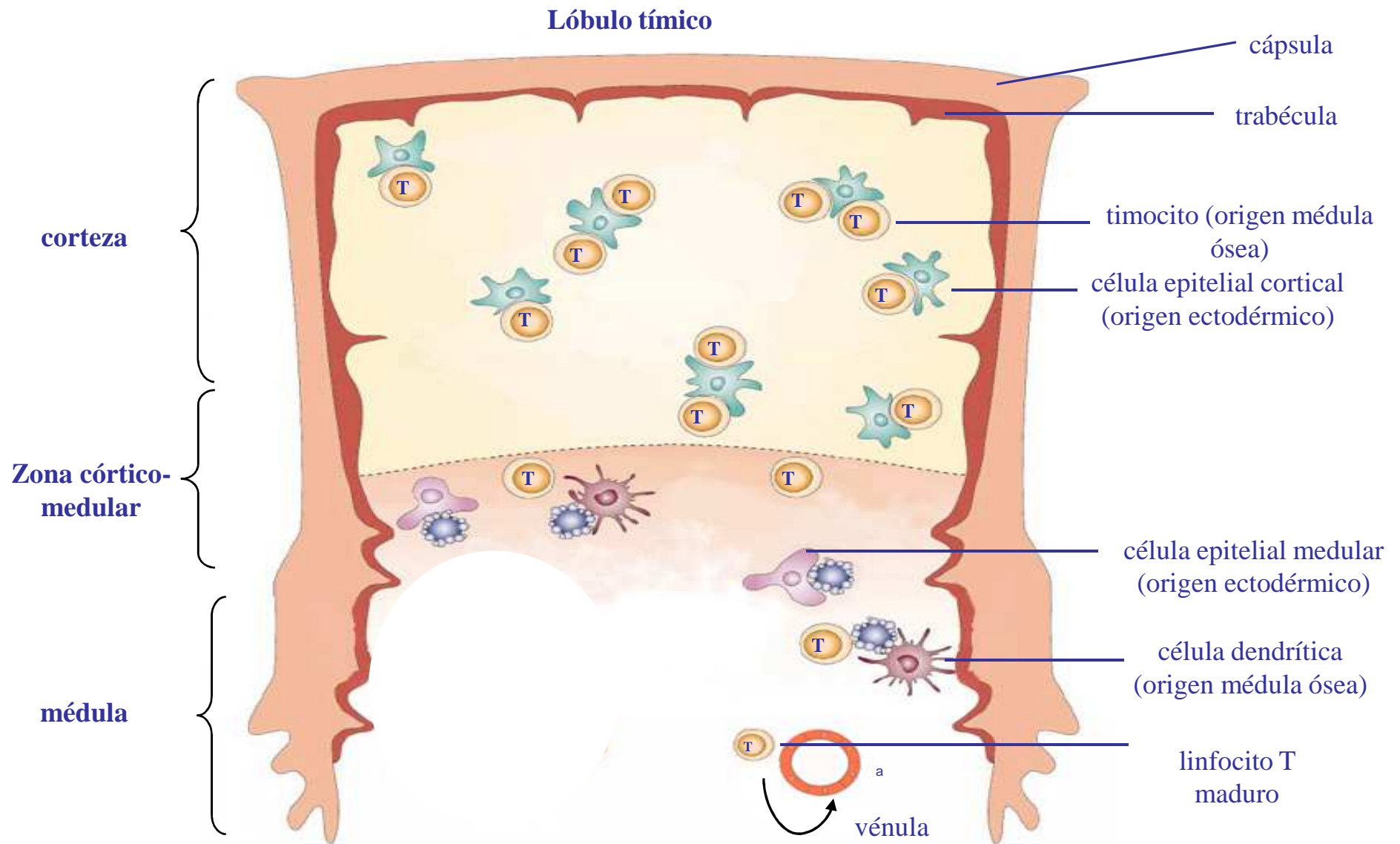


# **SEMINARIO 4**

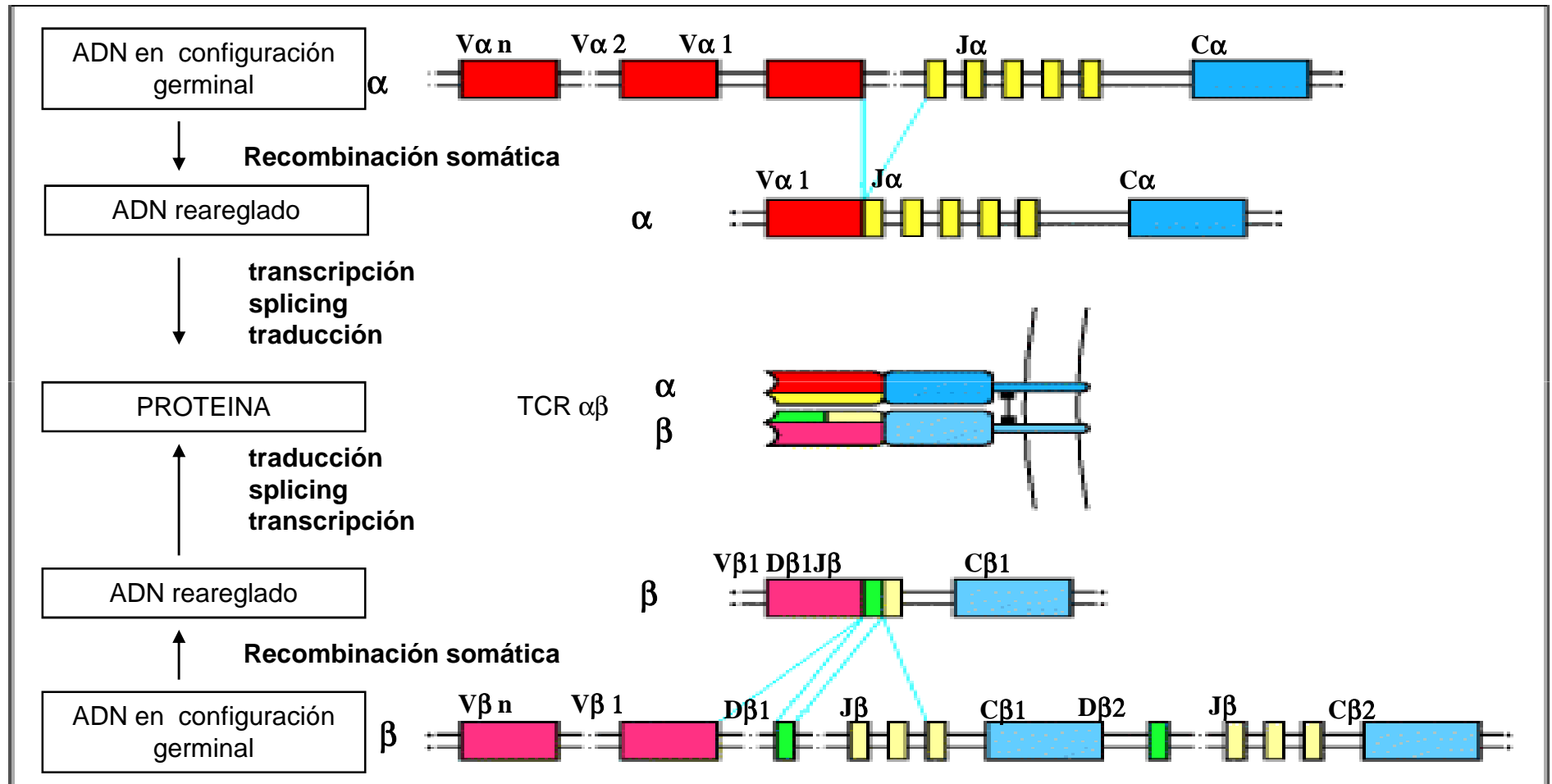
## **2017**

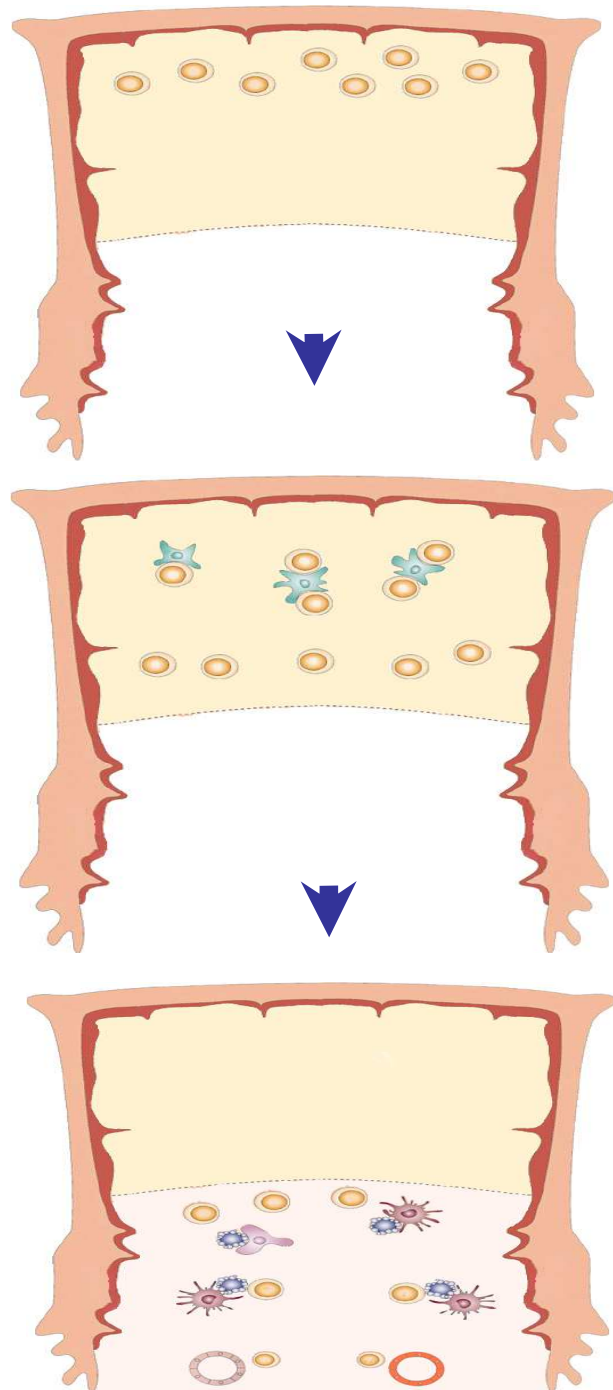
**Ontogenia, activación y perfiles en la  
respuesta T**

# Ontogenia T



Los timocitos generan su receptor antigénico (TCR) durante la ontogenia, mediante el proceso de recombinación somática.





**Estadio  
Doble  
Negativo  
(DN)**

Timocitos CD4<sup>+</sup>CD8<sup>-</sup> (DN). Alta proliferación celular.  
Comienzan los rearrreglos de los genes de la cadena  $\beta$  de TCR.

**Estadio  
Doble  
Positivo  
(DP)**

La cadena  $\beta$  rearrreglada se asocia con la cadena  $\alpha$  sustituta constituyendo el preTCR. Las células realizan unos ciclos de proliferación.

Comienzan los rearrreglos de la cadena  $\alpha$  del TCR y se induce la expresión de CD4 y CD8 (DP).

Posteriormente se asocian las cadenas  $\alpha$  y  $\beta$  rearrregladas constituyendo el TCR.

#### SELECCIÓN TIMICA

**Se requiere un íntimo contacto entre los TCR de los timocitos y los complejos péptido propio-MHC propia expresados por las células epiteliales, macrófagos y células dendríticas presentes en el timo.**

Los timocitos cuyos TCRs no logren interaccionar con las MHC del individuo morirán por apoptosis.

Los timocitos capaces de interaccionar con las MHC del individuo, recibirán señales a través de sus TCRs que, dependiendo de su intensidad, podrán llevarlos a destinos opuestos: sobrevivir y diferenciarse o morir por apoptosis.

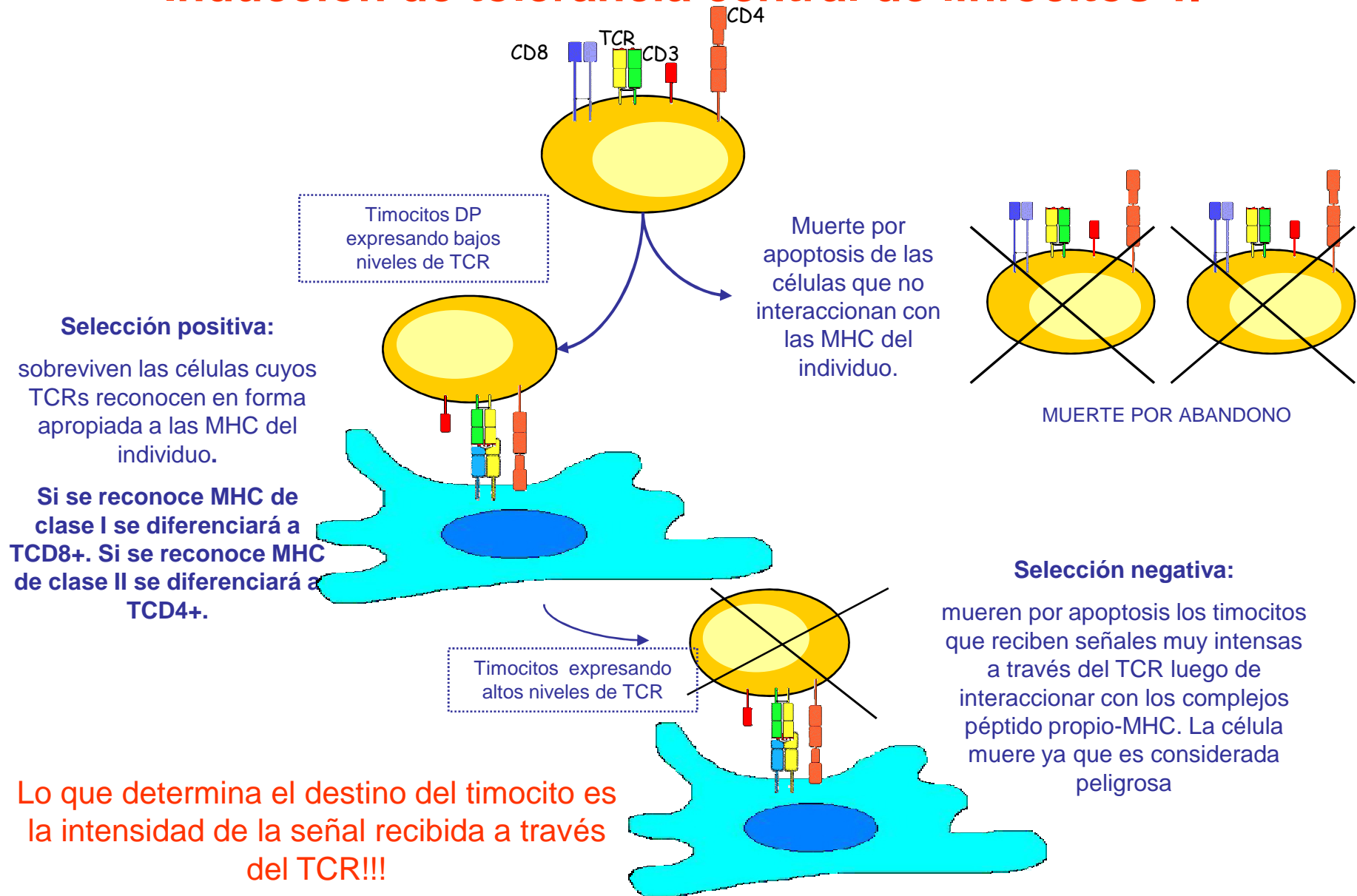
La **selección positiva**, nos asegura que continúen madurando aquellos timocitos capaces de interaccionar en forma apropiada con las MHC del individuo. La selección positiva es clave, además, en la diferenciación de células DP a SP.

No todas las células seleccionadas positivamente alcanzan la madurez ya que pueden morir más tarde como consecuencia de la **selección negativa**. Durante este proceso, mueren por apoptosis los timocitos que reciben señales muy intensas a través del TCR. La señal recibida por el timocito se interpreta como "inapropiada" y la célula muere ya que es considerada peligrosa.

**Estadio  
Simple  
Positivo  
(SP)**

Los timocitos que superan estos mecanismos de inducción de tolerancia central, emigran del timo como células T maduras, simples positivas, autorestrictas.

# Inducción de tolerancia central de linfocitos T.

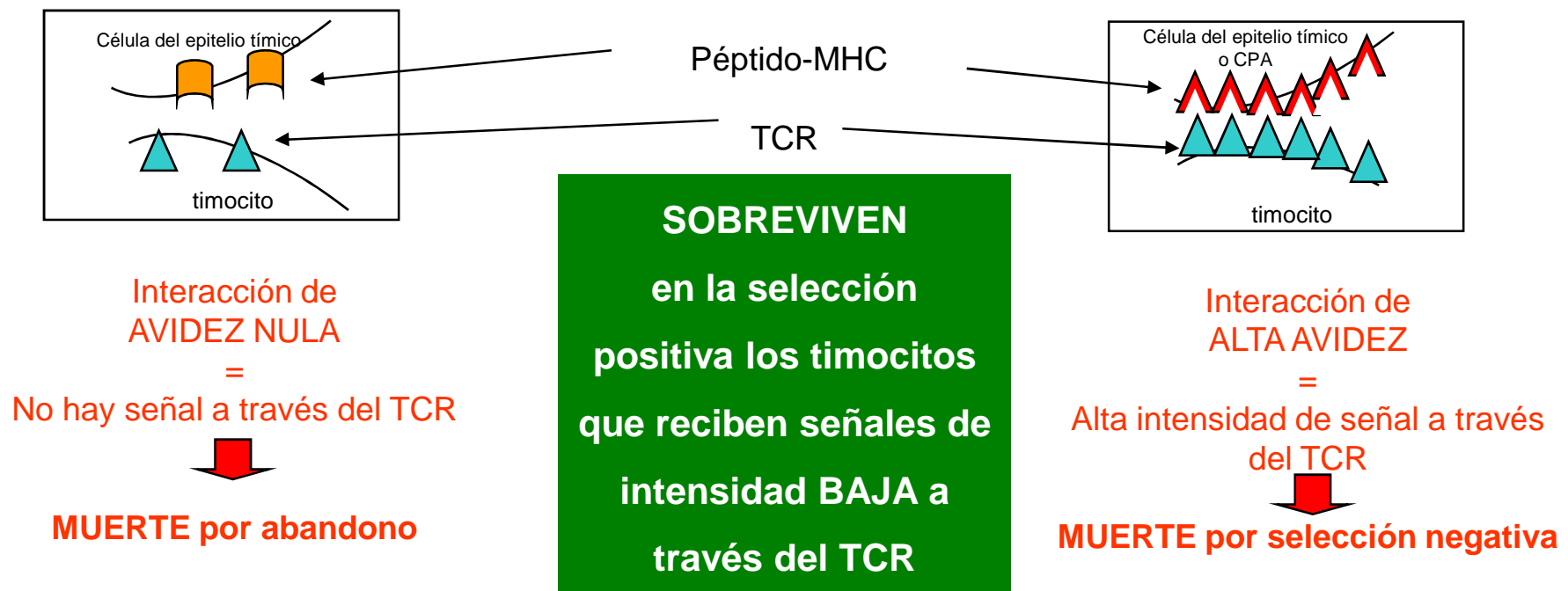
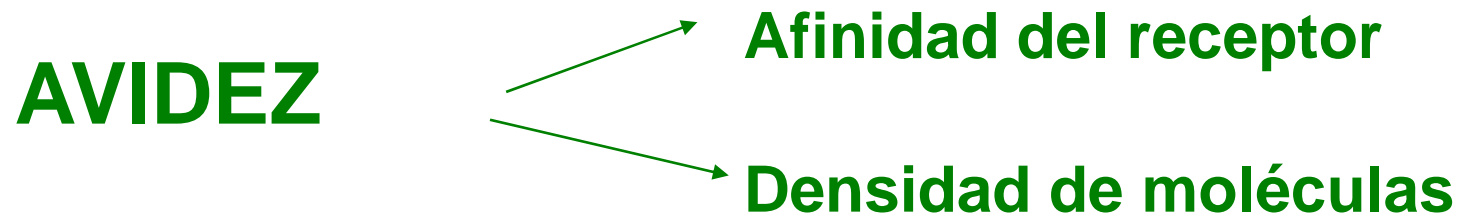


Emigran del timo linfocitos T autorestrictos, simples positivos (CD4<sup>+</sup> o CD8<sup>+</sup>).

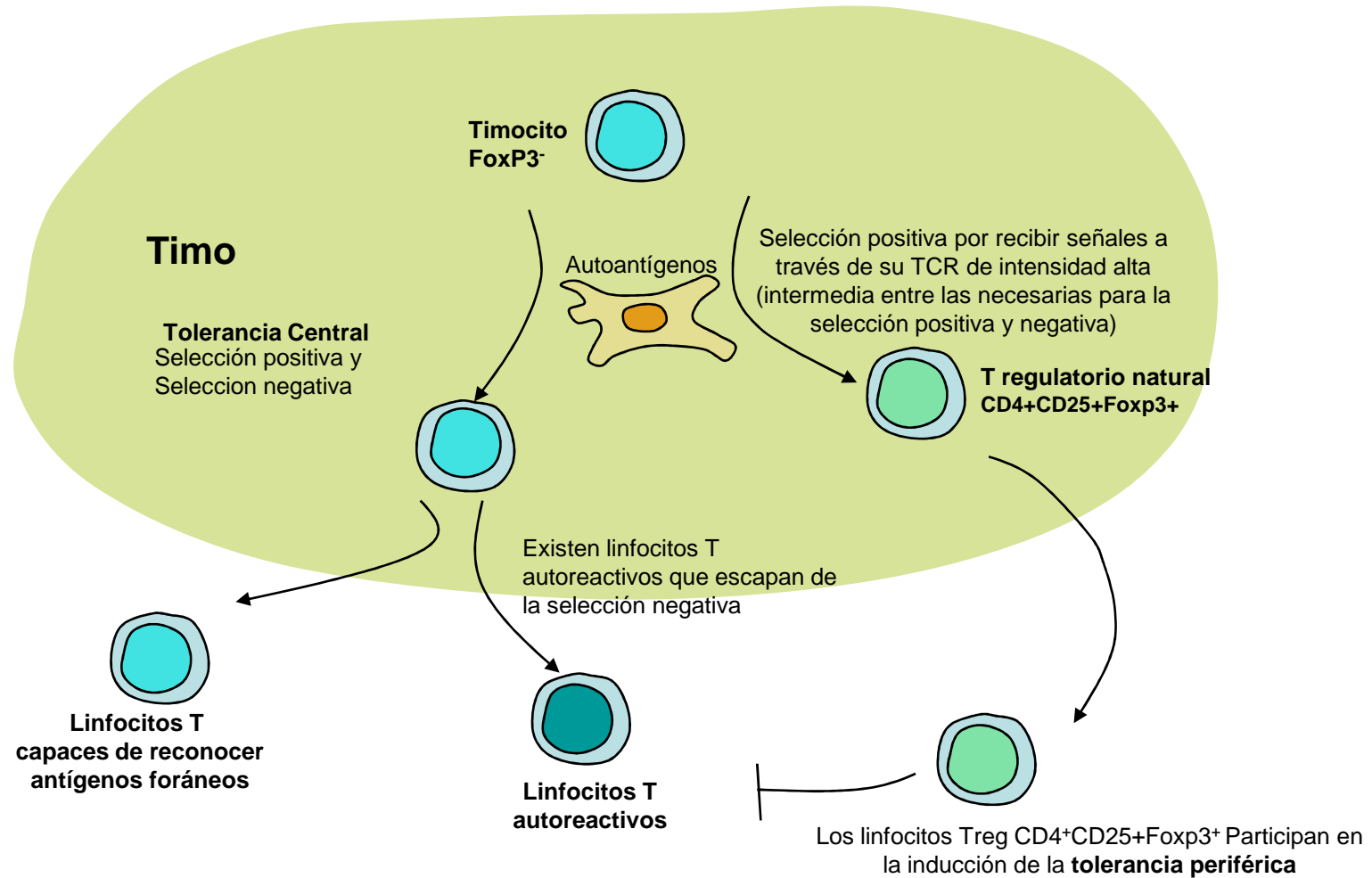
Como no todas las proteínas propias pueden expresarse por las células del epitelio tímico para participar de la selección negativa, emigran del timo algunos linfocitos autoreactivos que deben ser controlados en la periferia.

Lo que determina el destino del timocito es la intensidad de la señal  
recibida a través del TCR...

Según el **MODELO DE LA AVIDEZ** esto depende de la afinidad del receptor y la densidad de moléculas involucradas en la interacción entre el TCR y los complejos péptido-MHC



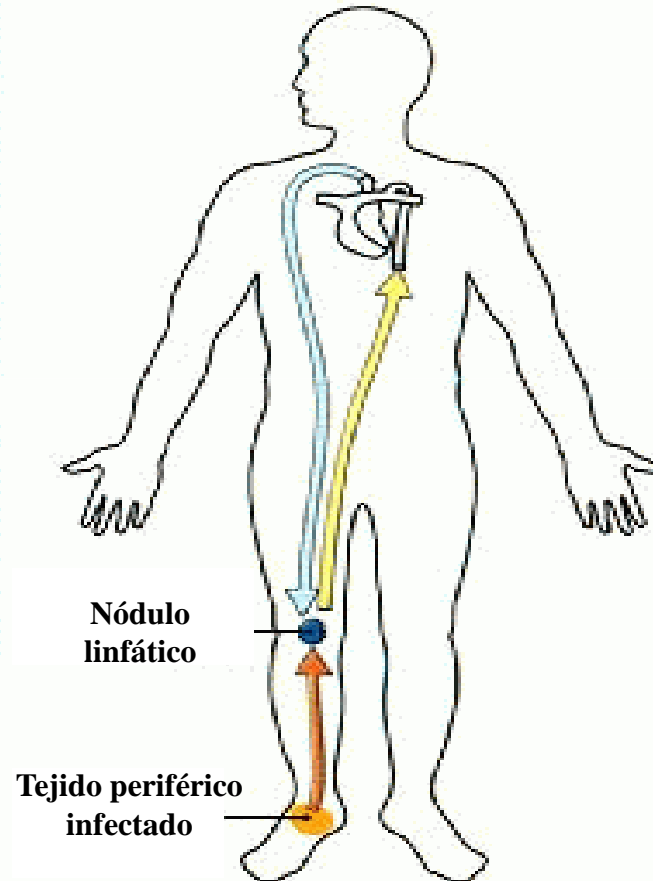
A diferencia de lo que hemos visto para el común de los linfocitos T, los **linfocitos T regulatorios naturales (CD4<sup>+</sup>CD25<sup>+</sup>Foxp3<sup>+</sup>)** son seleccionados por reconocer antígenos propios y recibir a través de sus TCRs una **intensidad de señal alta, la cual es intermedia entre la necesaria para la selección positiva y la selección negativa.**



## Órganos linfáticos secundarios: el sitio de encuentro de los linfocitos maduros vírgenes con el antígeno

Linfocitos vírgenes ingresan a los nódulos linfáticos desde el torrente sanguíneo

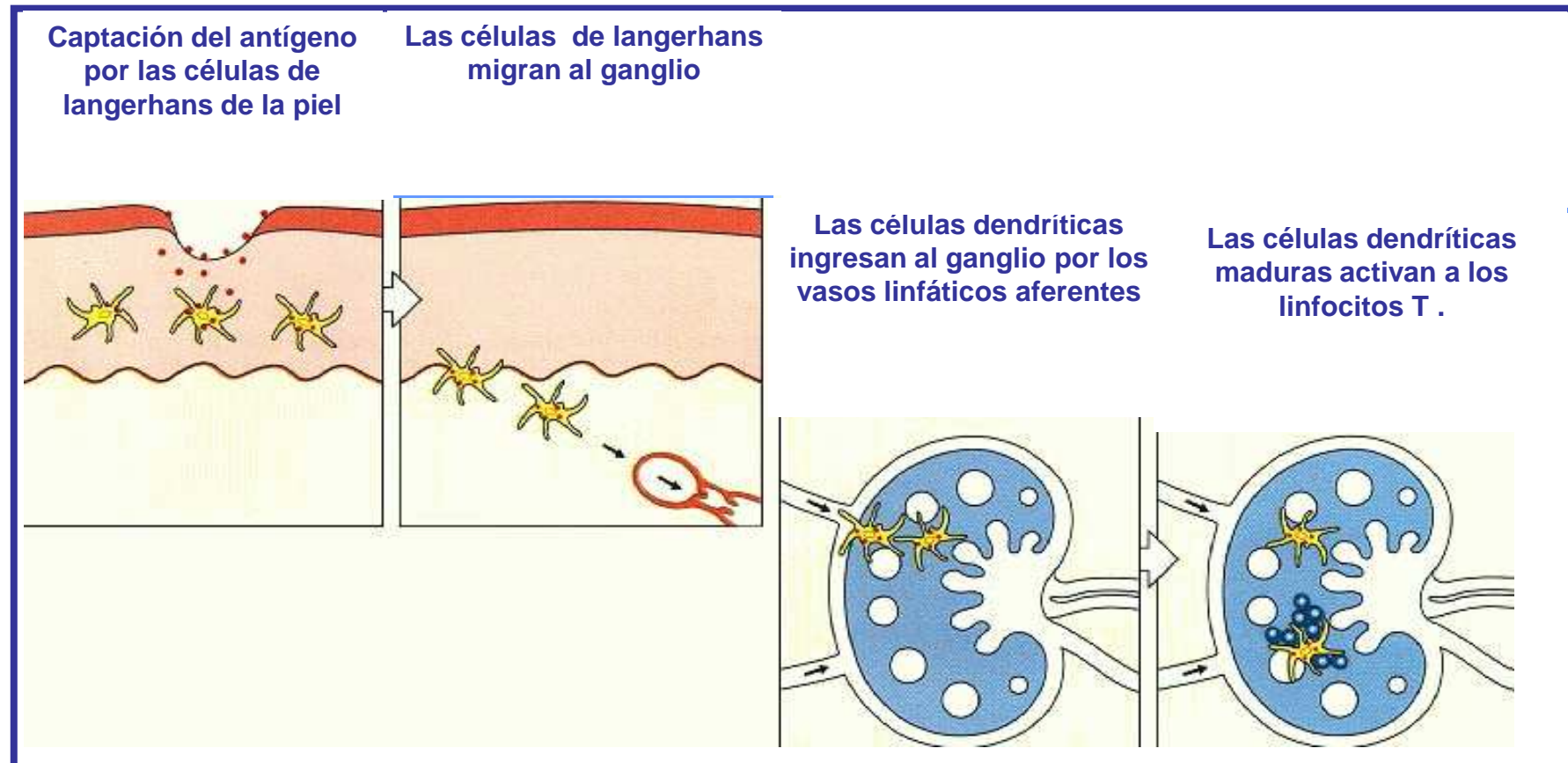
Linfocitos y linfa retornan a la sangre vía ducto torácico

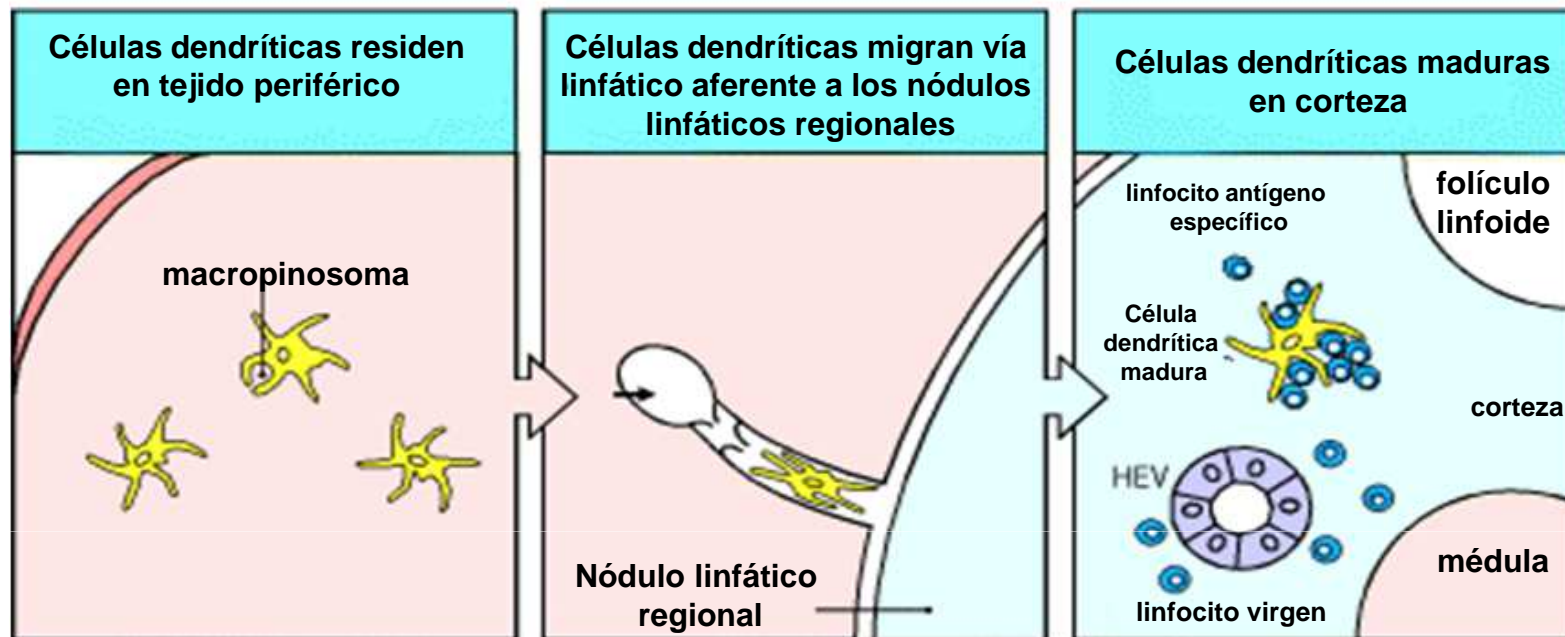


Los antígenos presentes en el foco infeccioso llegan al nódulo linfático a través de los vasos linfáticos



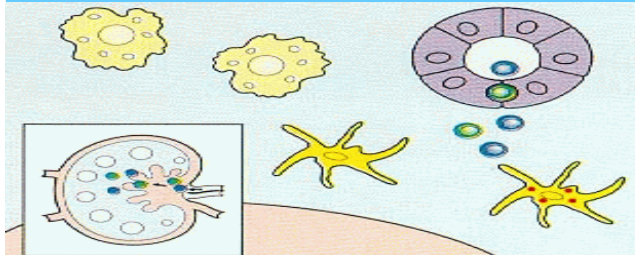
## Las células dendríticas son quienes presentan el antígeno a los linfocitos T vírgenes en los órganos linfáticos secundarios



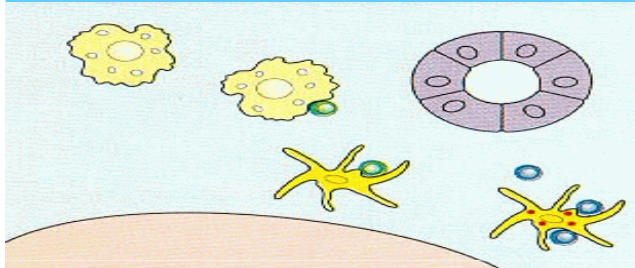


En los órganos linfáticos secundarios se produce la activación de los linfocitos vírgenes.

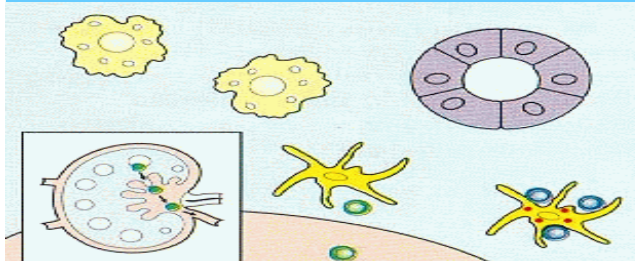
**Las células T vírgenes ingresan al ganglio a través de las HEV.**



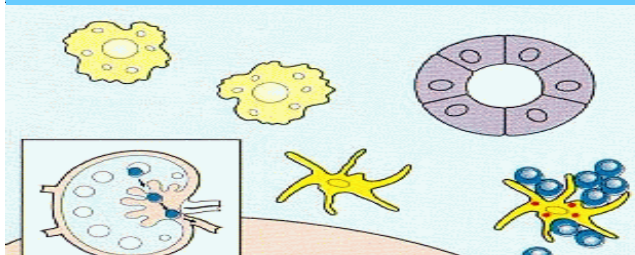
**Las células T monitorean el Ag presentado por células dendríticas.**



**Las células T que no encuentran el Ag específico abandonan el ganglio.**

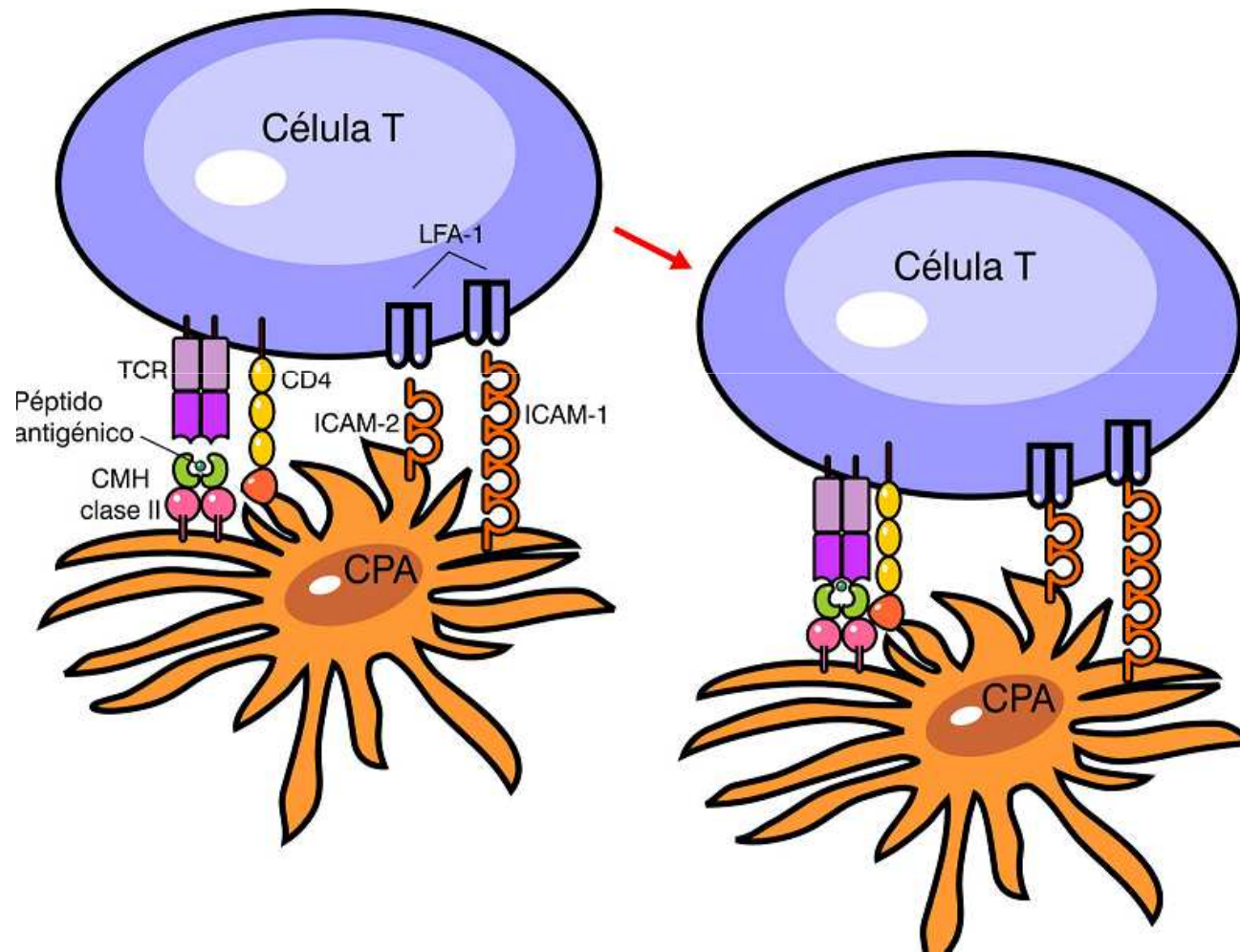


**Las células T específicas para el Ag proliferan y se diferencian a células T efectoras.**



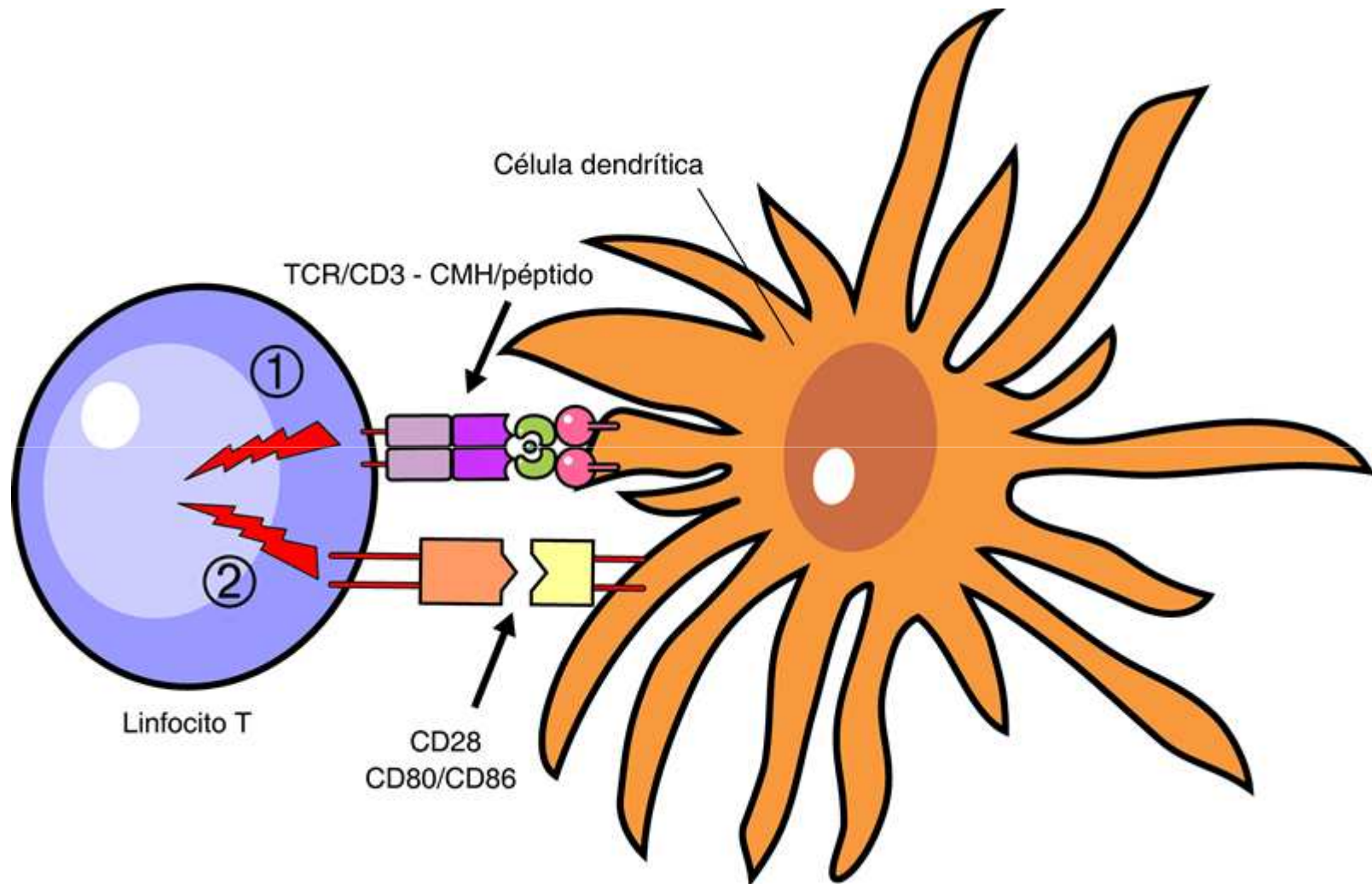
Expansión clonal: una célula T naíve activada producirá, en el término de 5-8 días, una progenia aproximada de 10.000 células hijas (14-20 divisiones celulares)

## Interacción temprana de la célula T virgen con la célula dendrítica

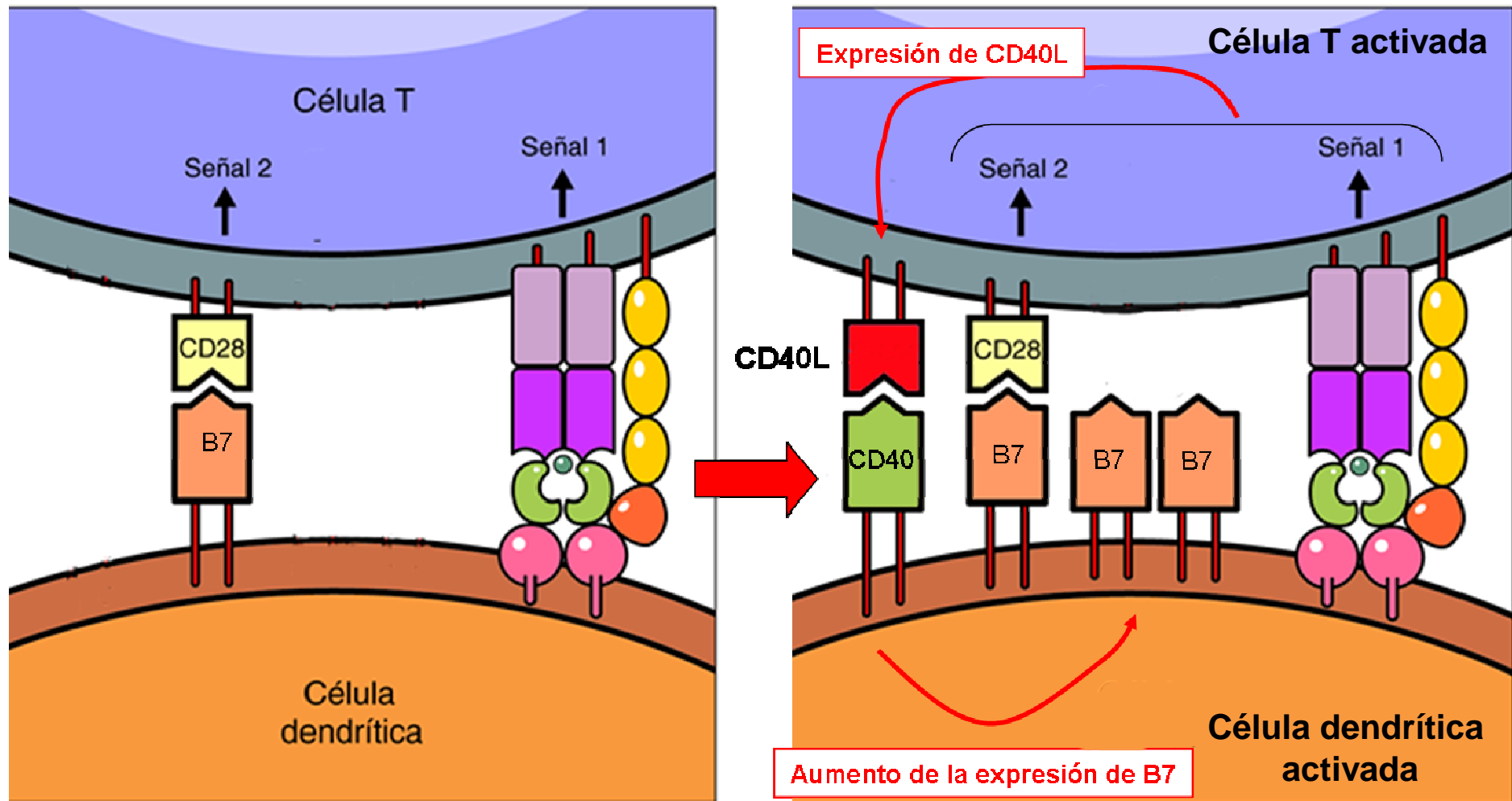




## Señales 1 y 2 en la activación del linfocito T virgen

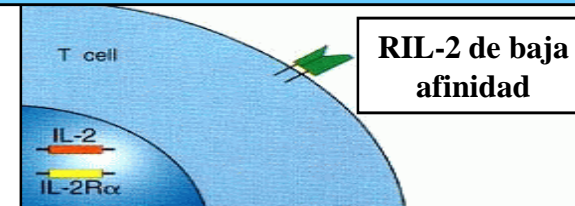


## El linfocito T virgen y la célula dendrítica se activan recíprocamente en los órganos linfáticos secundarios.

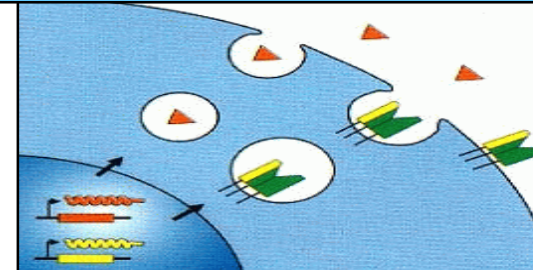


# Papel de la IL-2 en la expansión clonal T

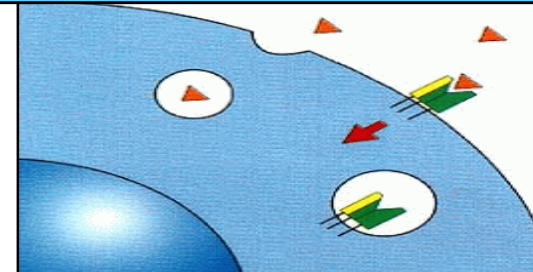
Las células T no-activadas sólo expresan el receptor IL-2 de baja afinidad (cadena  $\gamma$  y  $\beta$  del RIL-2 )



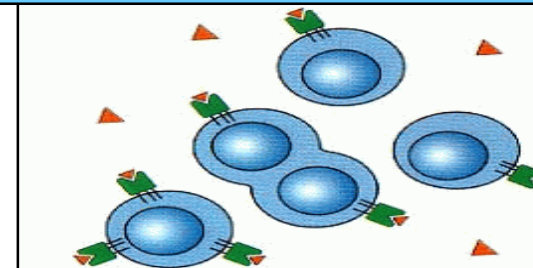
Las T activadas expresan RIL-2 de alta afinidad (cadenas  $\alpha$ ,  $\gamma$  y  $\beta$ ) y secretan IL-2



La unión IL-2/RIL-2 dispara una señal en la célula T



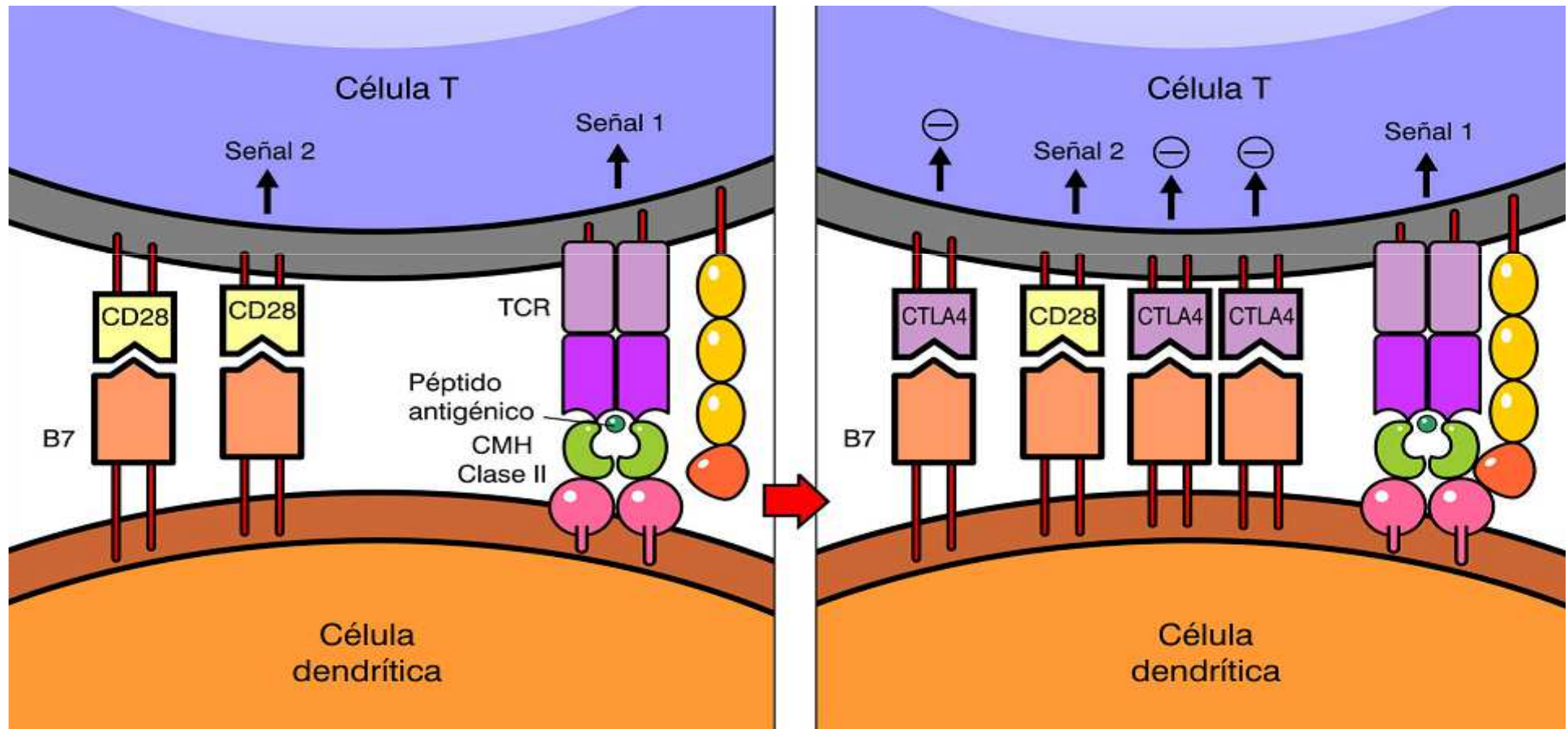
IL-2 induce la proliferación de la célula T



## Señales 1 y 2 en la activación del linfocito T virgen y control de la expansión clonal por la molécula CTLA-4

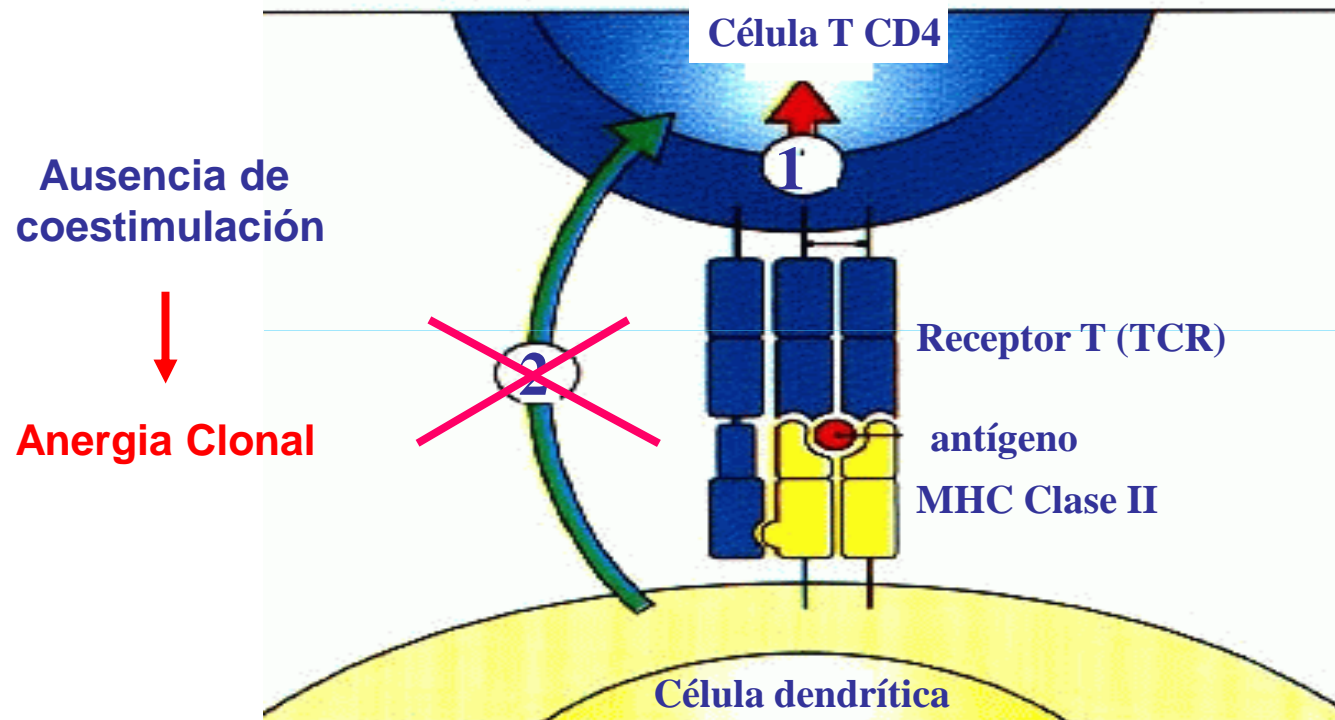
El entrecruzamiento de CD28 origina la segunda señal de activación para el linfocito T virgen e induce la expresión de CTLA-4.

CTLA-4 se une a B7 con mayor afinidad que CD28 originándose una señal inhibitoria para la célula T.

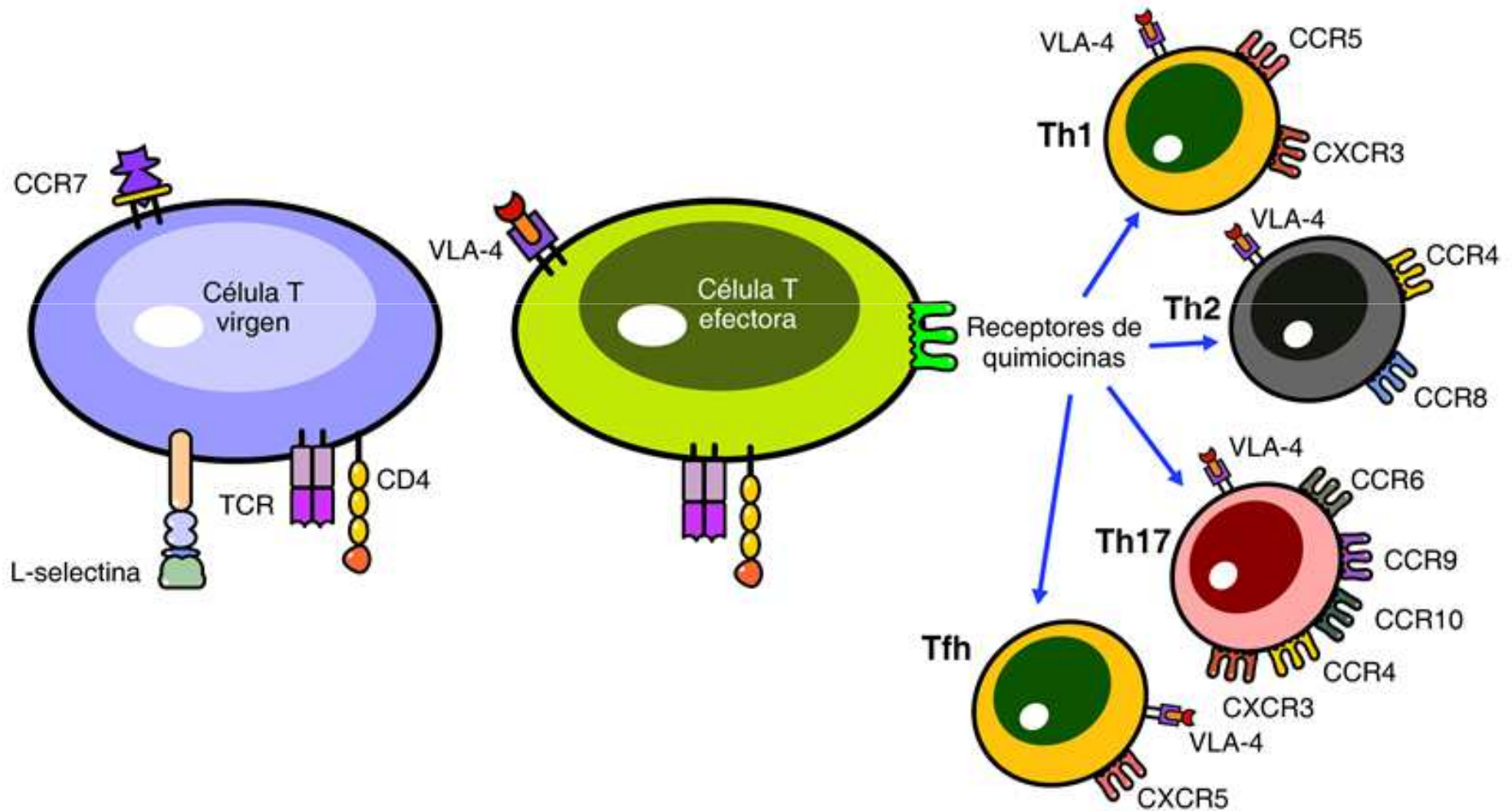




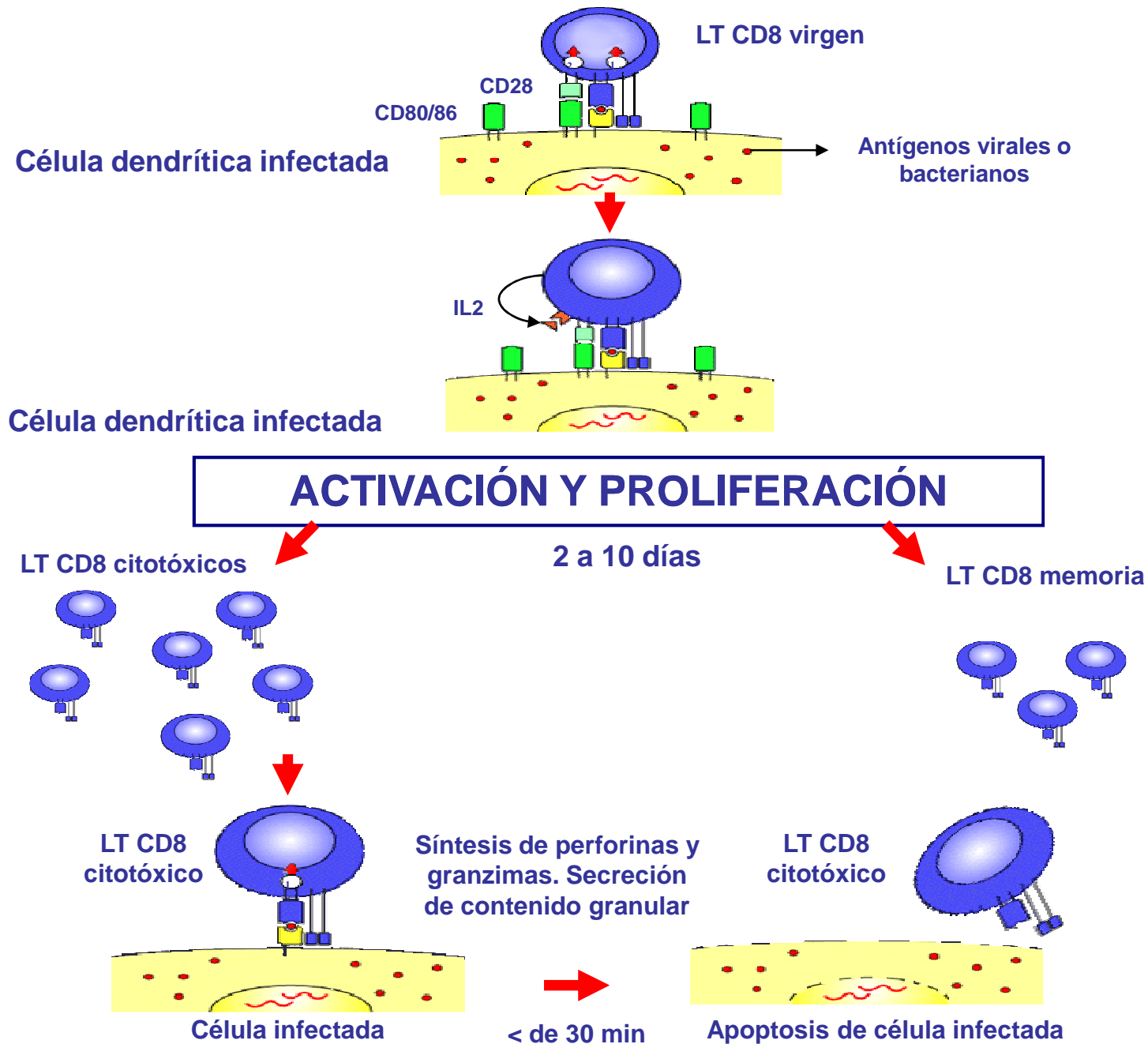
## Ausencia de coestimulación e inducción de anergia clonal



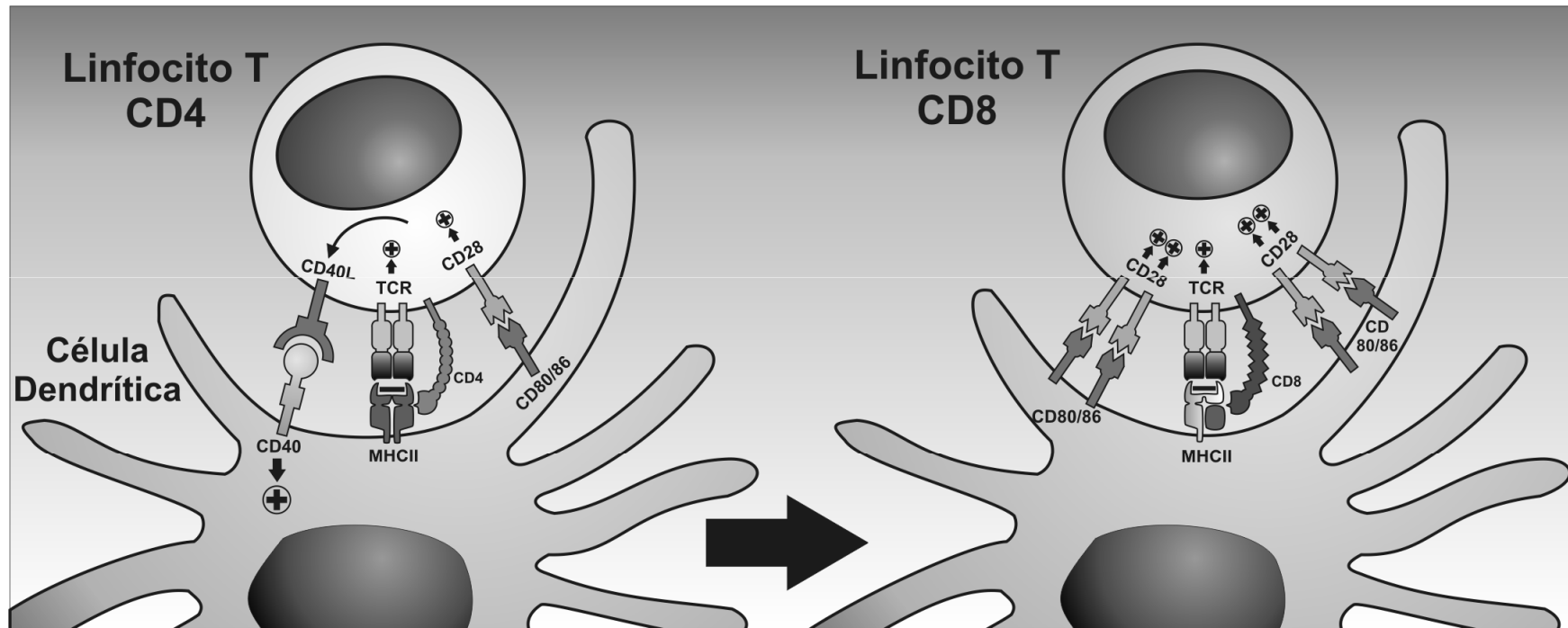
**El patrón de moléculas de adhesión y receptores de quimiocinas cambia al activarse la célula T: ello determina su particular patrón de migración**



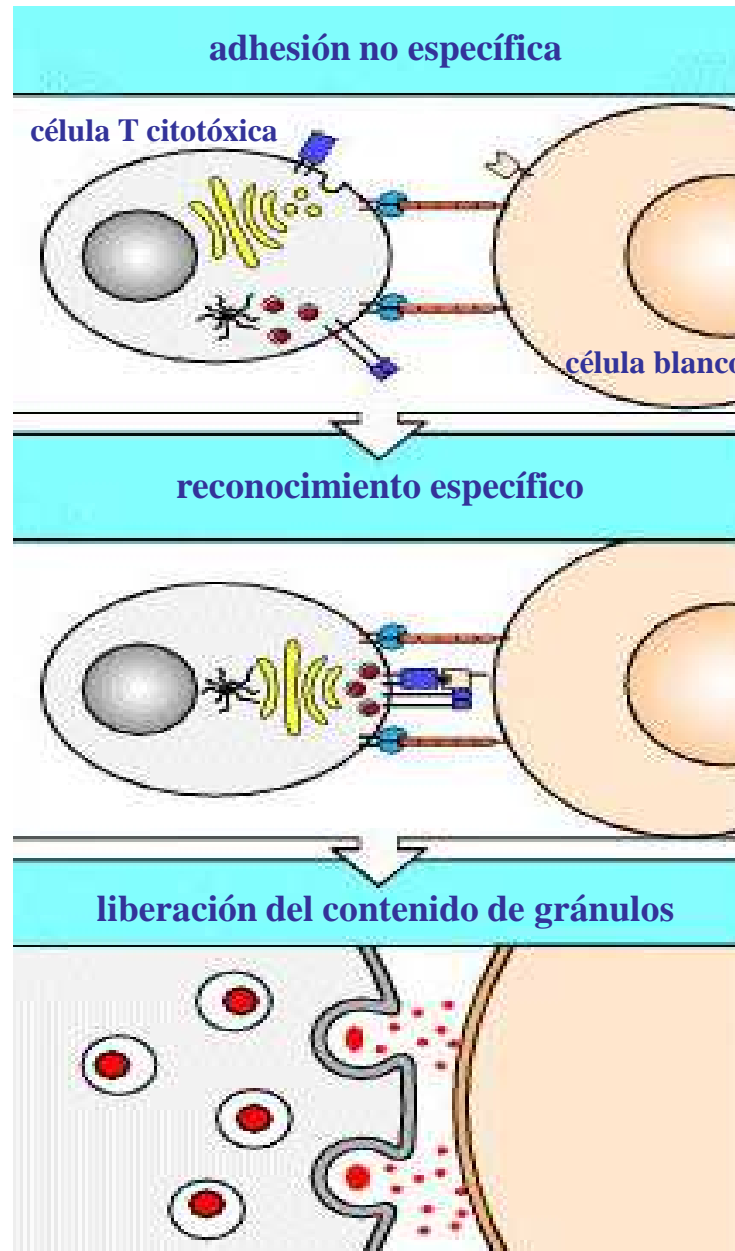
# Los linfocitos T CD8<sup>+</sup> se diferencian a células citotóxicas

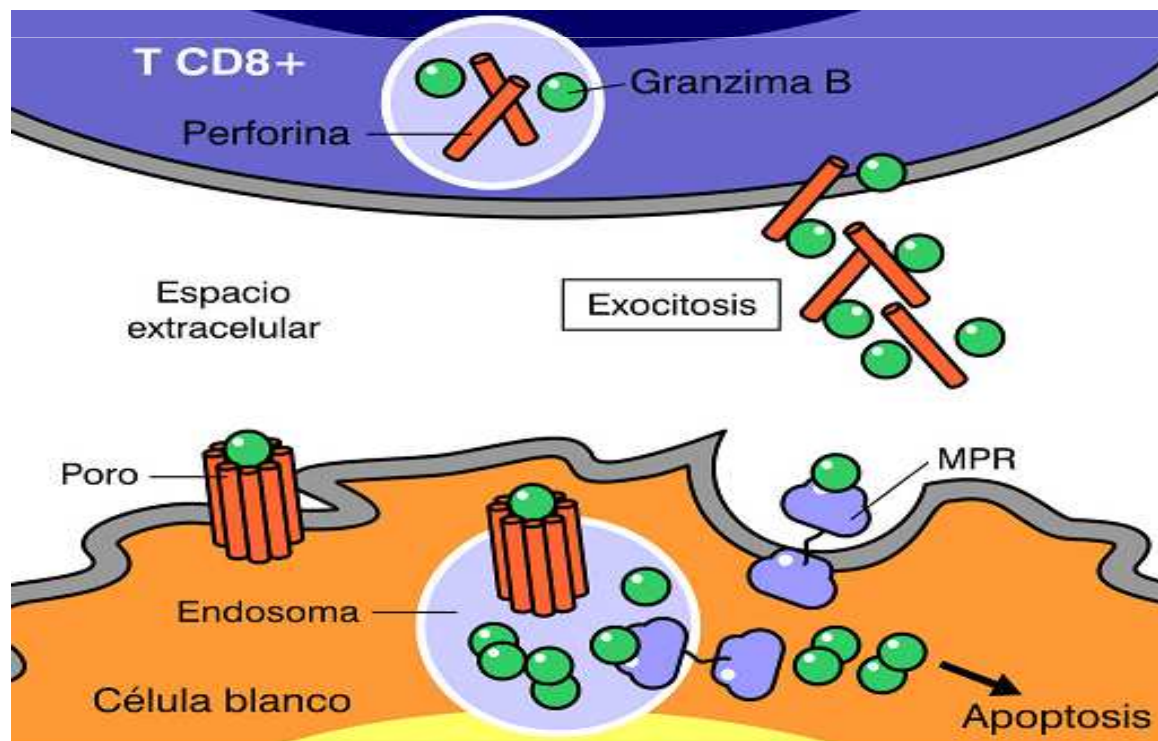
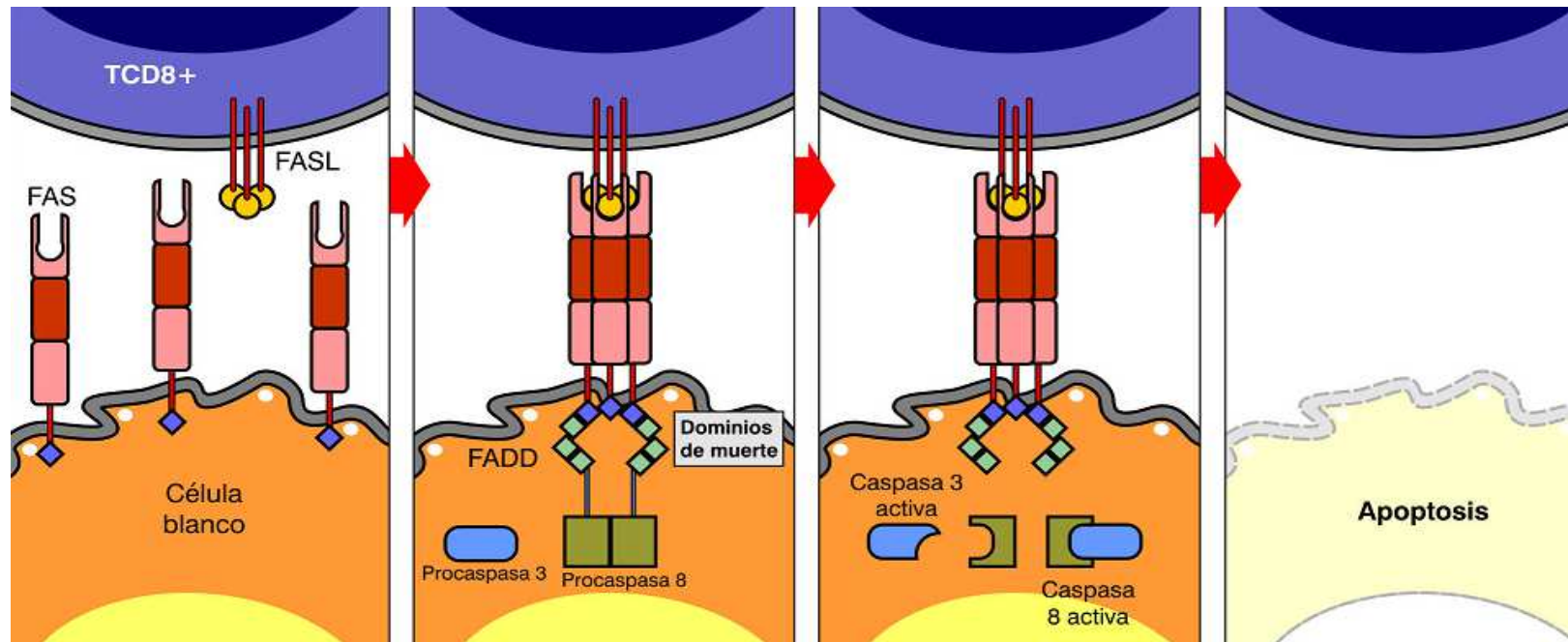


# Colaboración de los linfocitos T CD4 en la activación de los linfocitos T CD8



# Activación de linfocitos T CD8<sup>+</sup> citotóxicos en tejidos periféricos



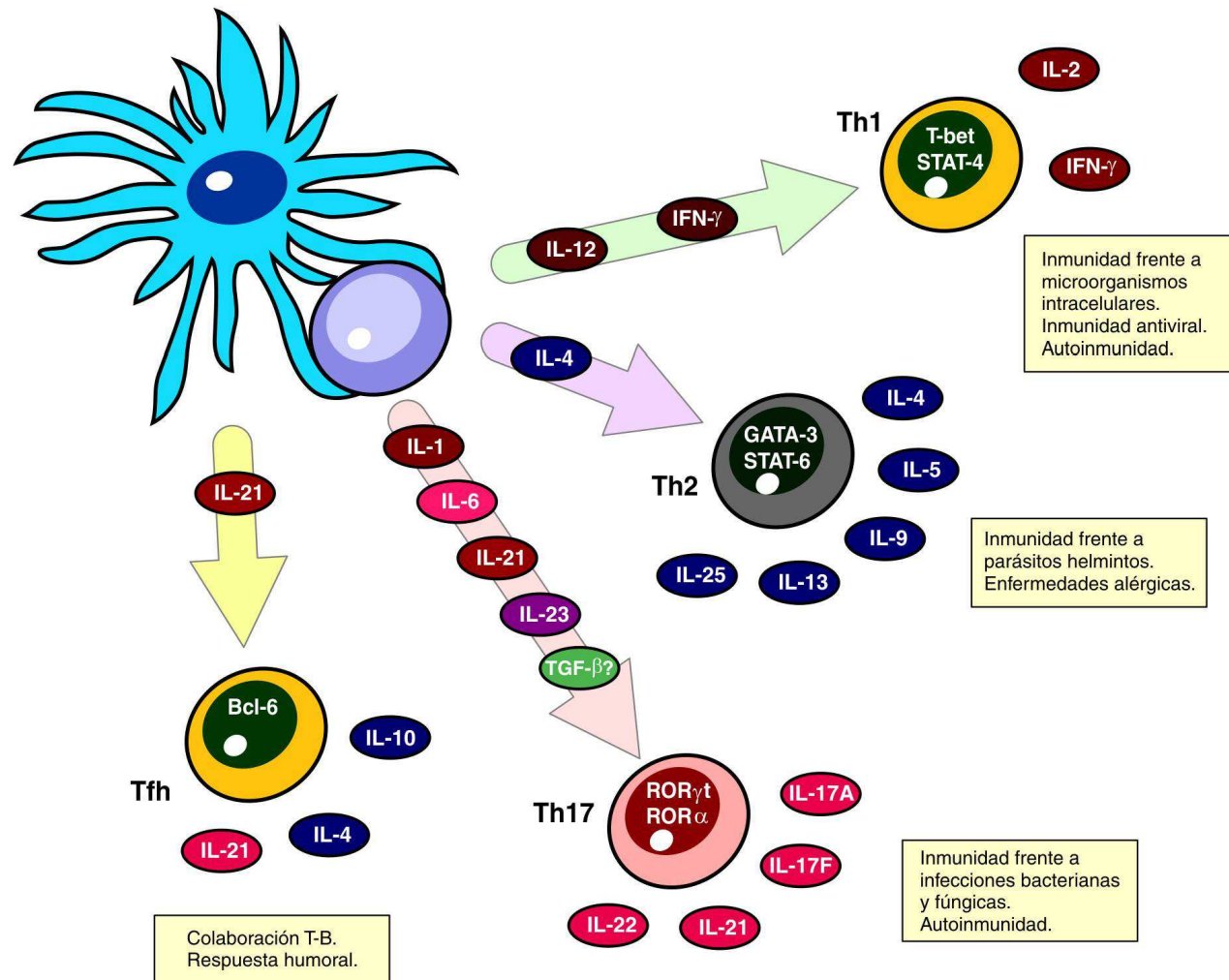


**Las células T CD8+ median dos funciones: citotoxicidad y producción de IFN- $\gamma$ . La citotoxicidad T involucra dos mecanismos.**

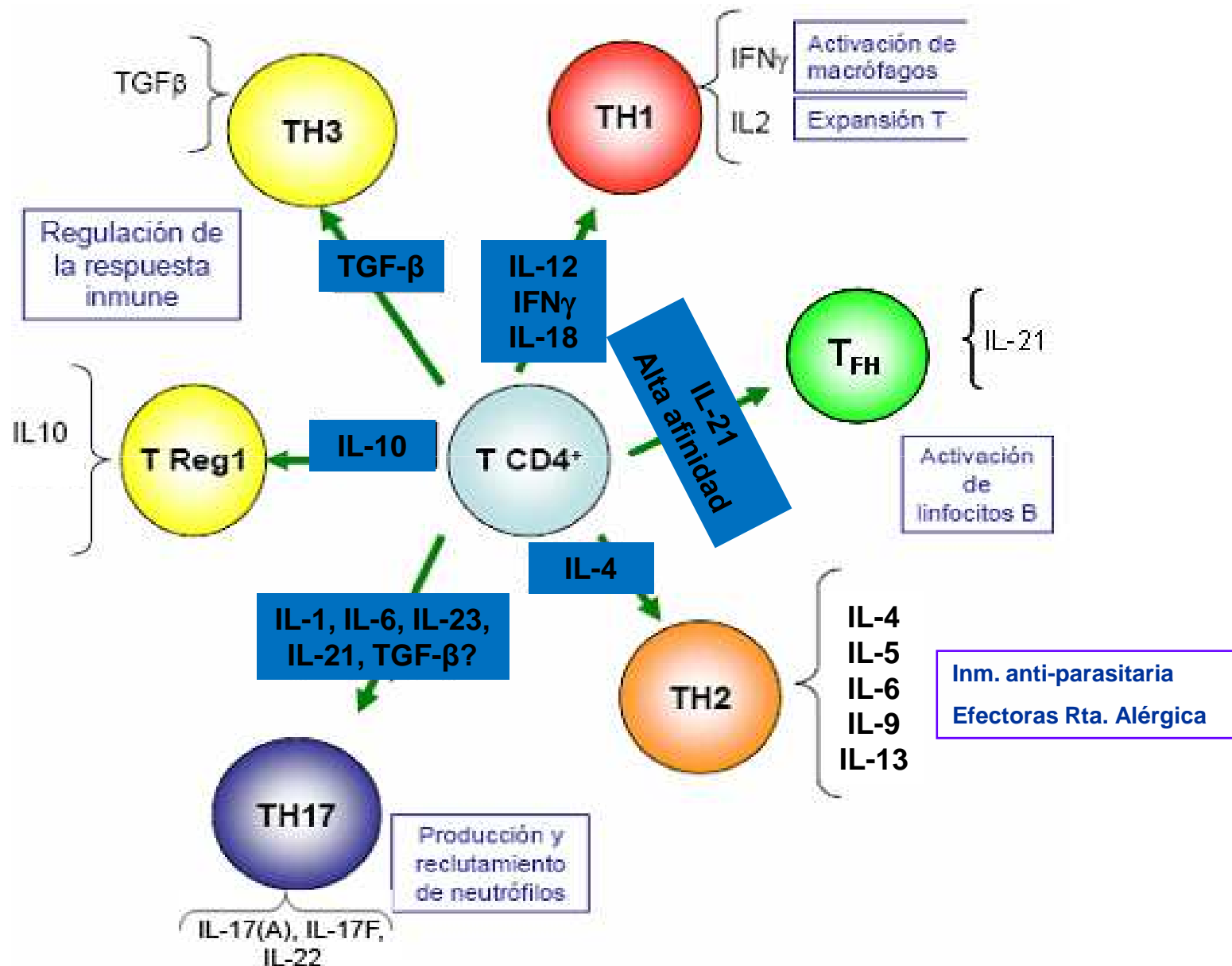


# Plasticidad en la respuesta T CD4<sup>+</sup>: citocinas y factores de transcripción involucrados en la diferenciación de los diferentes perfiles que asumen las células T CD4<sup>+</sup>.

## Papel protagonista de las células dendríticas

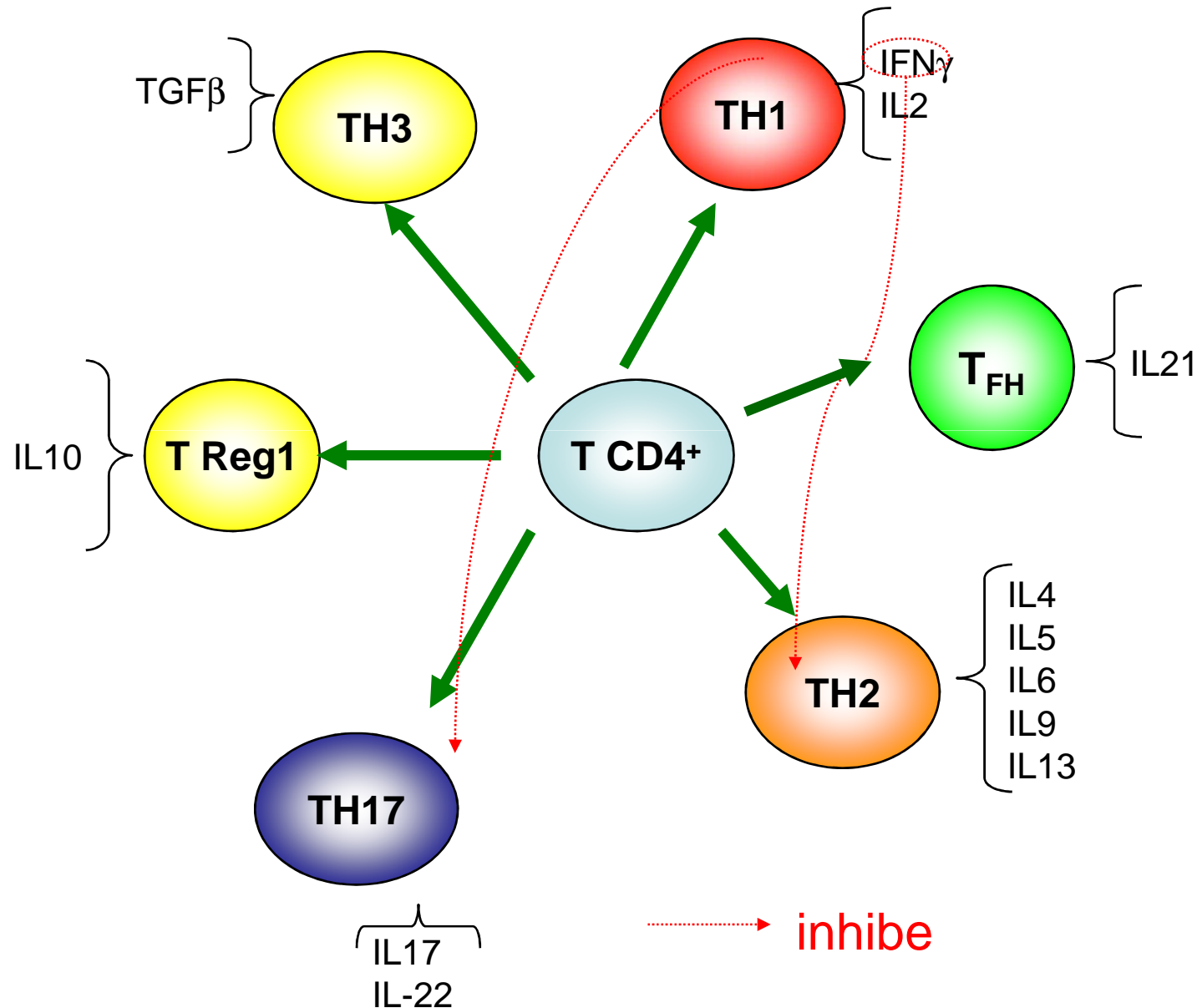


## Plasticidad en la respuesta T CD4<sup>+</sup>: cada perfil T efector produce un patrón de citoquinas particular

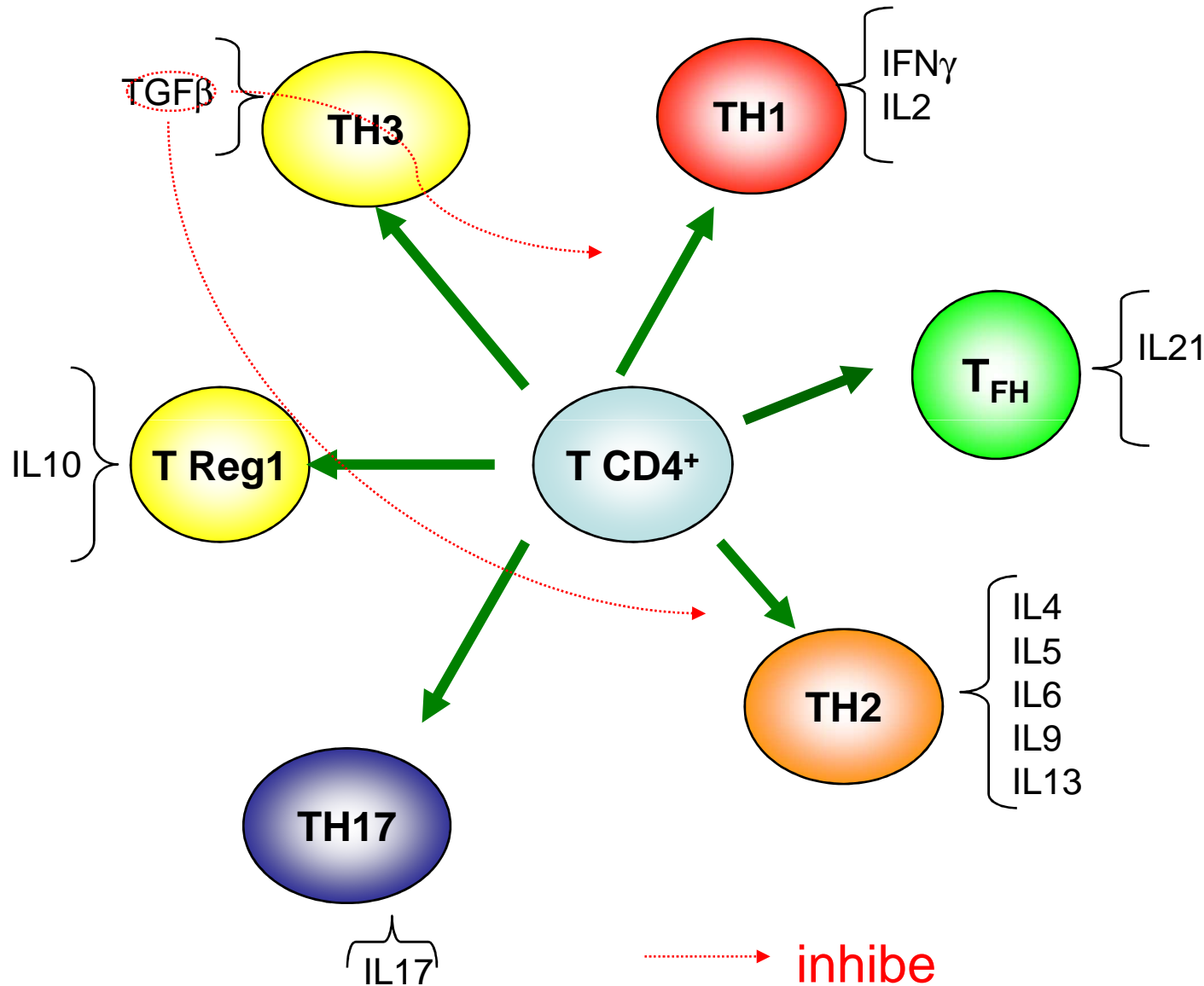




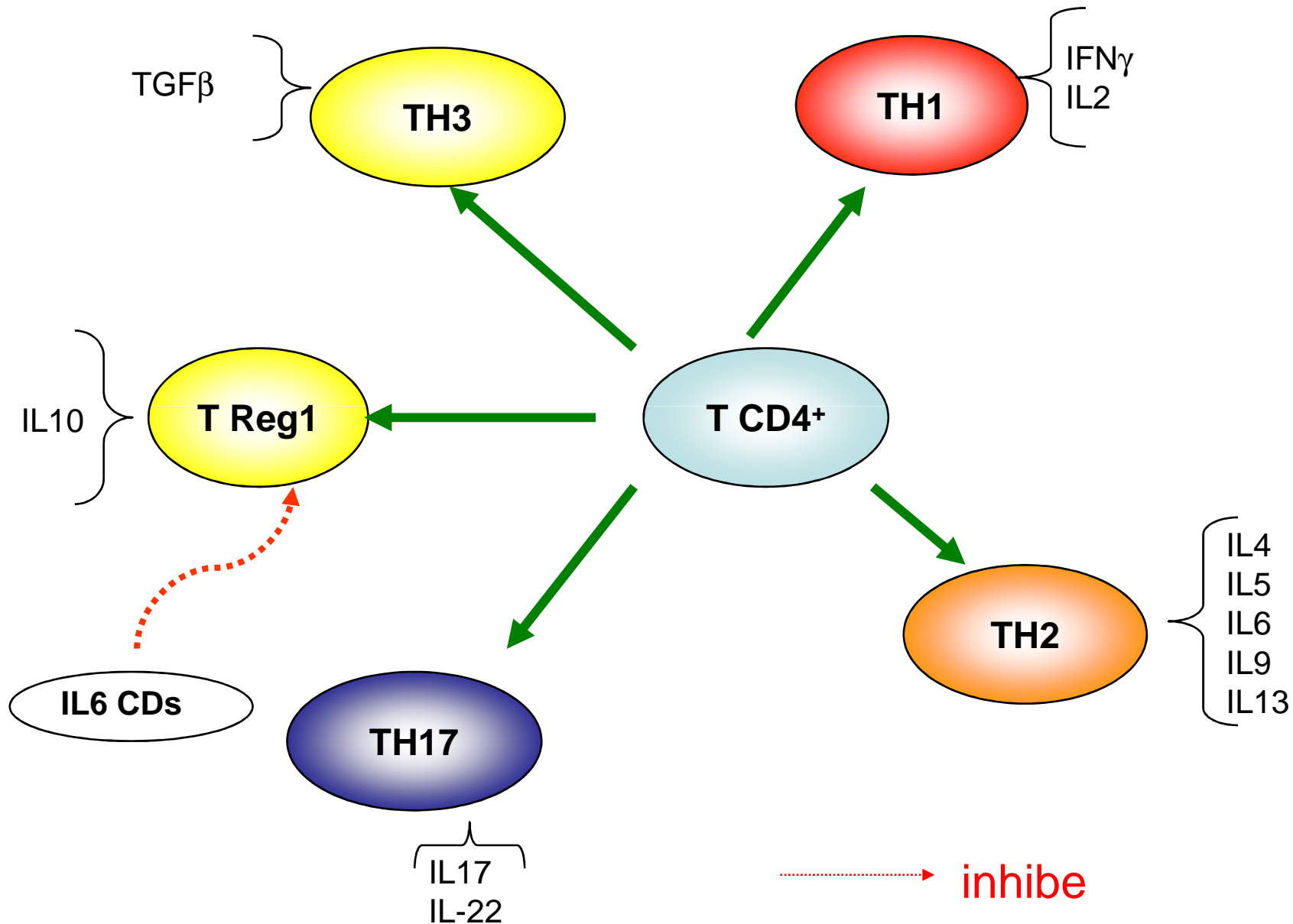
**Citoquinas producidas por un tipo de linfocito T efector suele inhibir la diferenciación de los linfocitos T CD4<sup>+</sup> hacia otros perfiles.**



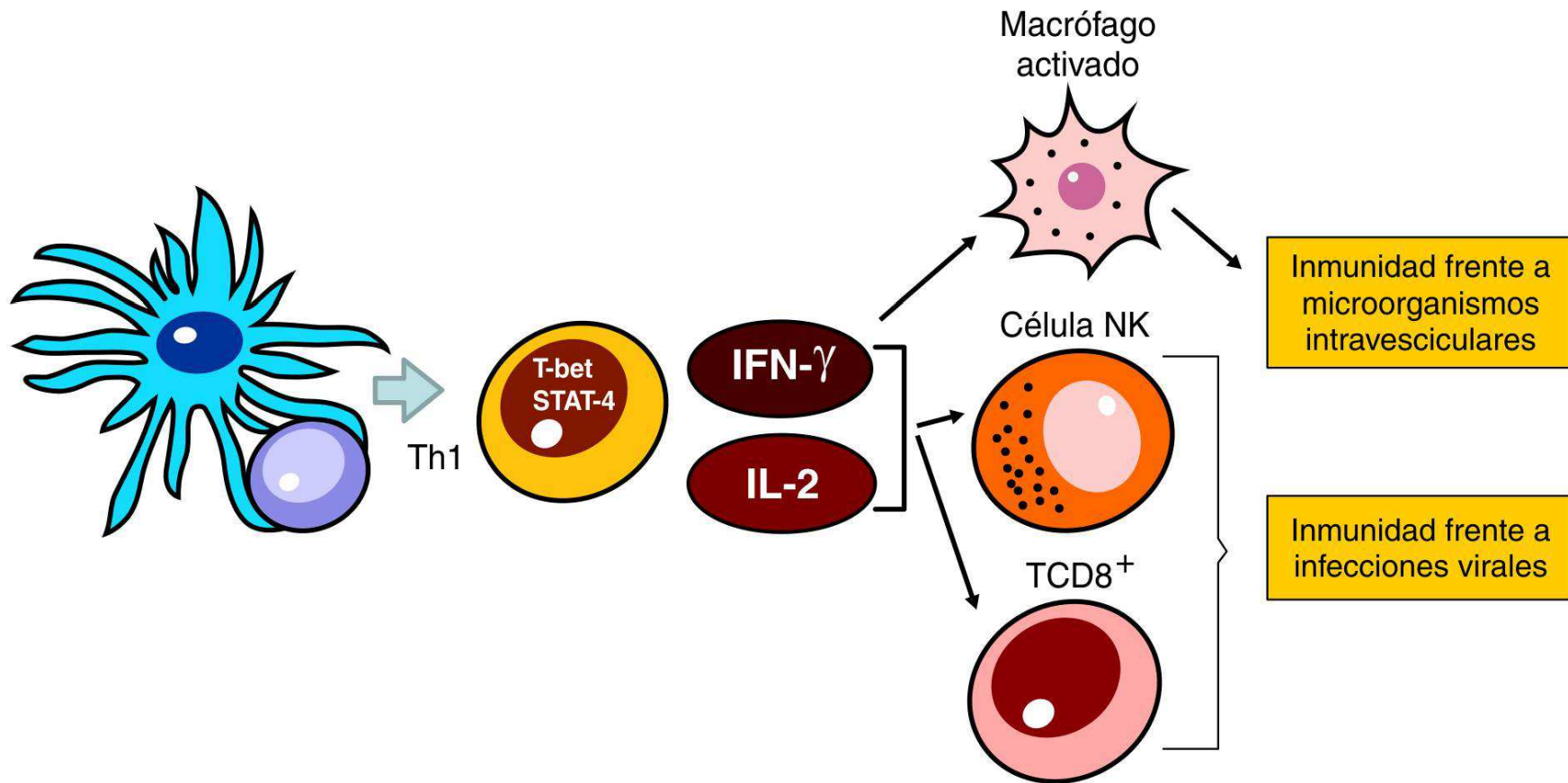
**Citoquinas producidas por un tipo de linfocito T efector suele inhibir la diferenciación de los linfocitos T CD4<sup>+</sup> hacia otros perfiles.**

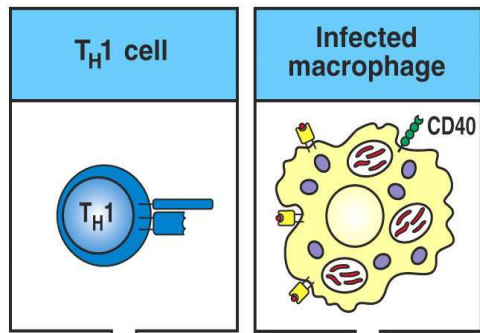


**Citoquinas producidas por un tipo de linfocito T efector suele inhibir la diferenciación de los linfocitos T CD4<sup>+</sup> hacia otros perfiles.**

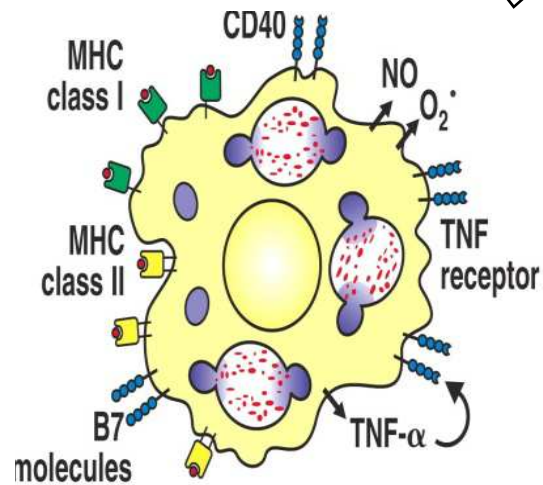
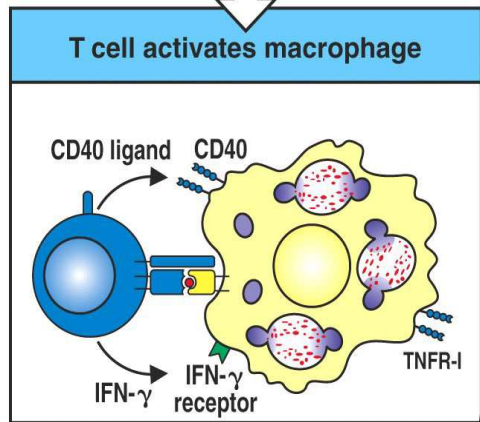
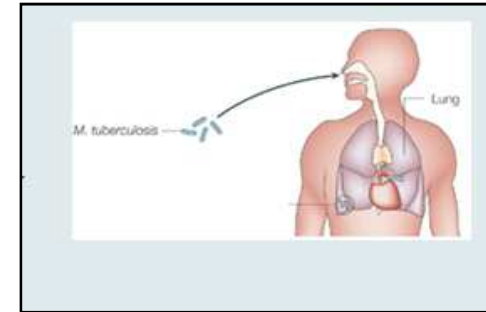


# Funciones mediadas por las células TH1: inmunidad frente a microorganismos intravesiculares y virus. Autoinmunidad

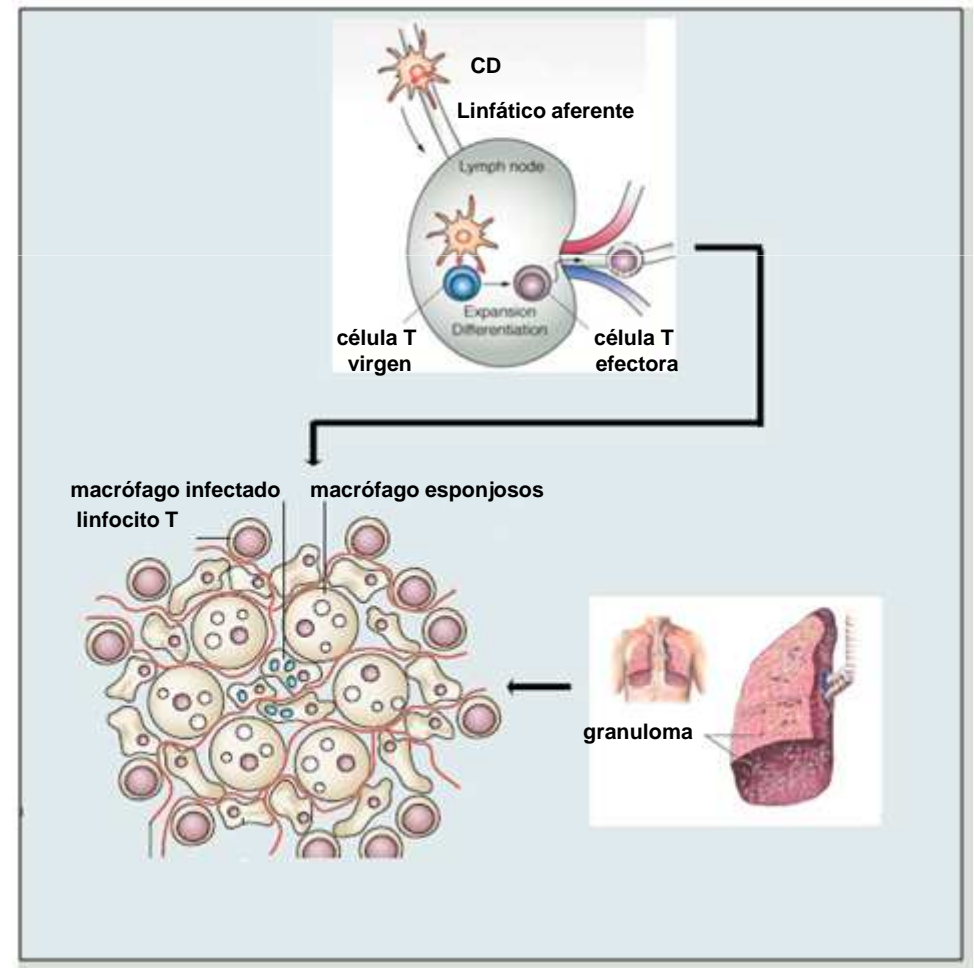




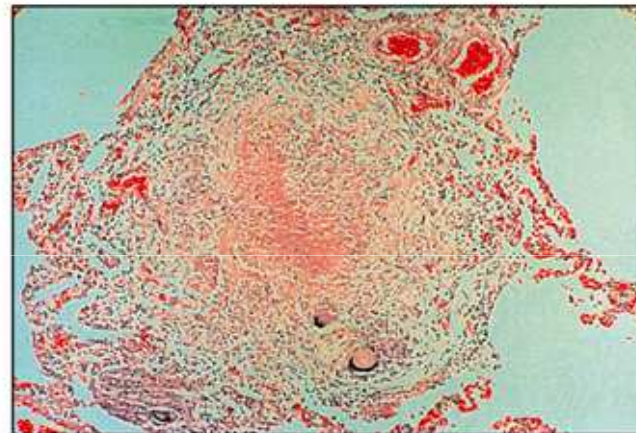
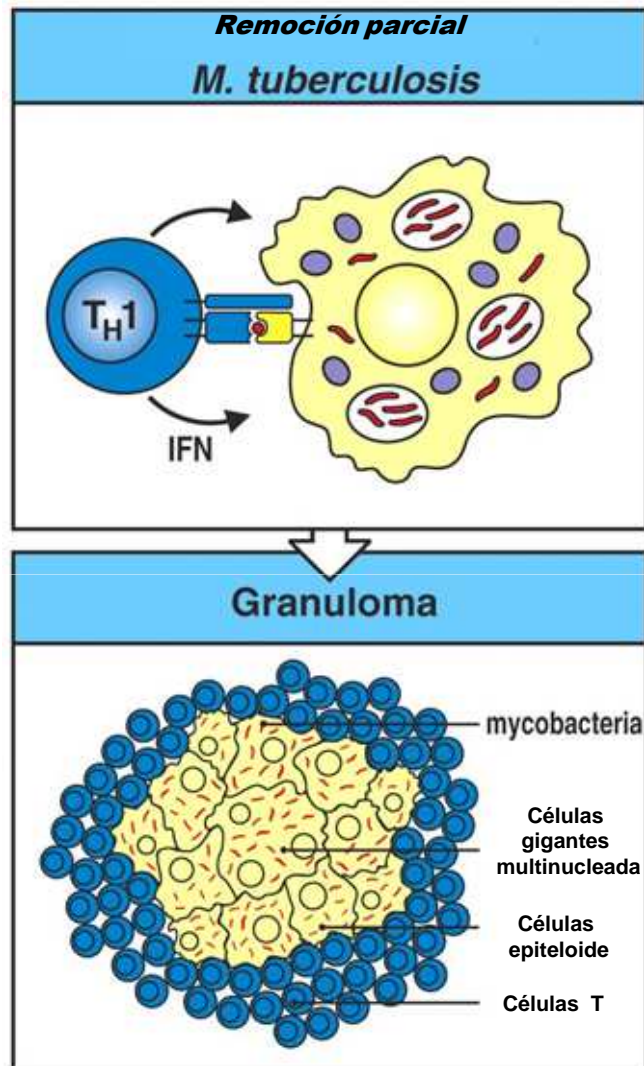
Los linfocitos TH1 activan macrófagos infectados con bacterias que proliferan en sus vesículas intracelulares como las micobacterias



**Macrófago activado**



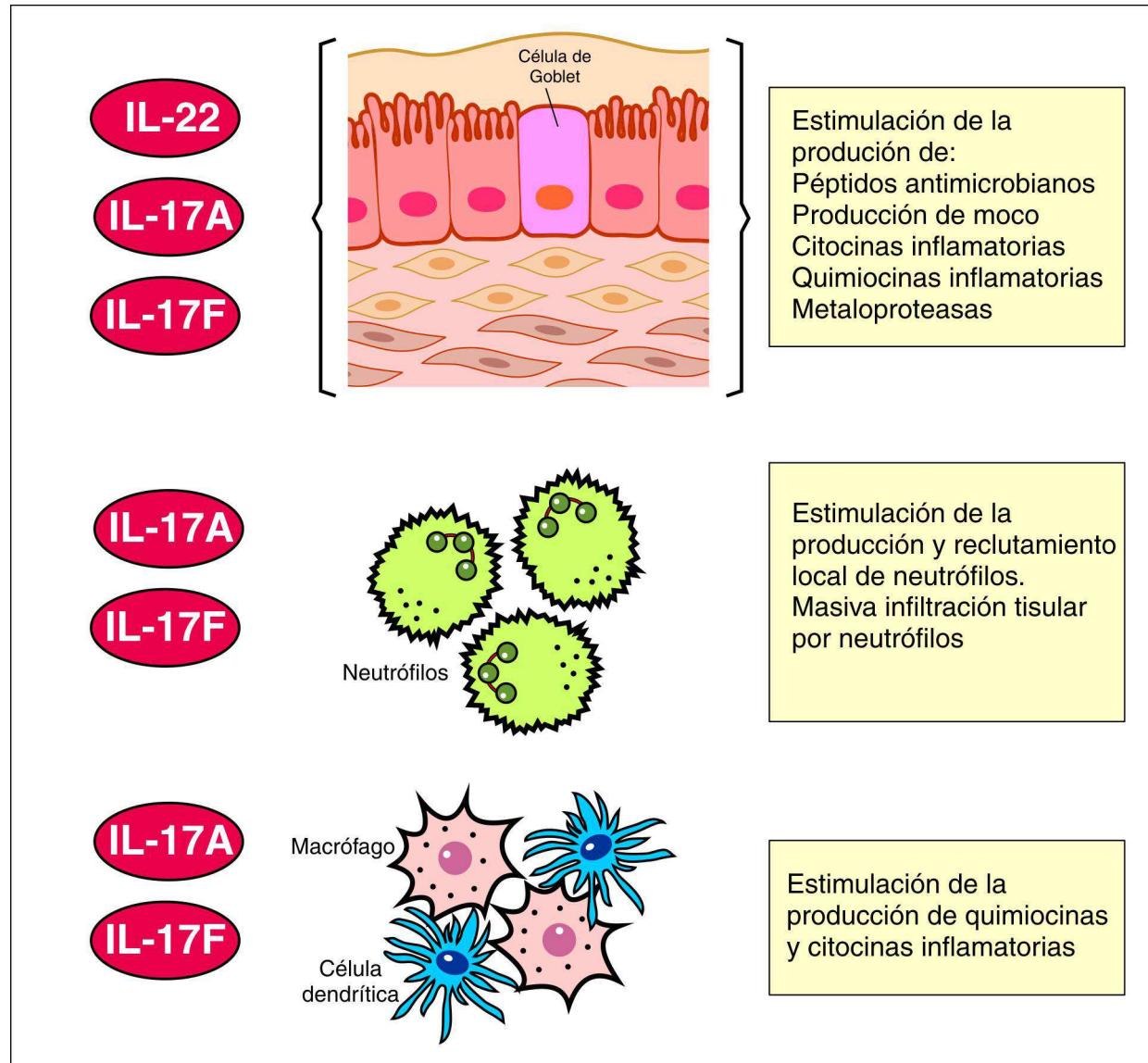
## Formación del GRANULOMA



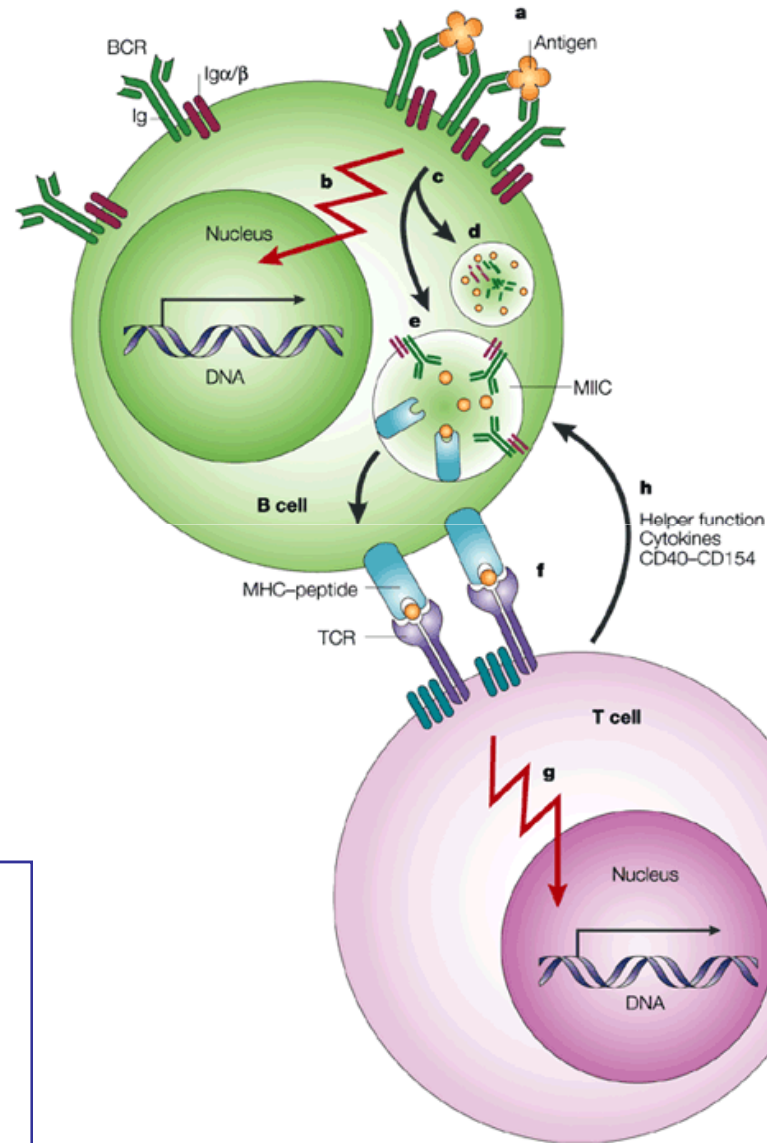
Los granulomas se forman a fin de contener la infección por patógenos que no logran ser eliminados



# Funciones mediadas por las células TH17: inmunidad frente a ciertas bacterias extracelulares y hongos. Autoinmunidad.



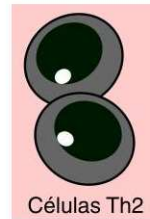
# Los linfocitos $T_{FH}$ cooperan con los linfocitos B otorgándoles la segunda señal de activación

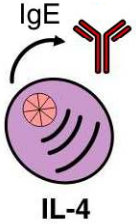
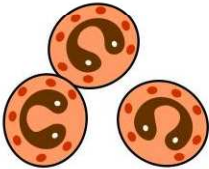
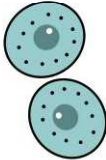
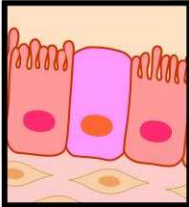
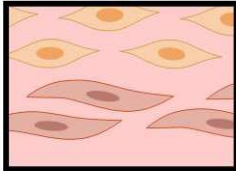


Los linfocitos  $T_{FH}$  activan a los linfocitos B que expresan el complejo péptido-MHC específico para que puedan diferenciarse a células productoras de anticuerpos.



# Funciones mediadas por las células TH2



IL-4	IL-5	IL-9	IL-4/IL-9/IL-13	IL-4/IL-13
<b>Promoción del switch de isotipo a IgE</b>	<b>Eosinofilia</b>	<b>Mastocitosis</b>	<b>Estimulación de la producción de moco</b>	<b>Hiper-reactividad bronquial Remodelación de la vía aérea</b>
				

## **Células T regulatorias**

- Regulan la actividad de clones T autoreactivos en periferia
- Limitan el daño colateral de tejidos, asociado a respuestas inflamatorias intensas frente a microorganismos patogénicos y a la flora comensal
- Células T regulatorias naturales e inducibles

# Células T regulatorias

