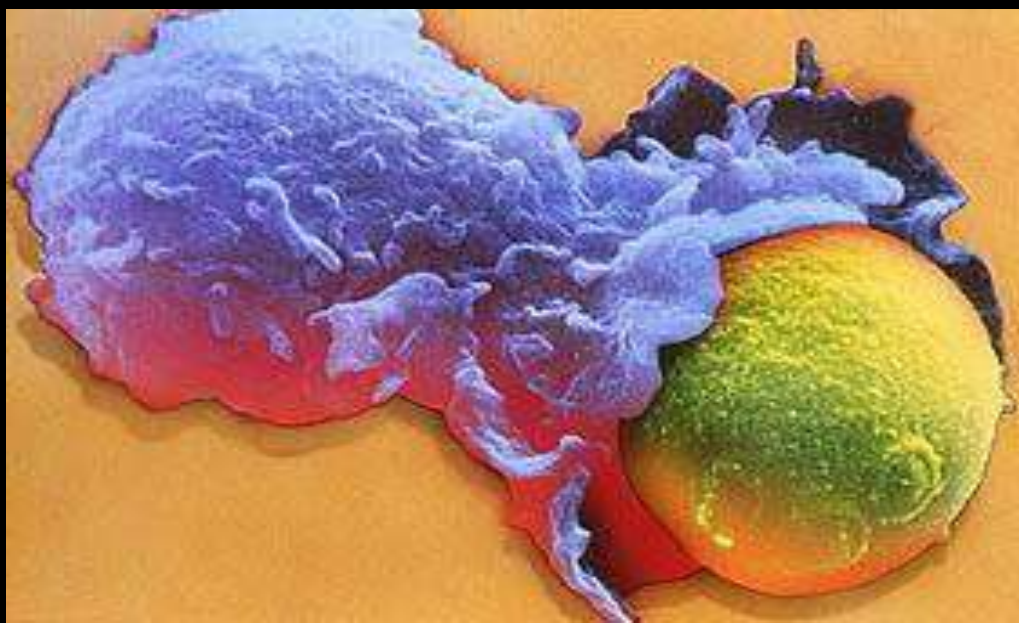
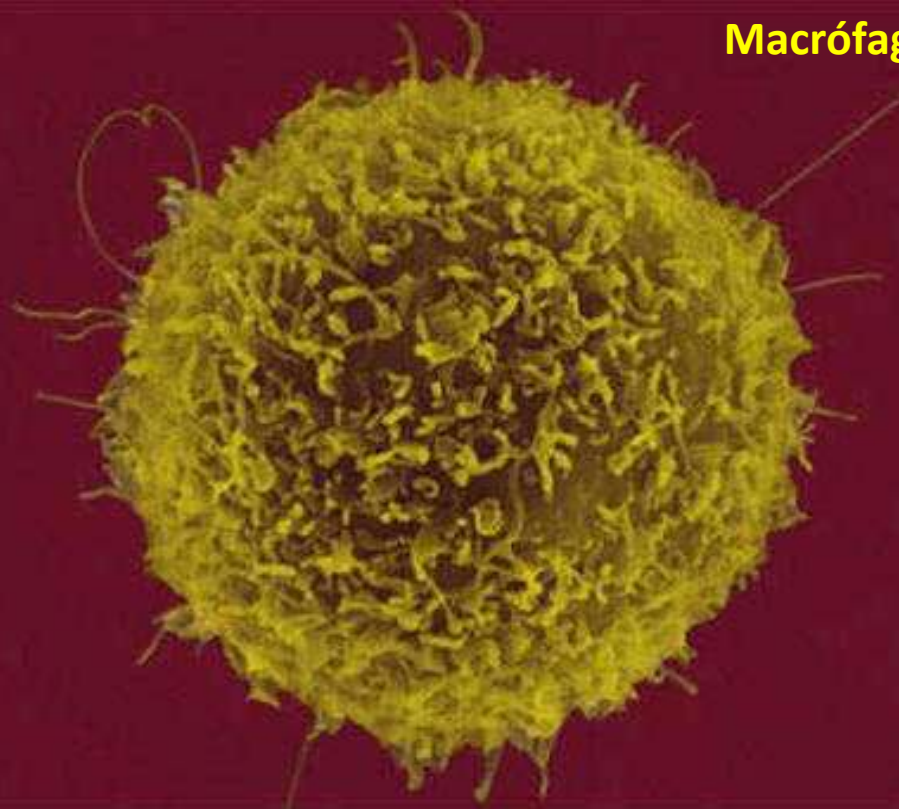
# MONOCITO → MACRÓFAGO



Monocito (macrófago)

Eritrocitos

Macrófagos



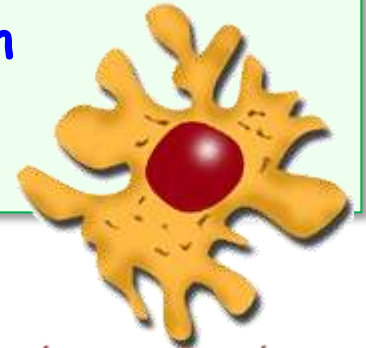


**Macrófago** fagocitando bacterias.



# FAGOCITOS: CÉLULAS DENDRÍTICAS

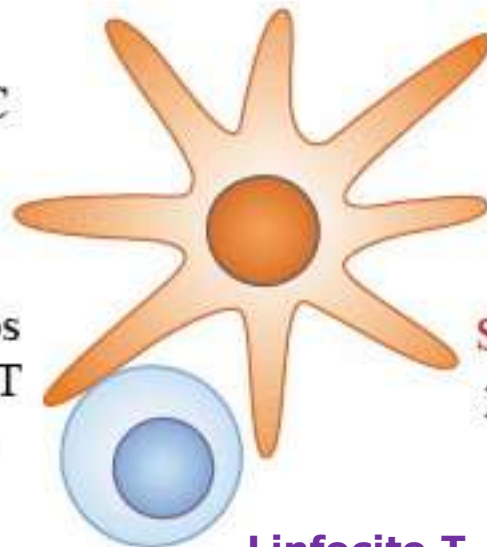
Las **células dendríticas**, presentes en la **piel, mucosas y pulmones**, fagocitan **gérmenes** y se dirigen al **bazo** o a los **ganglios linfáticos**, donde maduran, adquiriendo su aspecto **dendrítico**, y se convierten en **células presentadoras de antígenos**, ya que muestran el **antígeno unido al MHC-2**, estimulando la **respuesta inmunitaria adaptativa**.



CÉLULAS DENDRÍTICAS

**Presentación** del complejo péptido-MHC

**Localización** en epitelios y en áreas de linfocitos T de ganglios linfáticos



Linfocito T

**Maduración o diferenciación** en respuesta a antígenos

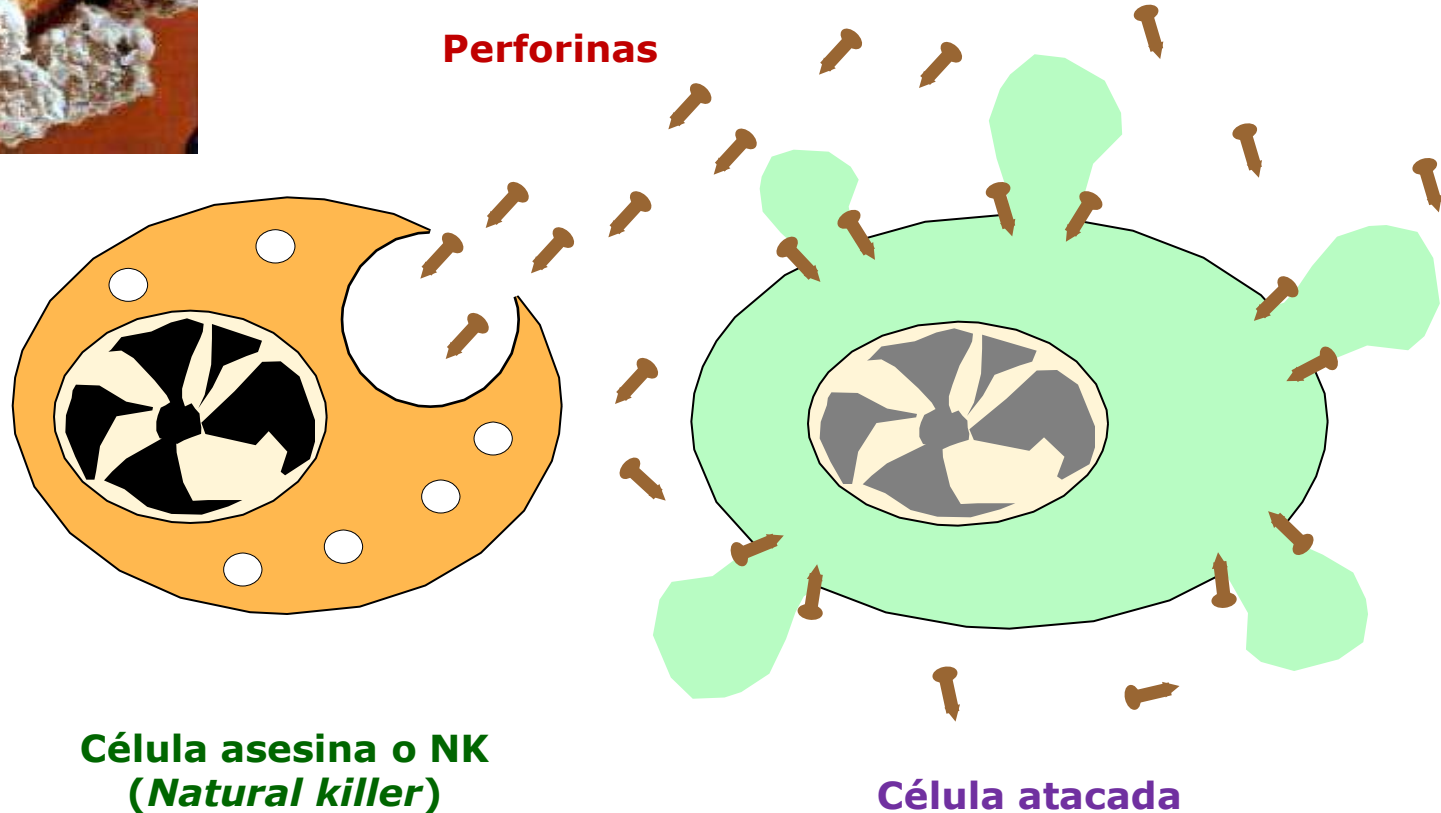
**Subpoblaciones** con diferente patrón de reconocimiento de antígenos

# CÉLULA DENDRÍTICA

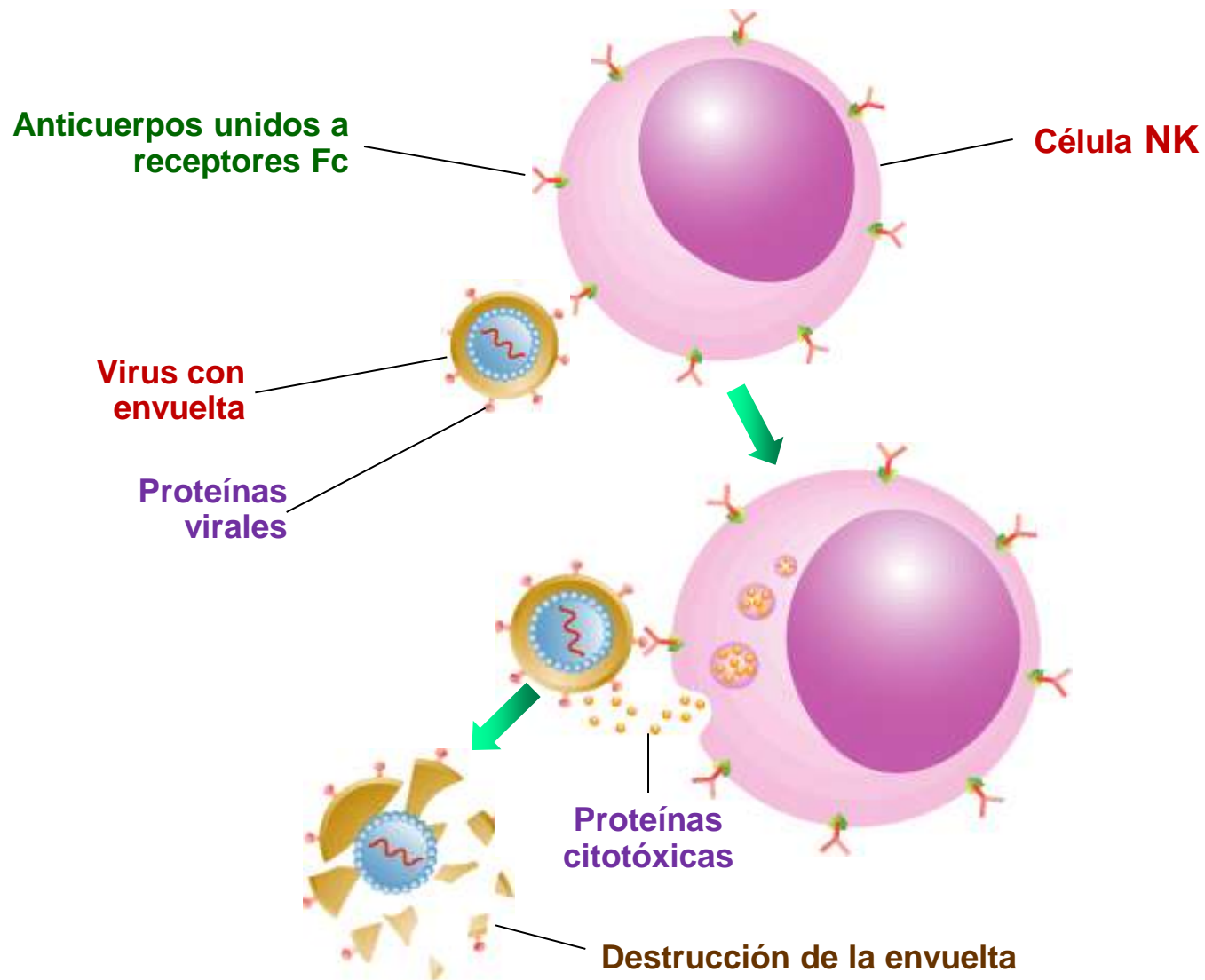


# LINFOCITOS NK

Las **células asesinas o NK** (*natural killer*) son **células citotóxicas** que producen **perforina**, una proteína que destruye células tumorales o infectadas por virus al insertarse en su membrana y producir poros transmembrales por las que se sale el contenido citoplasmático, provocando la lisis o la apoptosis de la célula.



# RESPUESTA DE LAS CÉLULAS NK ANTE UNA INFECCIÓN VÍRICA



# CONTINUARĂ

