



# Sistemas Sensoriales

# SNC

- **Transducir**
- **Codificar**
- **Percibir**

**Información generada por los estímulos que se originan en el medio ambiente externo e interno.**

# Introducción a Sistemas Sensoriales

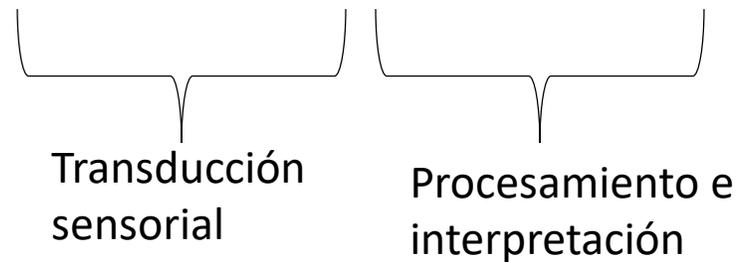
Sistemas sensoriales: Aportan información acerca del medio externo e interno.

- Exterocepción: Sensación originada en la superficie corporal o en el entorno.
- Interocepción: Percepción interna de nuestro organismo. Puede no ser consciente.

Sensación: reconocimiento del estímulo

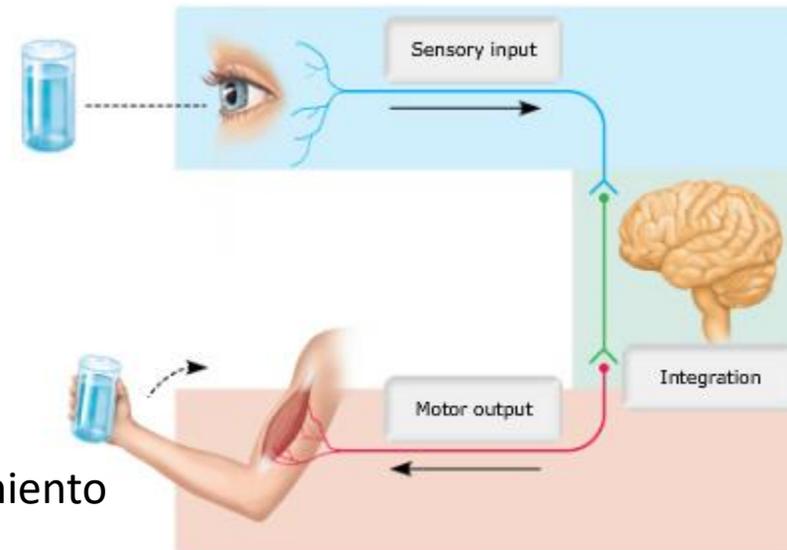
Percepción: interpretación del estímulo Es construida activamente por el Sistema Nervioso, el mismo, extrae algunas partes de información de cada estímulo, ignora otras e interpreta esta información.

Estímulo (Energía) → Señal Neural → Percepción



Funciones:

- Percepción
- Integración Sensoriomotora → Control del movimiento
- Homeostasis → Control del medio interno
- Contribución al estado comportamental

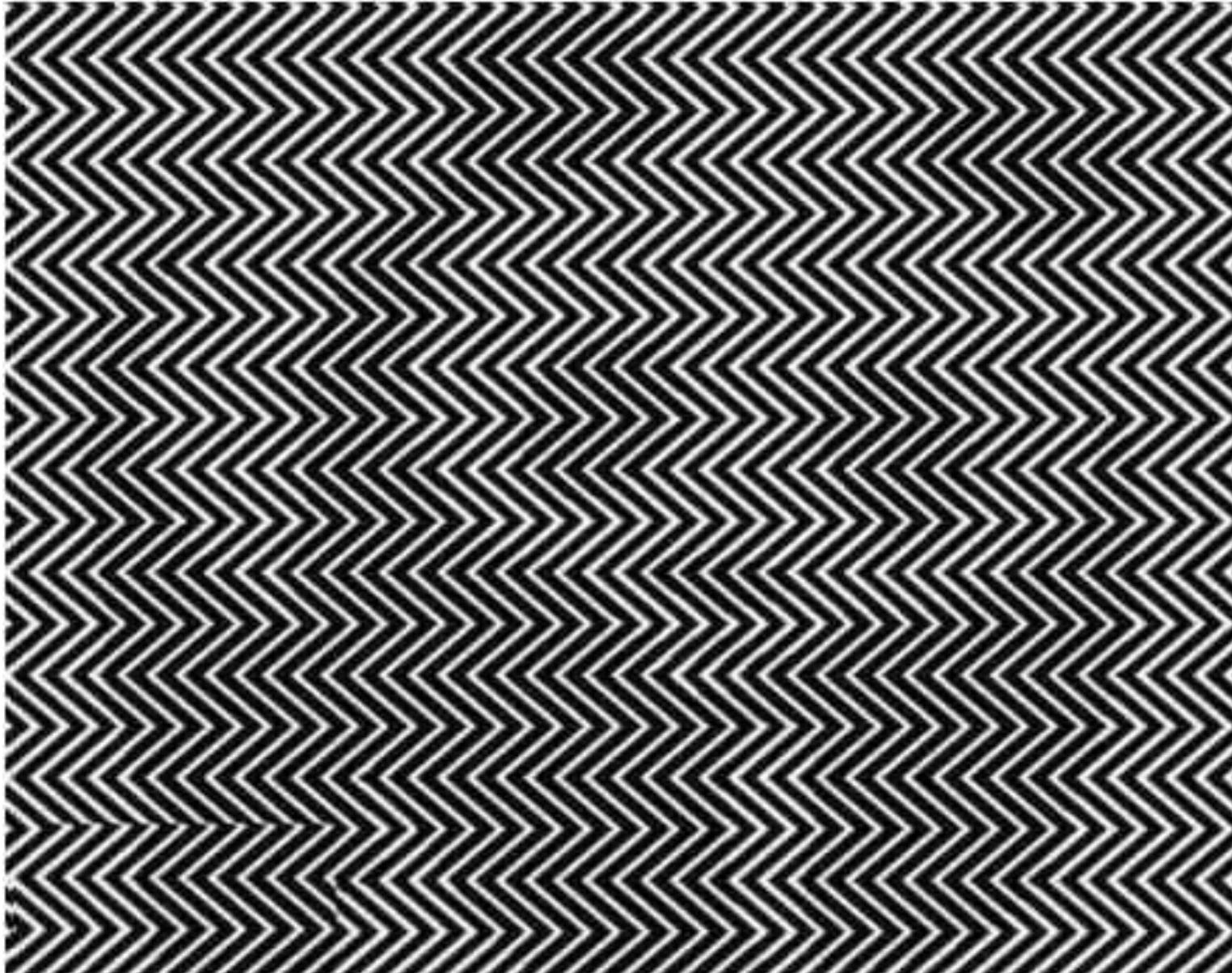


- **Nuestras percepciones no son un registro directo del mundo, son construídas internamente de acuerdo a reglas innatas impuestas por las capacidades internas del SNC.**

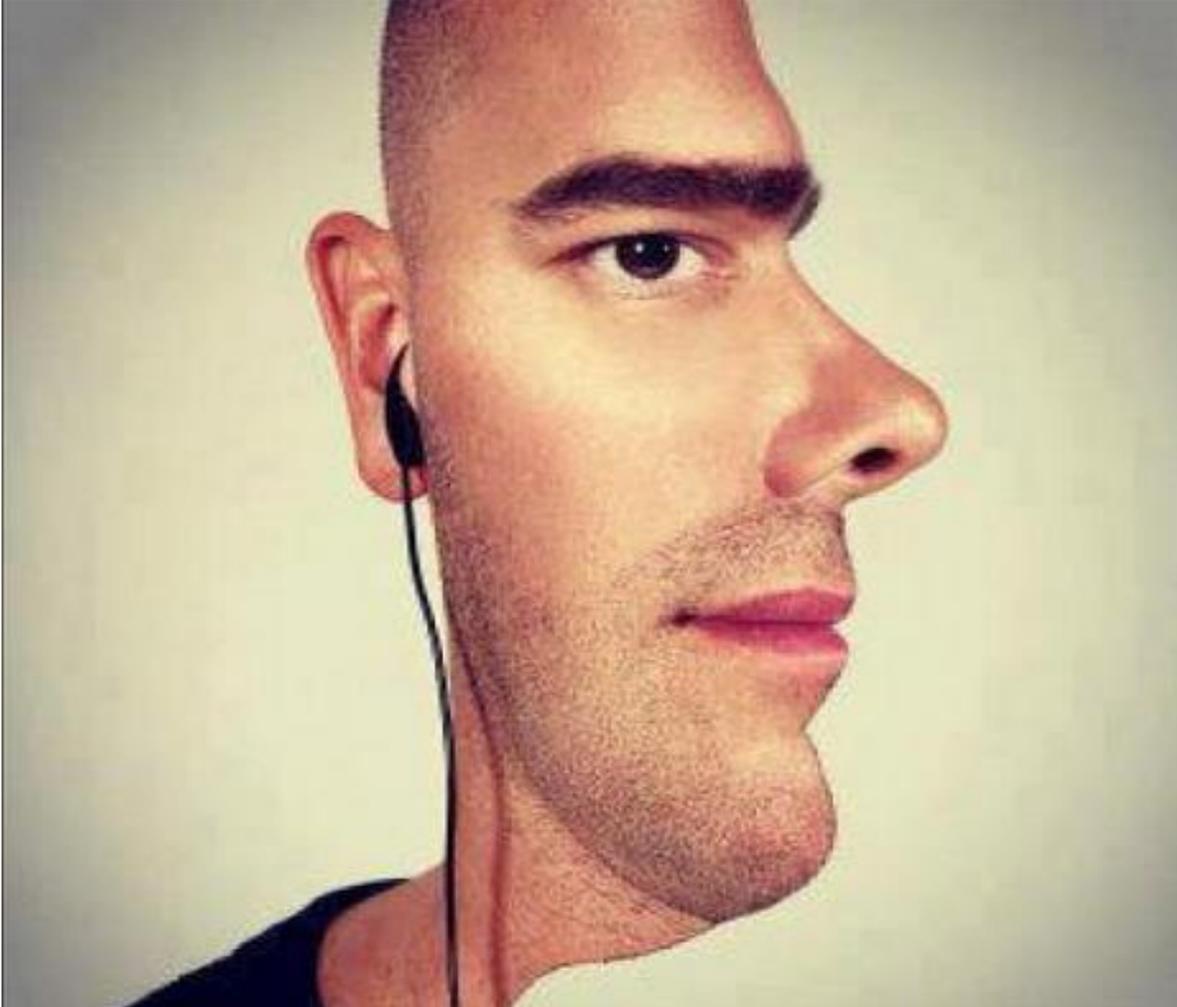
# PERCEPCION VISUAL



# Encuentra el Animal Oculto en Menos de 2 Minutos



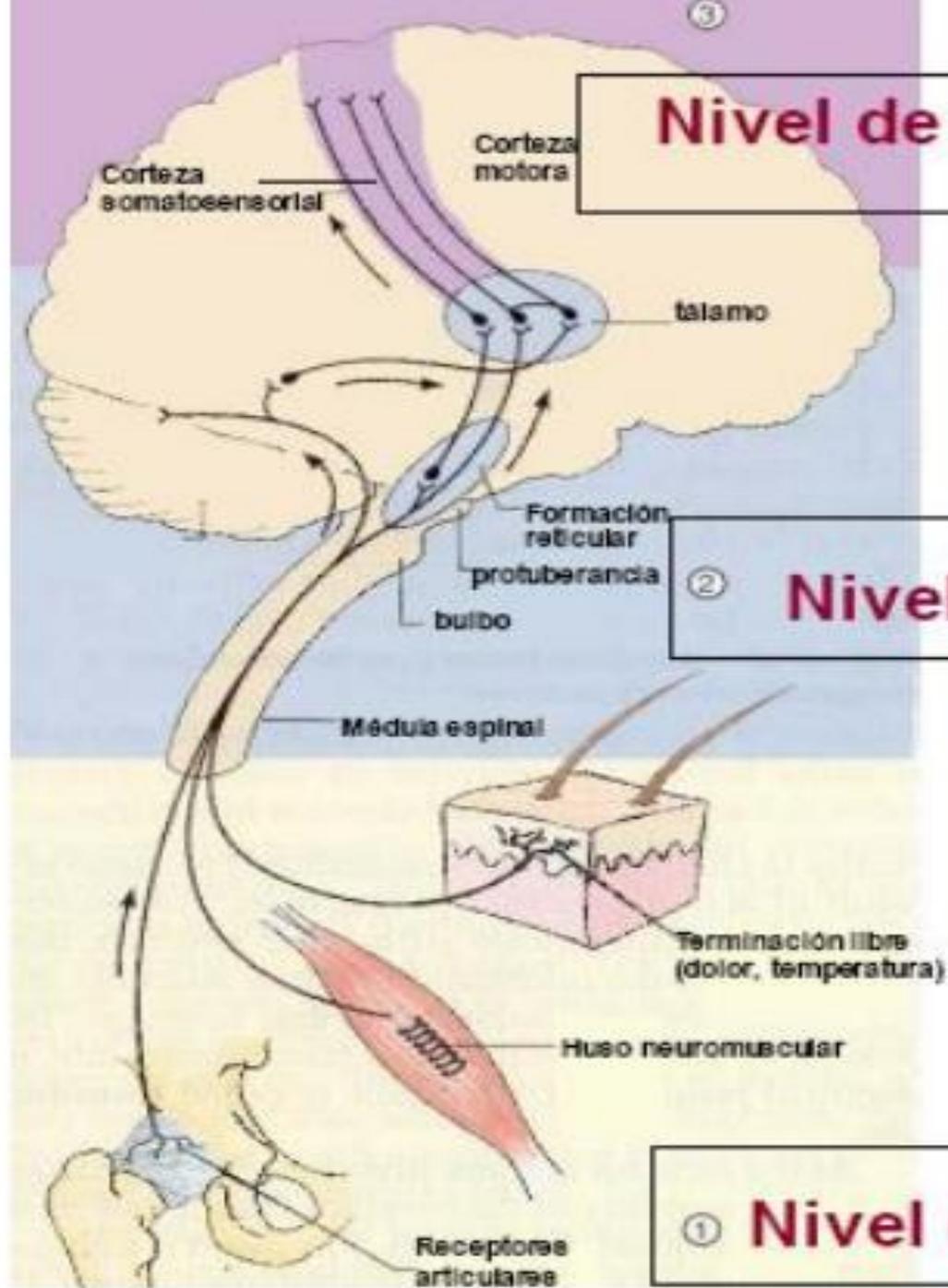




- **Sensación: misma aferencia sensorial (imagen)**
- **Percepción: depende de experiencia previa y de los circuitos cerebrales**

# ¿Qué es una experiencia sensorial?

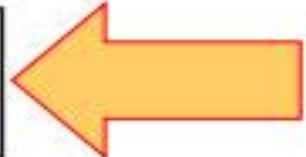
- **Exposición** a un tipo de energía (estímulo físico o químico)
- **Transducción** (transformación en impulsos nerviosos por medio de receptores especializados)
- **Integración** de tales impulsos en una sensación (corteza cerebral)



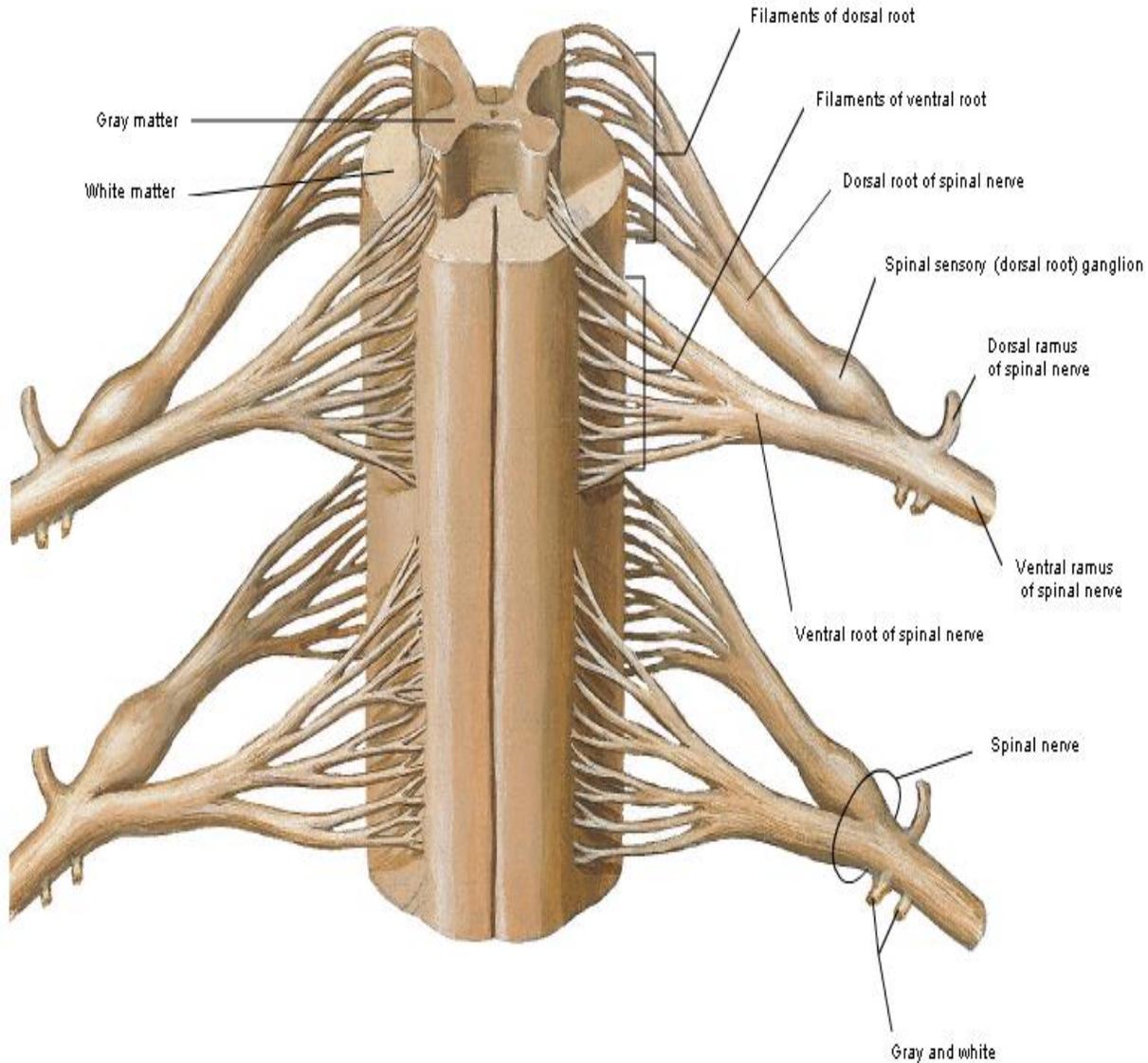
③ **Nivel de percepción**

② **Nivel de circuitos**

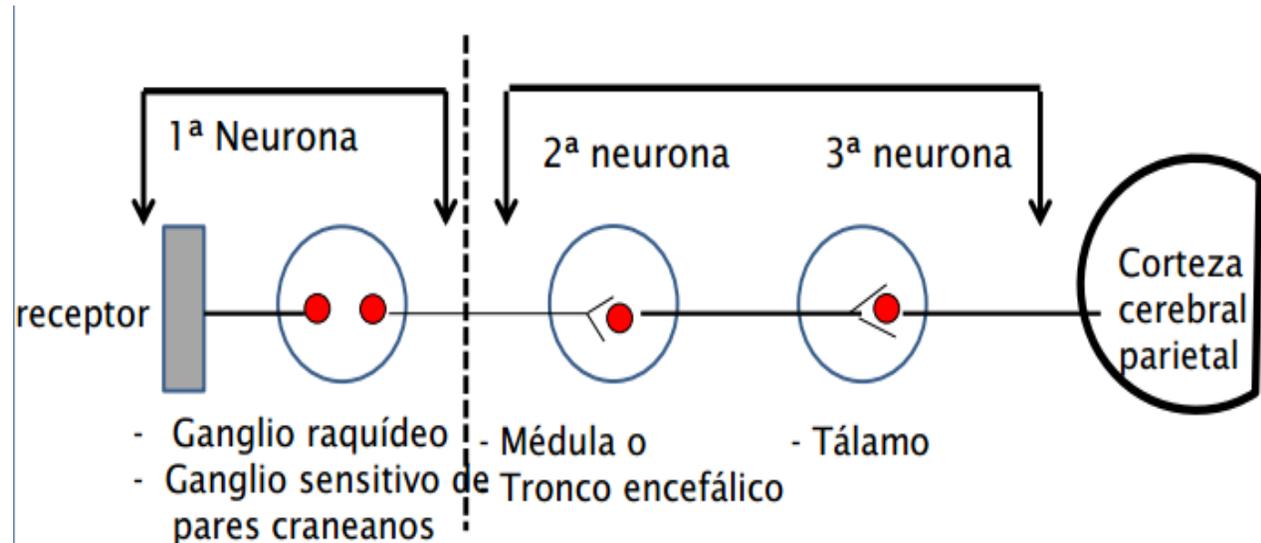
① **Nivel de receptor**



# Organización anátomo-funcional



**Complejidad creciente:  
Célula ganglionar, Tálamo,  
Corteza 1, Áreas de asociación  
unimodal, Áreas de asociación  
multimodal**



# Organización de los Sistemas Sensoriales

- ❖ Organización Jerárquica → Relevos sinápticos
- ❖ Organización topográfica → Vías paralelas
- ❖ Simetría bilateral y decusación en línea media en la mayoría de los casos.

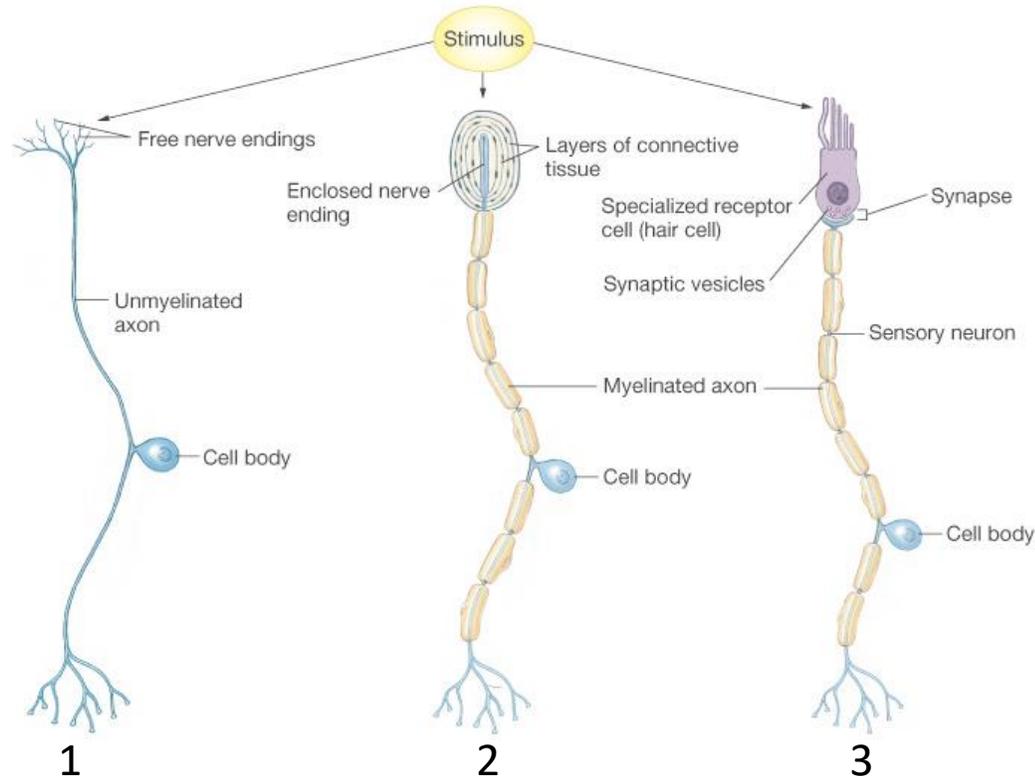
Organización Jerárquica (Serie): a medida que avanzamos a través de los relevos y vamos haciendo sinapsis en diferentes estructuras, encontramos que cada nueva estructura mientras más nos adentramos en el SNC se vuelve más compleja que la anterior en cuanto al procesamiento de información sensorial.

Organización Topográfica (Paralelo): las vías que llevan información sobre la modalidad y submodalidad de un estímulo viajan en paralelo. Pueden converger en estructuras superiores del SNC.

- Cada receptor es sensible primariamente a un tipo de energía, y genera una “línea etiquetada” que transmite información sobre la modalidad del receptor con el cual está conectado.

# Receptores Sensoriales

- Es la primera célula de la vía sensitiva, transforma la energía del estímulo en energía eléctrica (Transducción).
- Pueden ser una neurona (Aferente Sensitiva Primaria) o una célula especializada que hace contacto con una neurona (Aferente Sentiva Primaria).



1. Estímulo es captado por Aferente Primaria con terminaciones libres.
2. Estímulo es captado por Aferente Primaria con terminaciones rodeadas por estructura pre-receptorial.
3. Estímulo es captado por célula especializada que luego hace sinapsis con la Aferente Primaria.

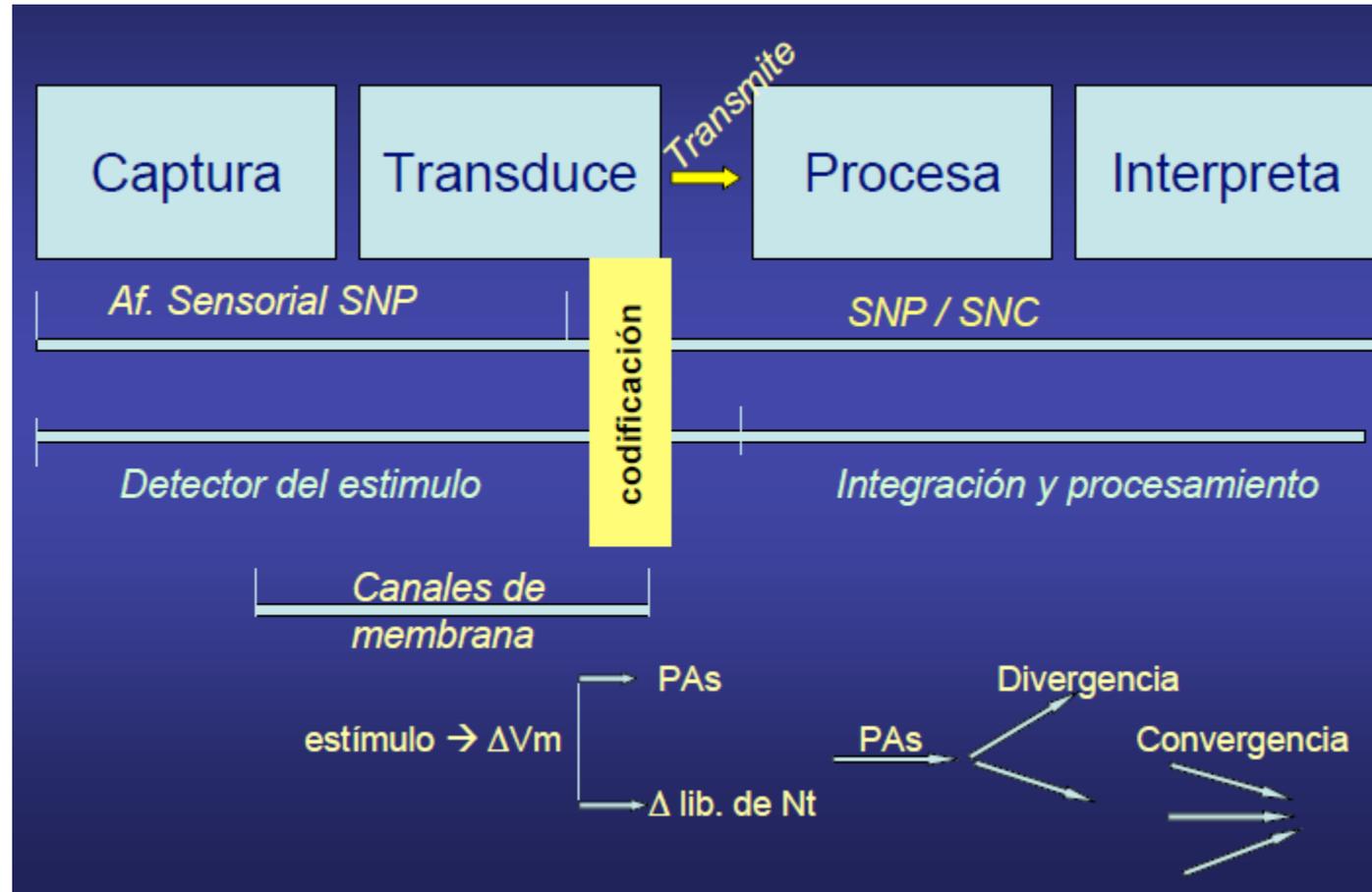
# Los 4 atributos de una sensación

- **1. Modalidad** (y submodalidad sensorial)  
Receptores específicos, tipo de energía
- **2. Localización**  
Número y distribución de los receptores estimulados
- **3. Intensidad**  
Amplitud de respuesta del receptor de acuerdo a la cantidad de energía aplicada
- **4. Temporalidad**  
El momento en que comienza y termina la respuesta del receptor

# MODALIDAD Y SUBMODALIDADES

- **Distintos tipos de receptores-Distintas modalidades**
- **5 Modalidades clásicas: vista, oído, tacto, gusto y olfato**
- **Se suman: dolor, temperatura, picor, propiocepción y el sentido vestibular (Equilibrio)**
- **Submodalidades: gusto salado, dulce, picante, amargo...**

# Procesamiento de la información por parte de los Sistemas Sensoriales



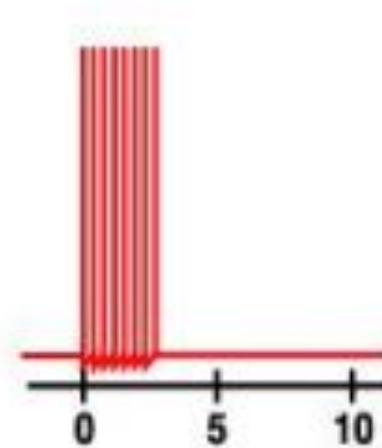
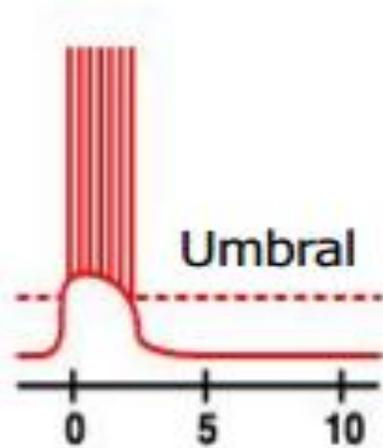
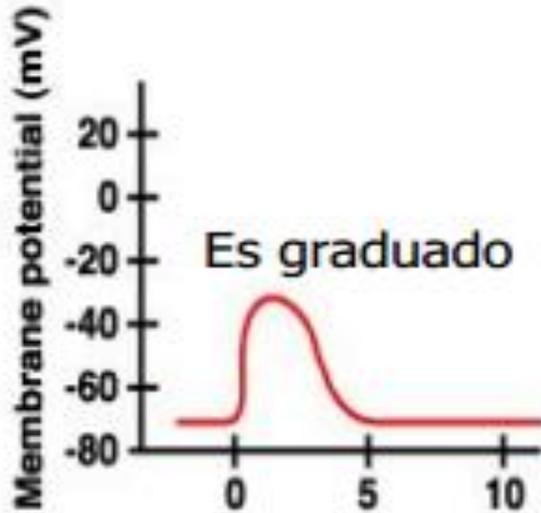
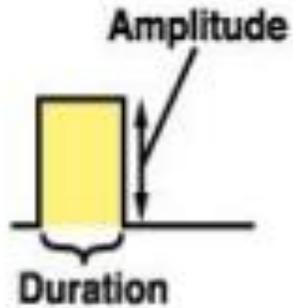
# TRANSDUCCIÓN SENSORIAL



- Cambio en el “lenguaje”, se pasa de un tipo de energía a otro.
- Ocurre por activación específica de los receptores que genera un potencial receptor que cambia la actividad celular

# TRANSDUCCIÓN SENSORIAL

Estímulo



2- Potencial receptor

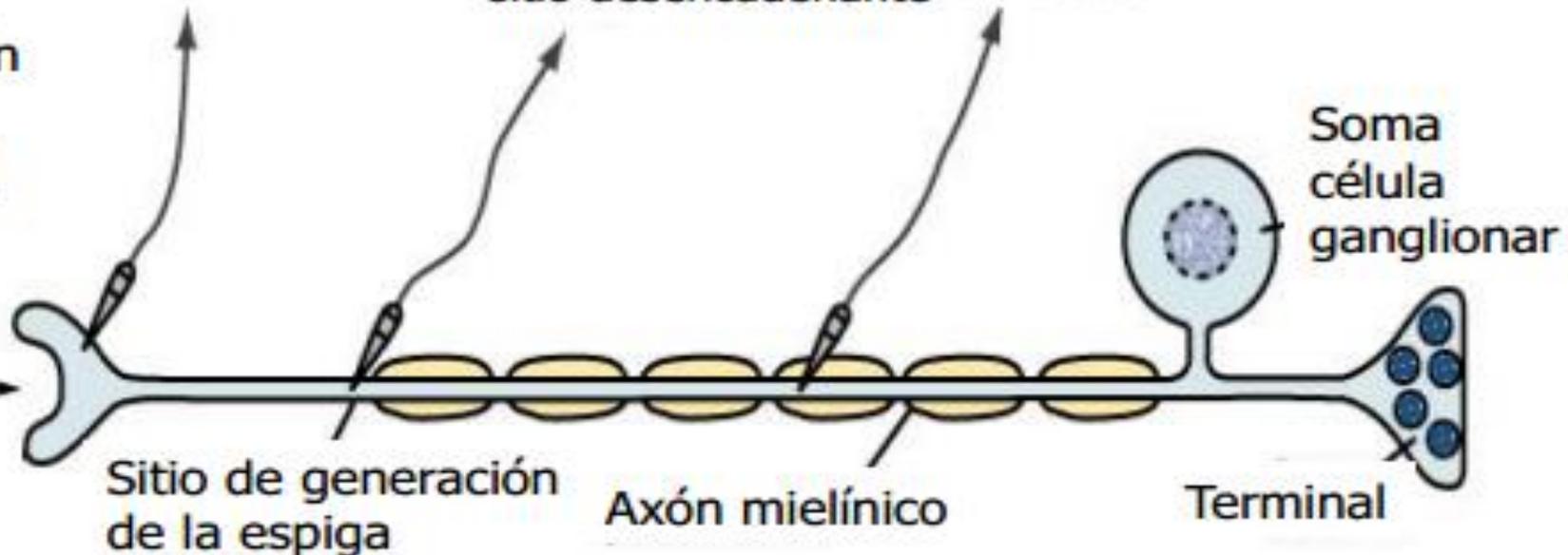
3- Integración en sitio desencadenante

4- Potenciales de acción

5- Liberación de NT

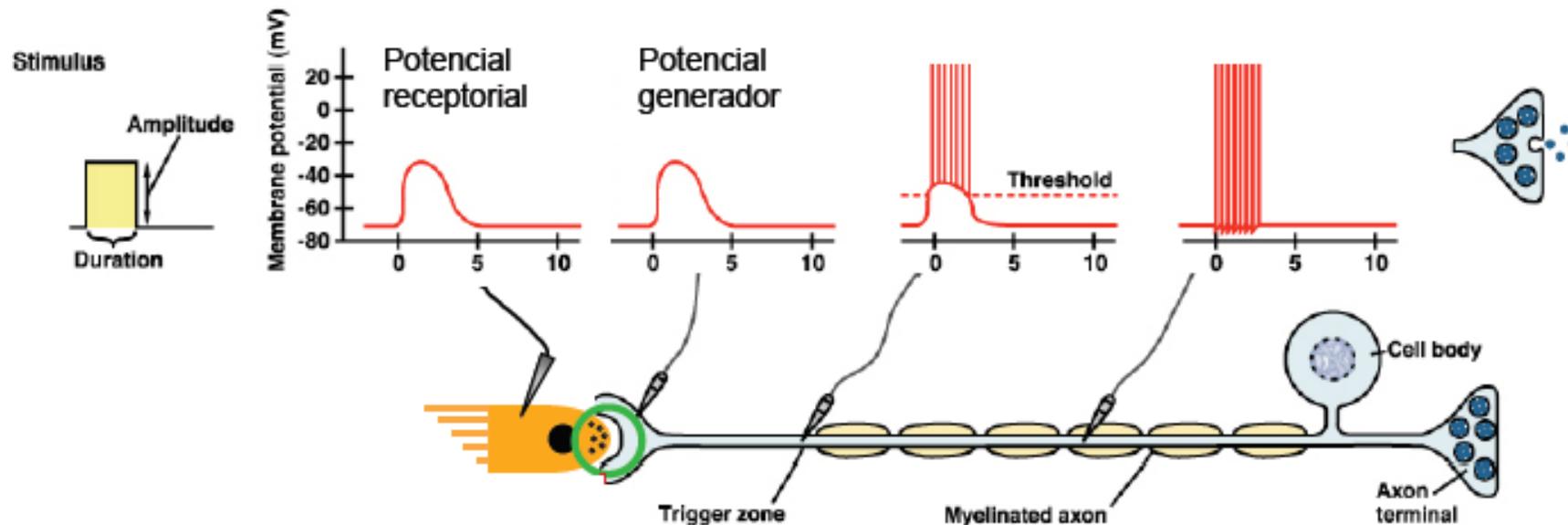
1- Transducción  
Cambio en permeabilidad iónica

Estímulo



## Potencial Generador

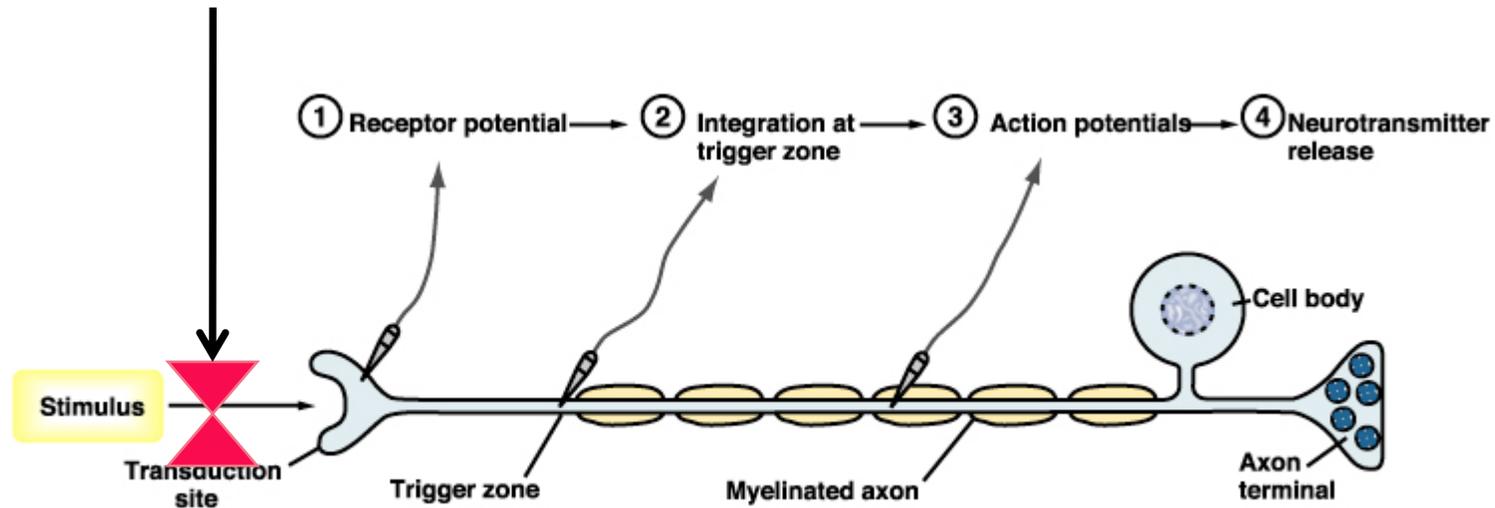
- En caso de que el receptor sea un célula especializada y no un neurona, éste también genera un potencial receptorial en respuesta al estímulo y el mismo hace que el receptor libera neurotransmisores haciendo sinapsis con la aferente sensitiva primaria. Dicha sinapsis genera un cambio de potencial en la aferente Primaria llamado Potencial Generador.



## Estructuras Pre-receptoriales

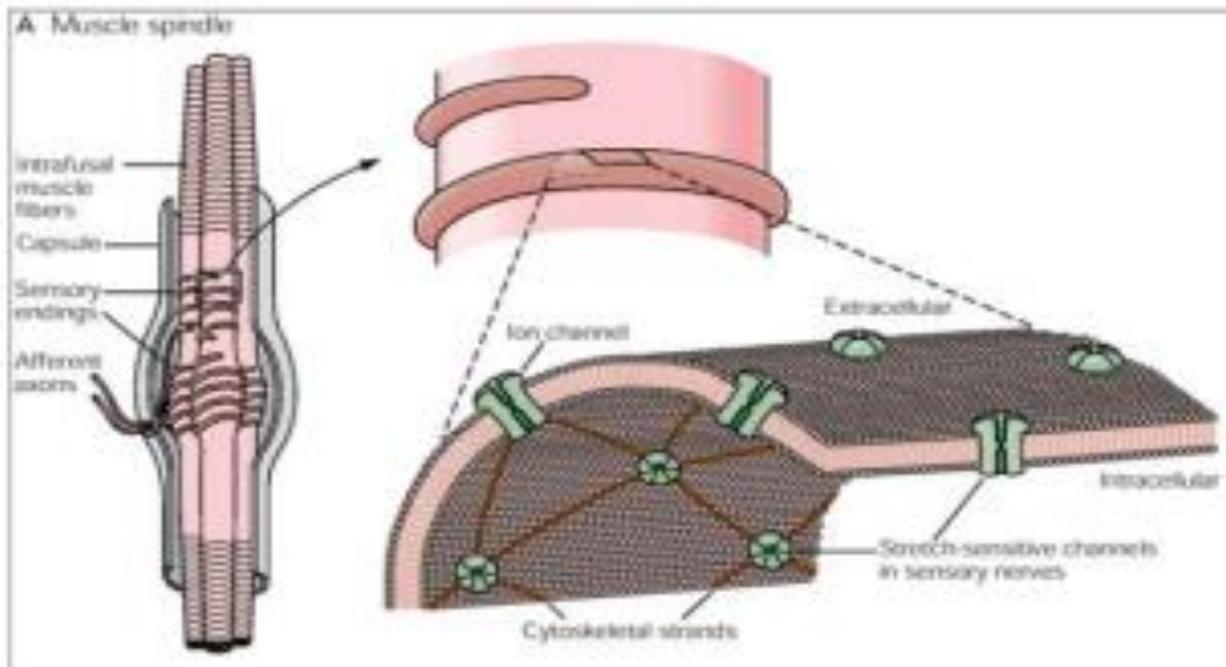
- Estructuras ubicadas entre el estímulo y el receptor, que permiten que llegue al receptor ciertas partes del estímulo, condicionando la información que llega al mismo. Actúa como un filtro.

### Estructura Pre-receptorial



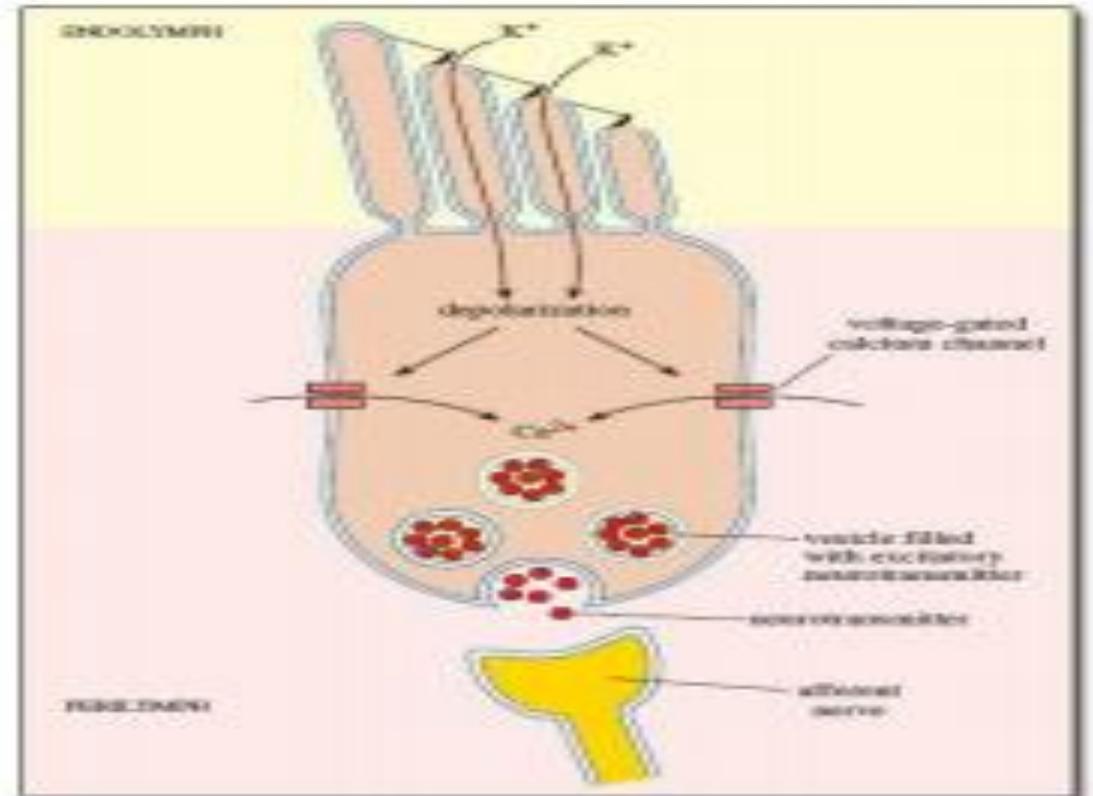
# Mecanismos de Transducción

- Los mecanismos para la transformación de la energía del estímulo en el potencial de receptor varían según los tipos de estímulos físicos. Los **mecanorreceptores** del sistema **somatosensorial** son sensibles a deformaciones del tejido



# Mecanismos de Transducción

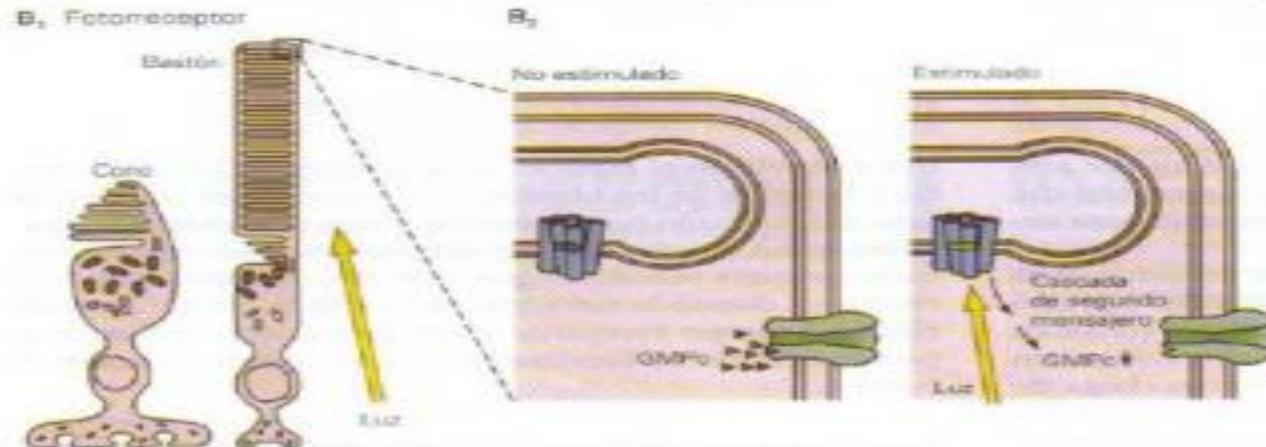
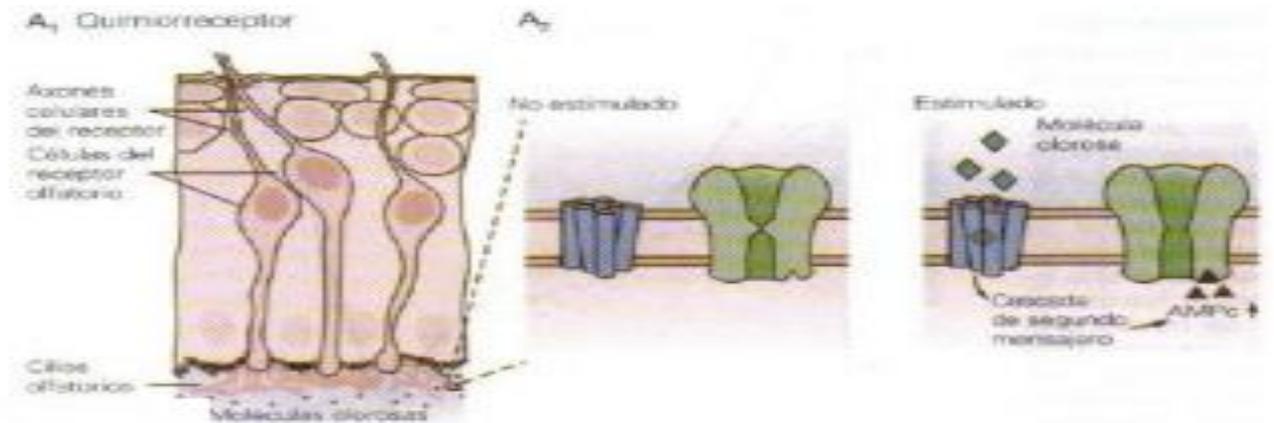
- Los **mecarorreceptores** de los sistemas **auditivo** y **vestibular** responden al movimiento de estructuras especializadas y tienen sensibilidad direccional



# Mecanismos de Transducción

- **Quimiorreceptores y fotorreceptores** utilizan cascadas de segundos mensajeros.

**Quimiorreceptores:  
unión de ligandos**



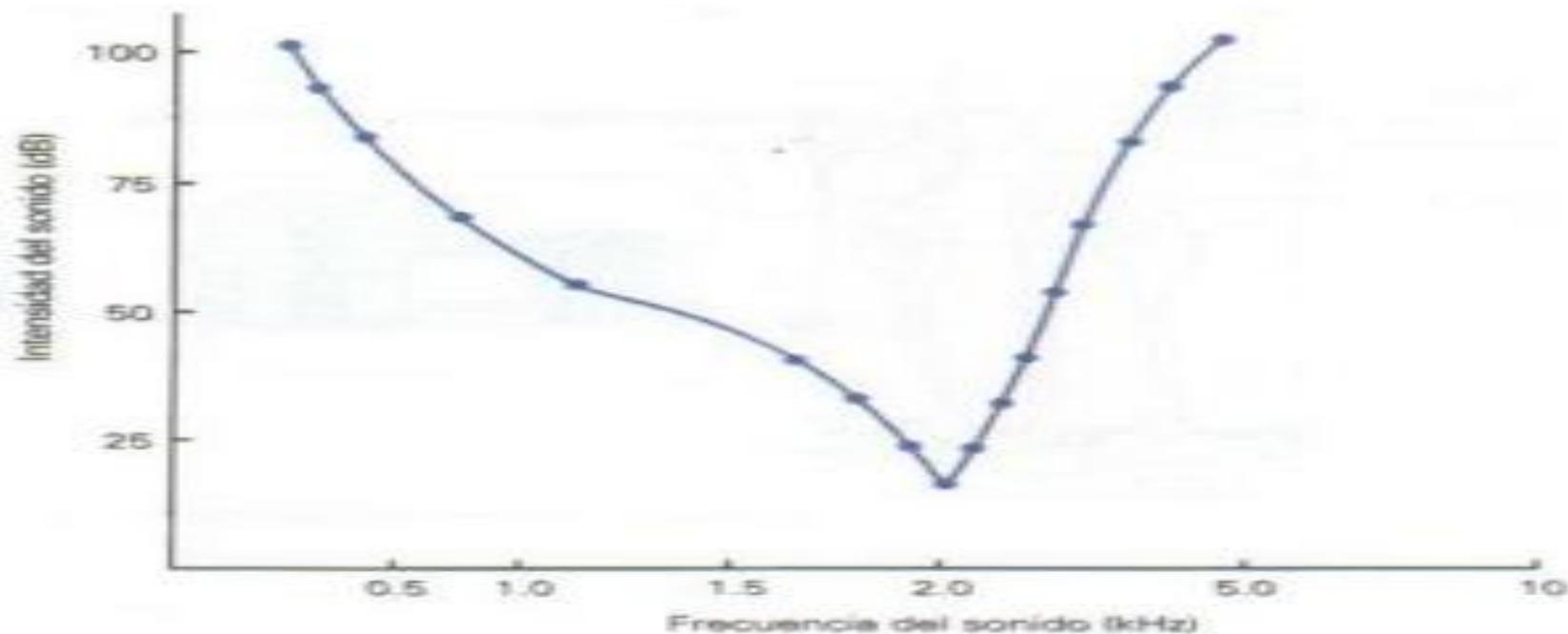
**Fotorreceptores: cambios  
conformacionales en fotorpigmentos**

- **Especificidad del receptor:** especializaciones morfológicas que les permiten responder más eficientemente a un cierto tipo de energía
- Cada receptor responde mejor a un rango de energía limitado:  
**submodalidades**

Fotoreceptores: partes del espectro visible (conos y bastones, colores)

Mecanoreceptores: frecuencias distintas (c. ciliadas audición)

Quimiorreceptores: moléculas distintas (amargo, dulce, ácido,...)



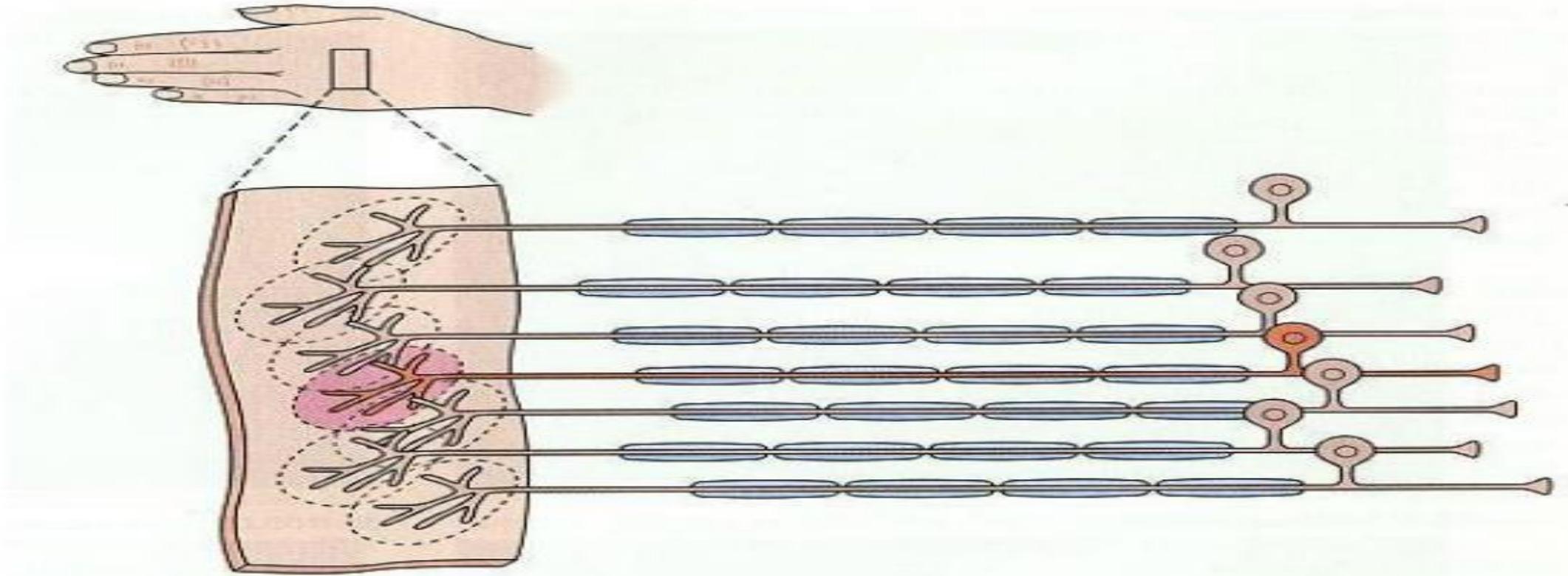
# LOCALIZACIÓN



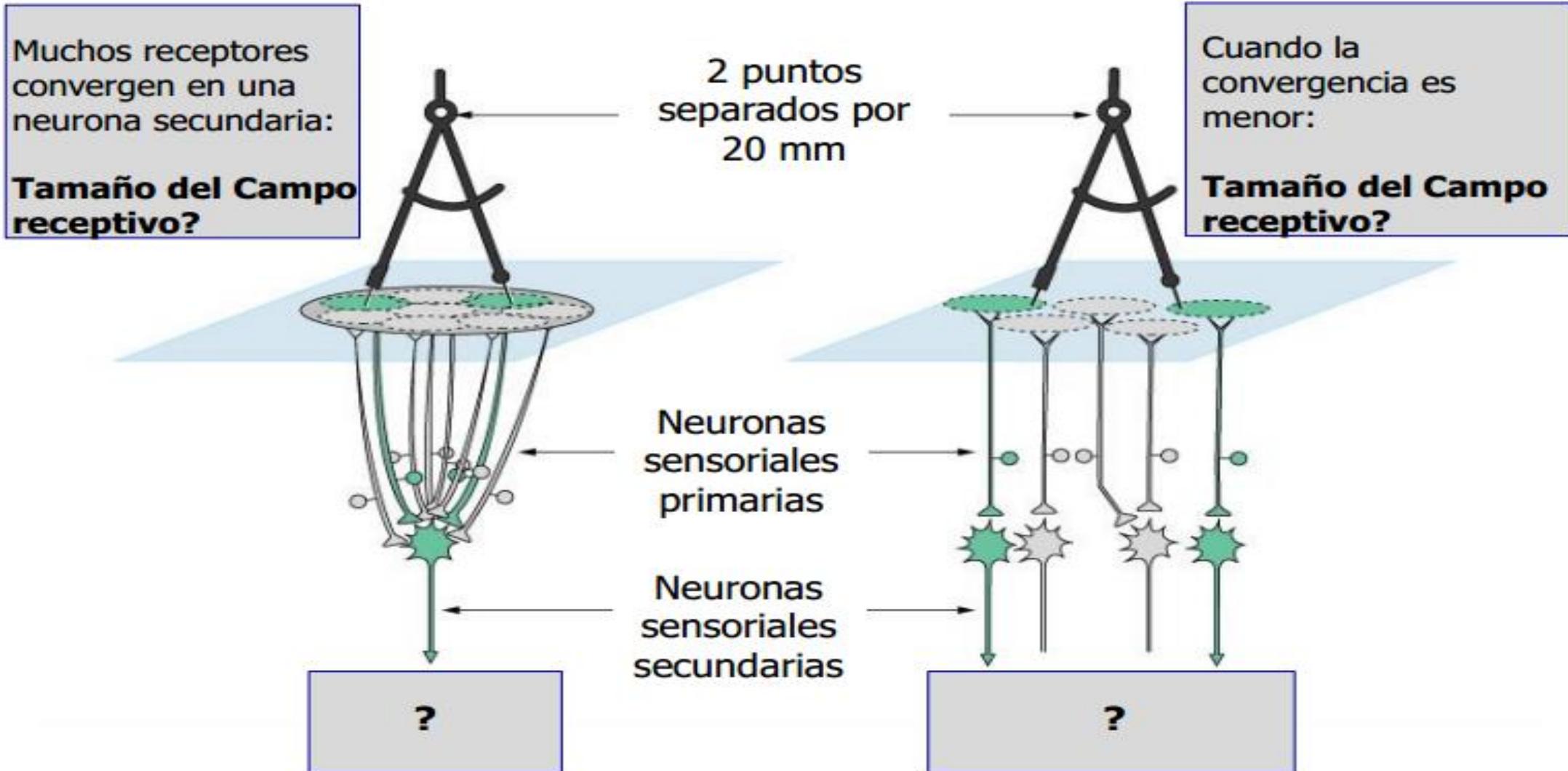
- Disposición espacial de receptores activados transmite información sobre la localización del estímulo en sensación **somática** y **visión**
- El reconocimiento espacial implica 3 cualidades perceptivas:
  1. La localización del sitio de estimulación sobre el cuerpo o en el espacio
  2. Discriminación del tamaño y forma de objetos
  3. Resolución del detalle fino en el ambiente (densidad de receptores)

# Localización del estímulo

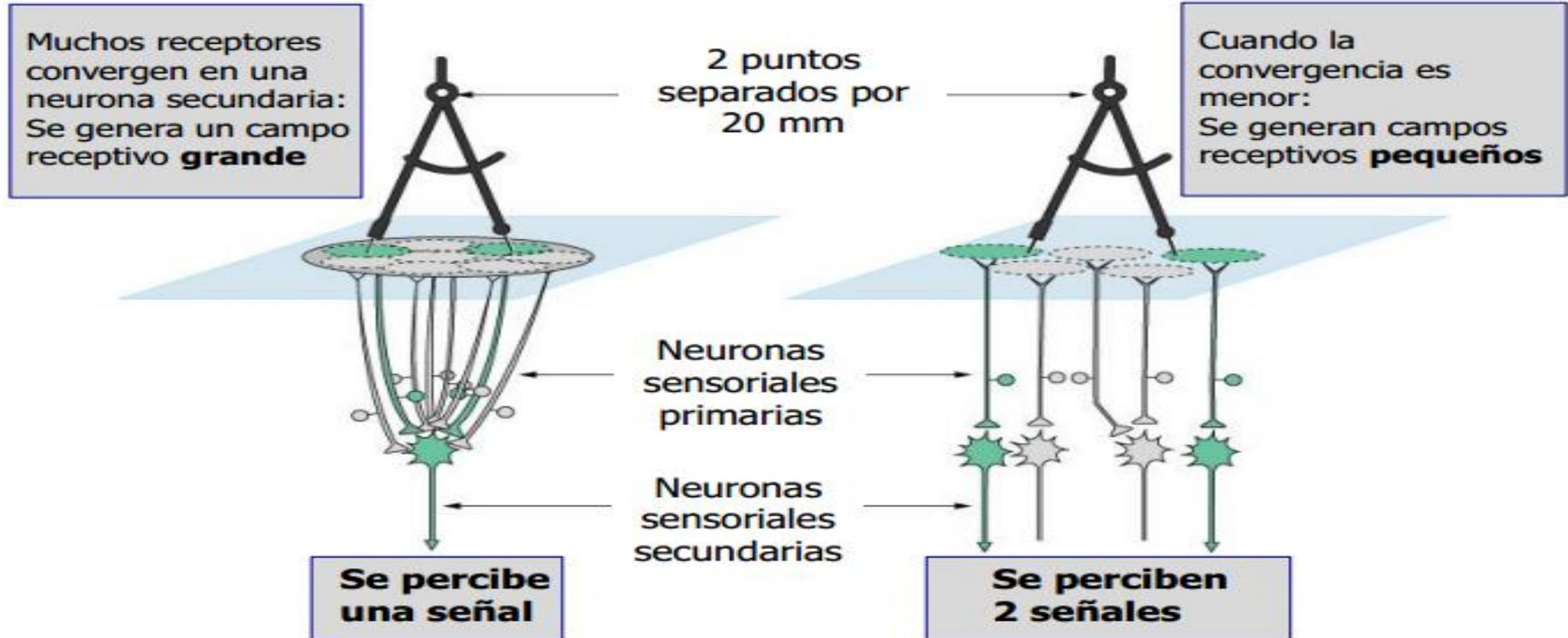
- **Campo receptivo:** área dentro de la capa receptiva donde la estimulación excita a la neurona sensitiva
- Cuanto menor sea mi campo receptivo, más detalles del estímulo voy a poder percibir



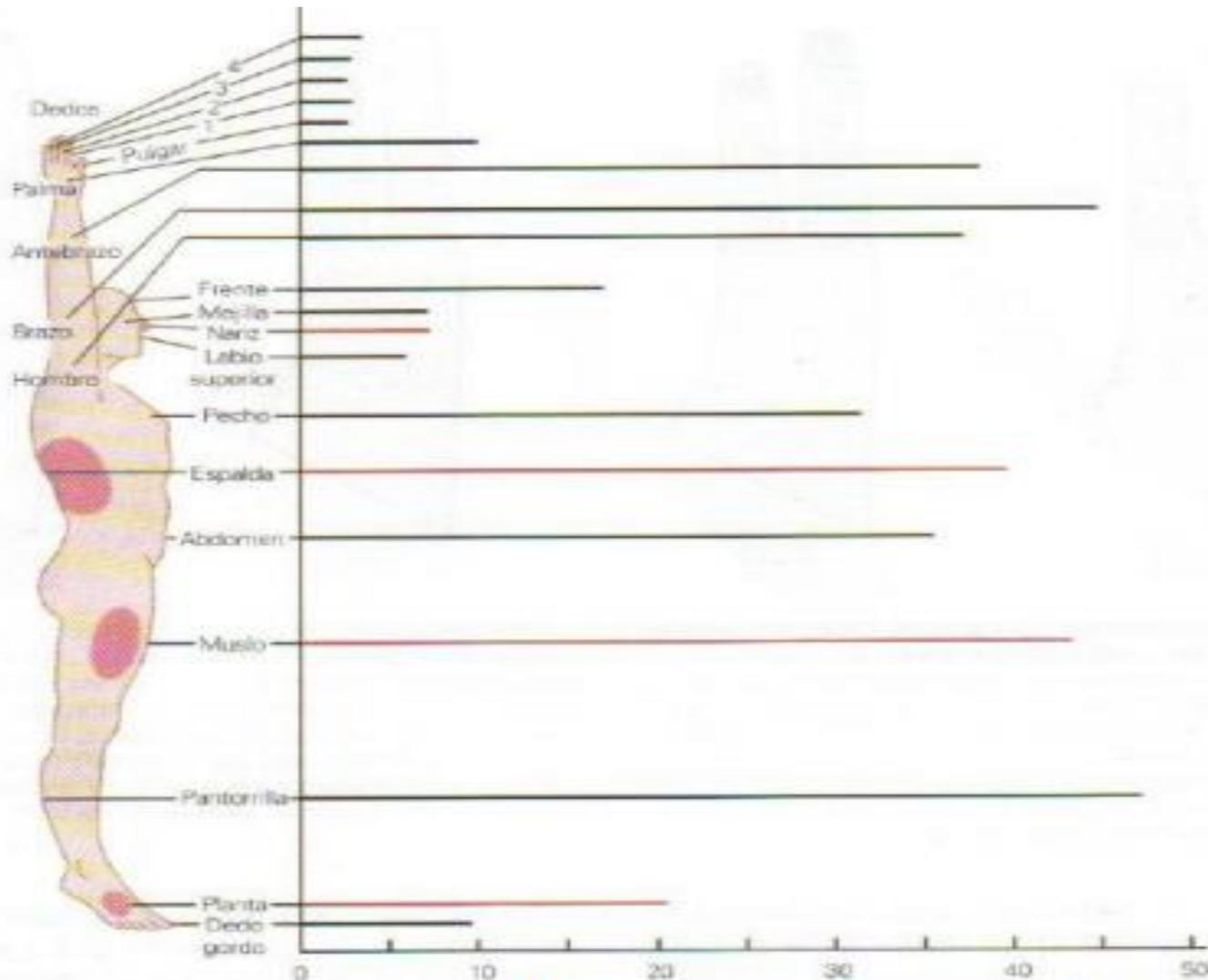
# Discriminación de dos puntos para evaluar la capacidad de discriminación espacial



# Discriminación de dos puntos para evaluar la capacidad de discriminación espacial



# Localización del estímulo



Umbral de discriminación (mm)

**Discriminación topográfica:** la agudeza sensorial es distinta en distintas partes del cuerpo

La discriminación táctil es proporcional al número de unidades sensitivas que inervan esa zona. Campos receptivos más pequeños en puntas de los dedos.

# INTENSIDAD

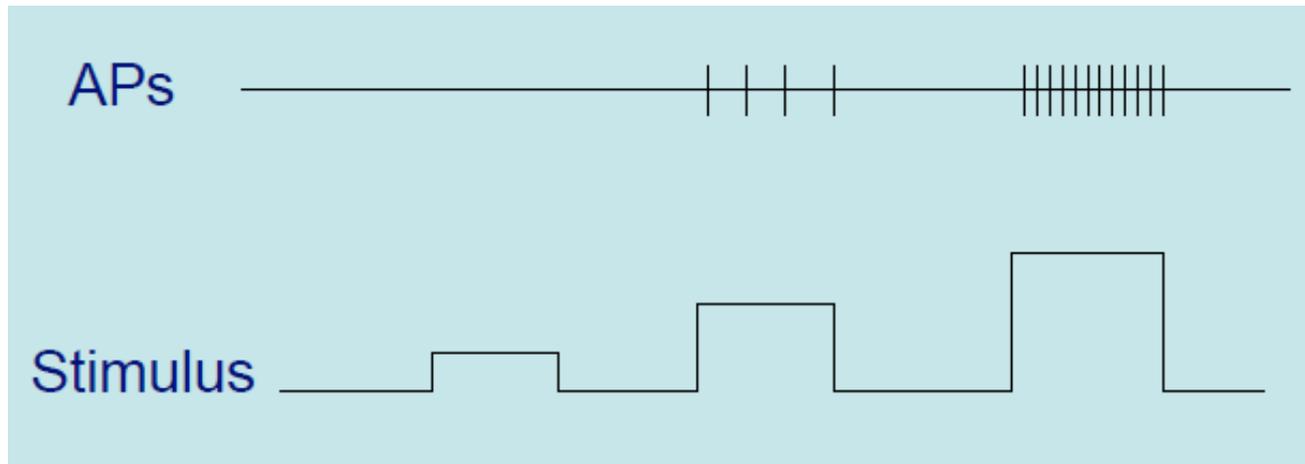
- **Umbral sensorial:** intensidad más baja de estímulo detectable
- Estímulos más intensos > nº de receptores > Mayor representación cortical

# Codificación de Intensidad

- ❖ Código de Frecuencia
- ❖ Código de Población

## Código de Frecuencia

- Cuanto mayor es el estímulo mayor será el potencial receptorial y por ende mayor será la descarga de Potenciales de Acción en las Neuronas aferentes primarias.

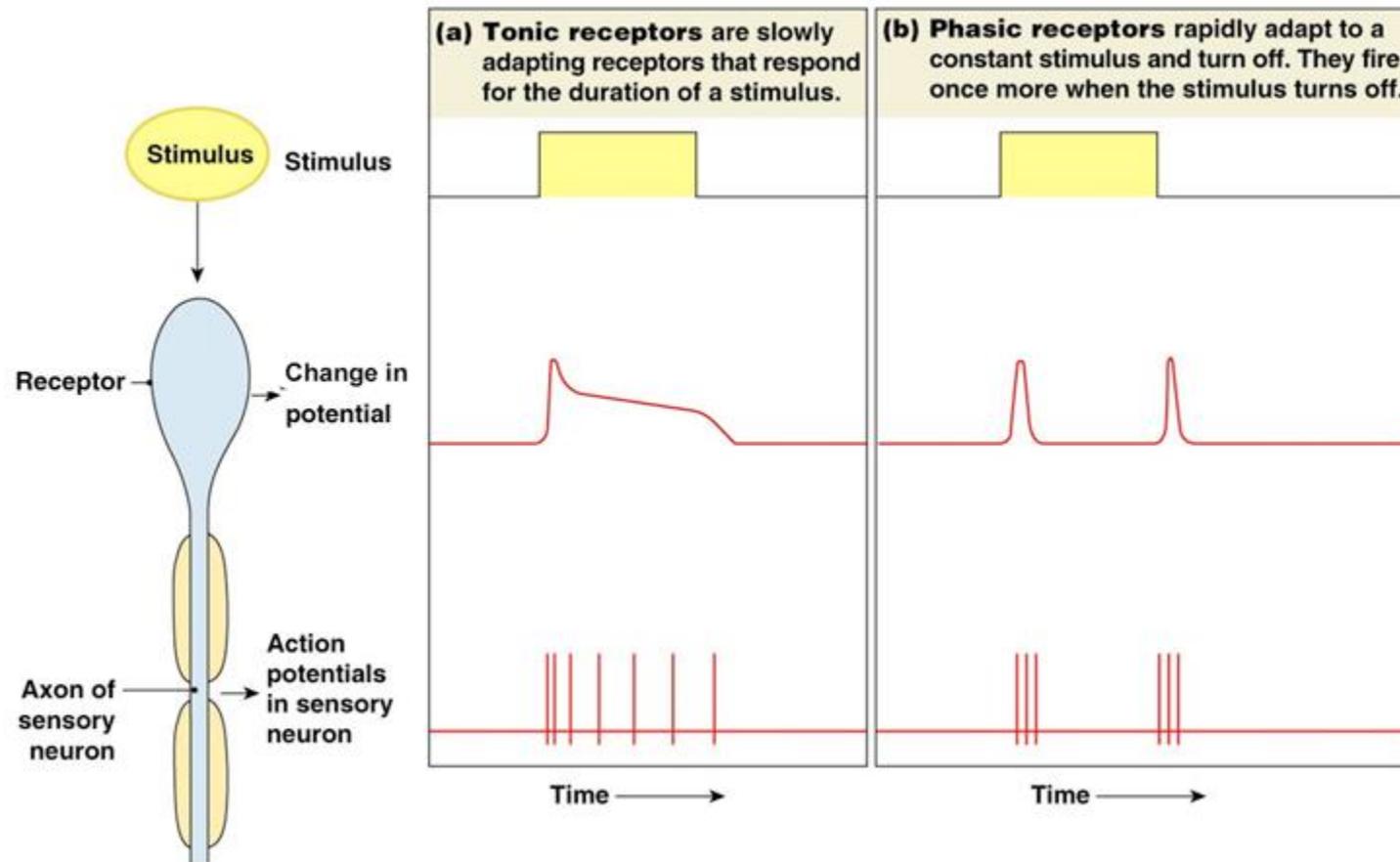


## Código de Población

- Cuanto mayor sea el estímulo más neuronas va a reclutar, es complementario al código de frecuencia.

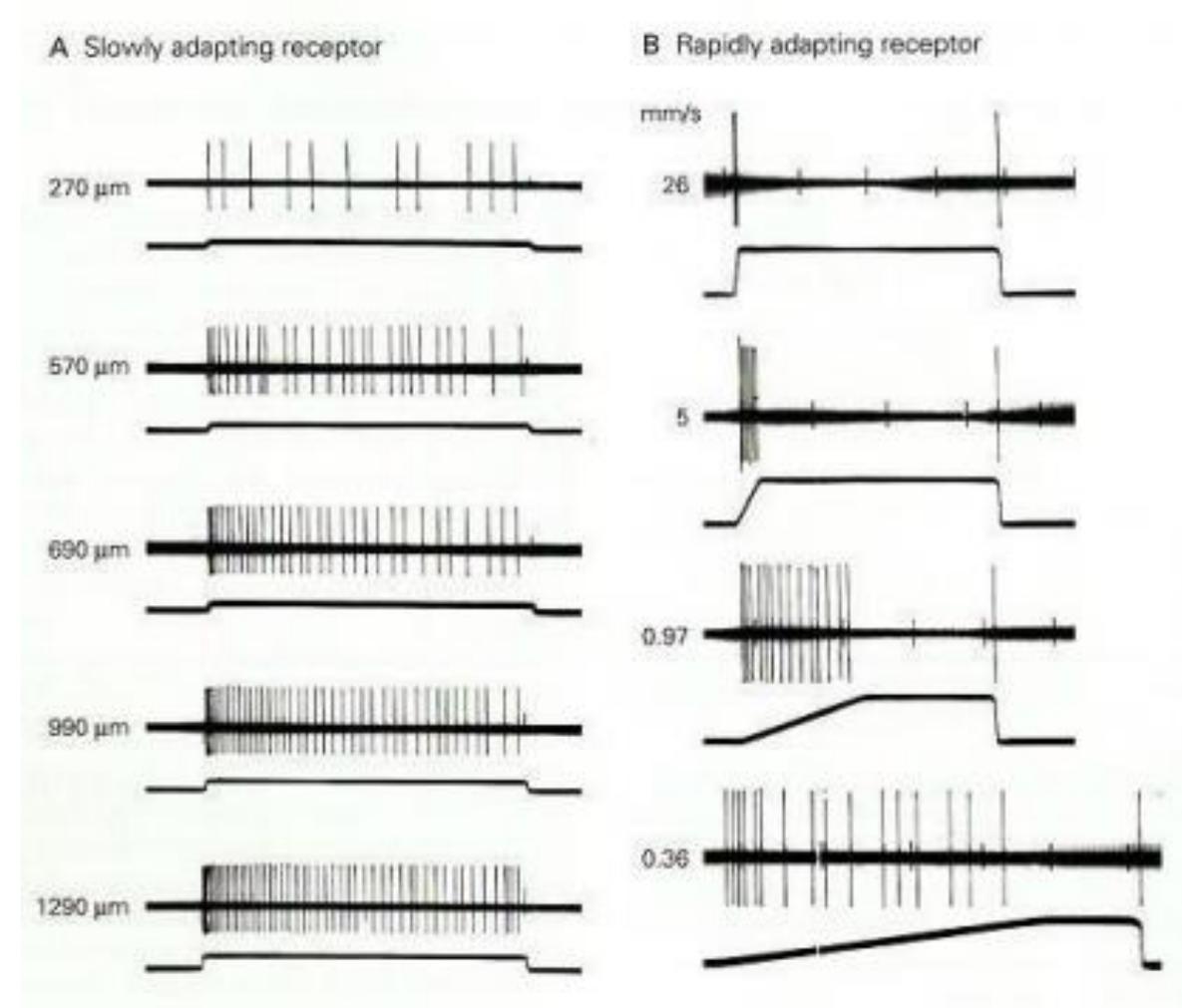
## Adaptación temporal al estímulo

- Es la capacidad del receptor de adaptarse al estímulo que recibe.
- Receptores de Adaptación Rápida (Fásicos)
- Receptores de Adaptación Lenta (Tónicos)



# TEMPORALIDAD

- Codificada por cambios en la frecuencia de descarga de la neurona sensitiva
- Adaptación rápida (tónica) o lenta (fásica)
- Rápida: solo se activan cuando aumenta o disminuye la intensidad del estímulo > señalan el ritmo o velocidad de la estimulación



# RECEPTOR: primer elemento de la vía sensitiva

SEGÚN LA PROCEDENCIA  
DEL ESTÍMULO

- Exteroceptores
- Propioceptores
- Interoceptores

SEGÚN EL TIPO DE  
ENERGÍA AL QUE SON  
SENSIBLES

- Mecanorreceptores
- Quimiorreceptores
- Termorreceptores
- Fotorreceptores

SEGÚN LA MODALIDAD  
SENSITIVA A LA QUE DAN  
LUGAR

- Somatosensitivos:
  - Táctiles
  - Propioceptivos
  - Térmicos
  - Nociceptivos

# SOMATOSENSORIAL

- Codificación y procesamiento de información sensorial originada a nivel somático (piel, músculos, articulaciones y vísceras)

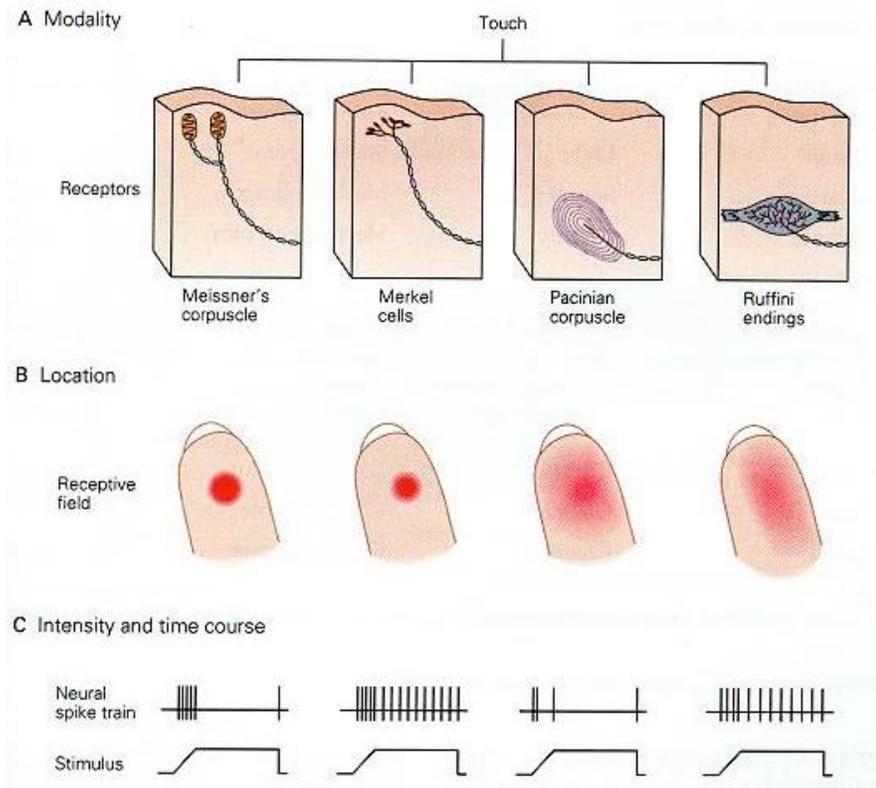
<b>Submodalidades:</b>	
<b>TACTO</b>	<b>tacto superficial</b>
	<b>tacto profundo (presión)</b>
<b>TEMPERATURA</b>	<b>calor</b>
	<b>Frío</b>
<b>PROPIOCEPCIÓN</b>	<b>estática (posición)</b>
	<b>dinámica (movimiento)</b>
<b>NOCICEPCIÓN</b>	<b>agudo, punzante</b>
	<b>lento, quemante</b>

# Exteroceptores

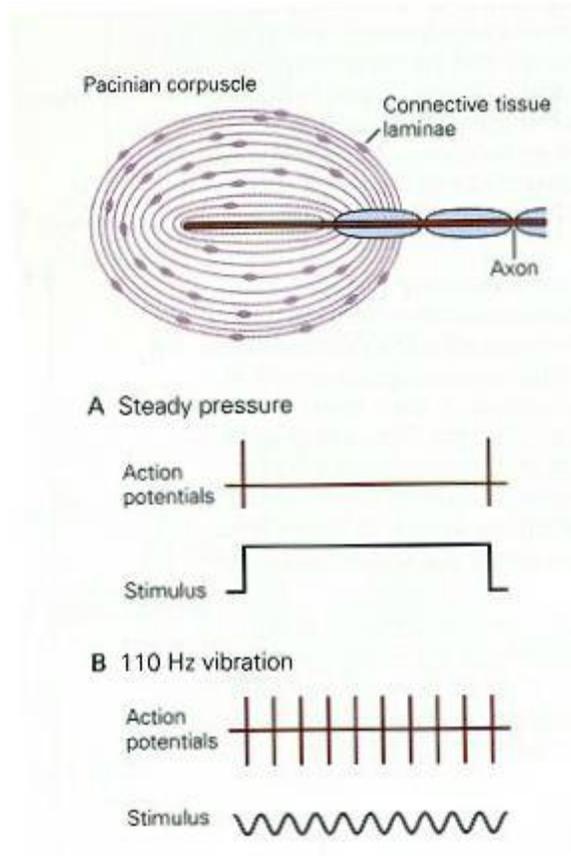
Cutaneomucosos comunes	Especiales
Terminaciones libres o desnudas (DOLOR)	Receptor auditivo : órgano de Corti
Corpúsculos de Meissner (T.SUPERFICIAL)	Receptor visual : retina
Discos de Merkel (T.SUPERFICIAL)	Receptor olfatorio (células de muller)
Terminaciones en los pelos (T.SUPERFICIAL)	Receptor gustatorio
Corpúsculos de Pacini (T.Profundo)	
Corpúsculos de Krause (FRÍO)	
Corpúsculos de Ruffini (CALOR)	

# Tacto - Mecanorreceptores

Receptor	Localización	Adaptación
Corpúsculo de Meissner	Superficial	Rápida
Célula de Merkel	Superficial	Lenta
Corpúsculo de Pacini	Profundo	Rápida
Corpúsculo de Ruffini	Profundo	Lenta

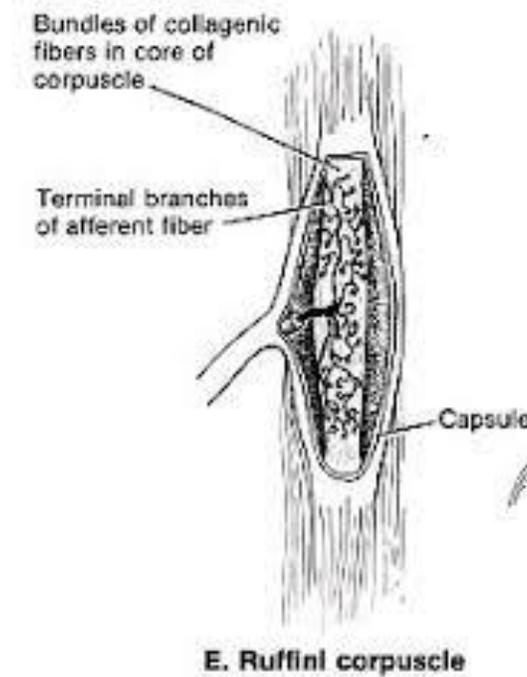


## Corpúsculo de Pacini



- Importante para percibir la vibración.

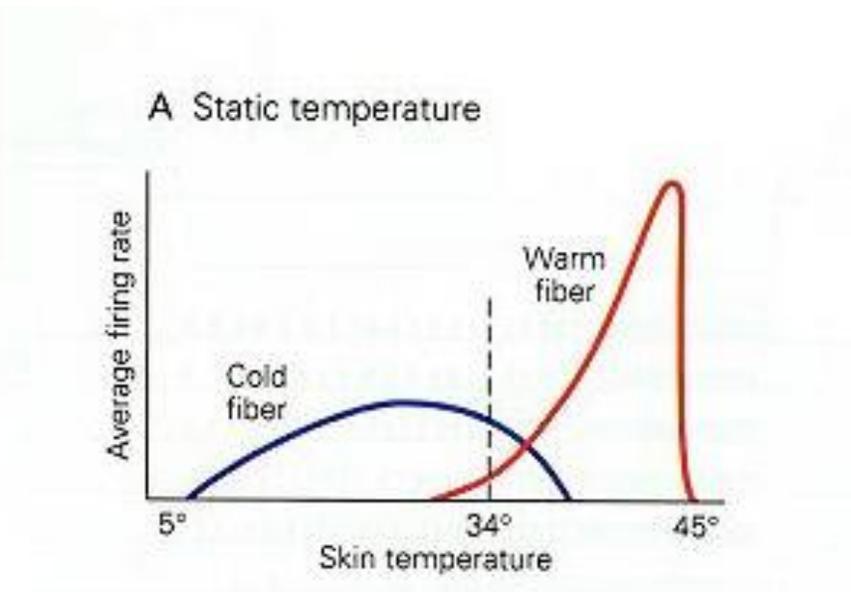
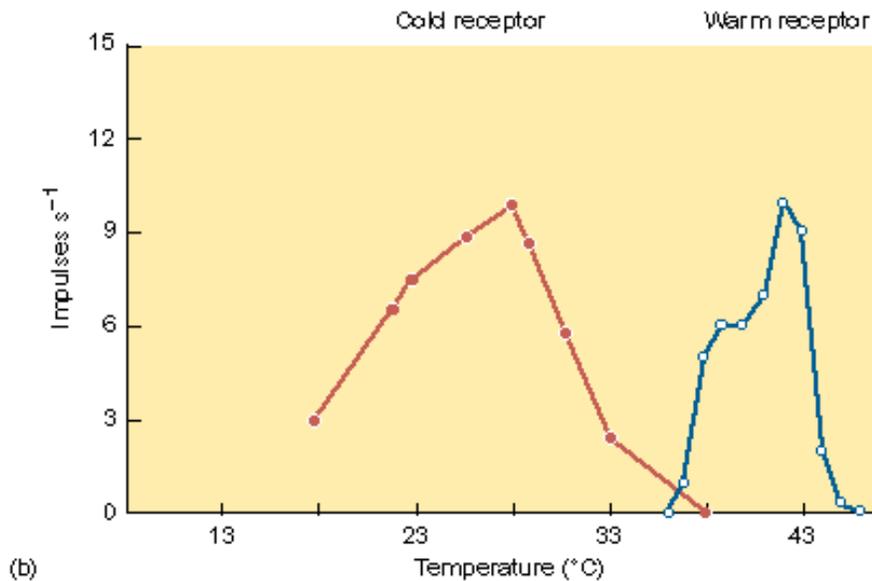
## Corpúsculo de Ruffini



- Ligamentos tendones y piel.
- Es importante para la detección de movimiento del estímulo (se estira el corpúsculo).

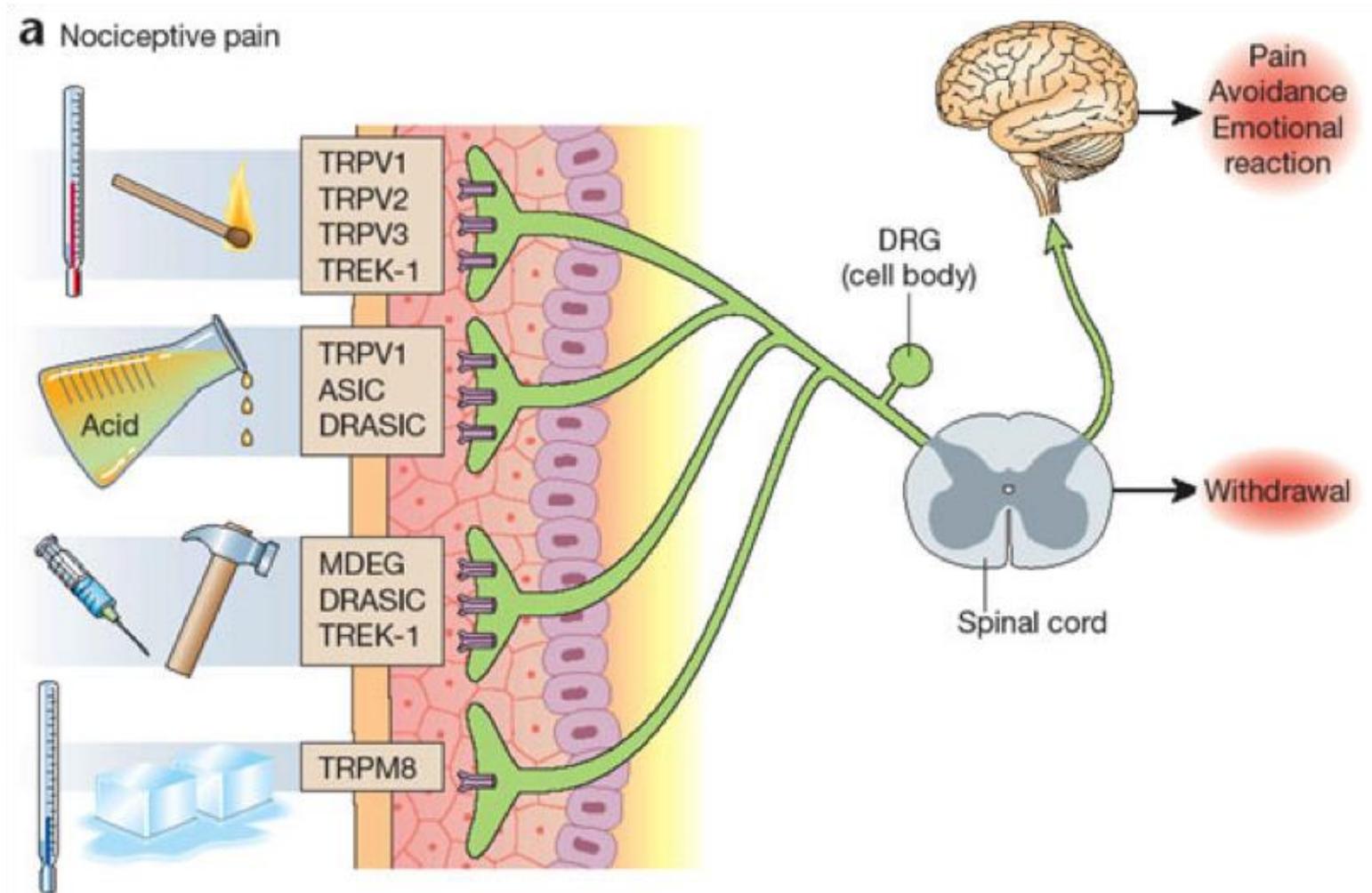
# Termorrecepción - Termorreceptores

- Hay termorreceptores sensibles al frío y otros al calor.
- El rango de temperatura al cual responden los termorreceptores va de 5 a 45 °C, para temperaturas fuera de este rango responden los nociceptores.



## Nocicepción - Nociceptores

- Son sensibles al daño tisular.
- Pueden ser de tipo mecánico, químico, térmicos y polimodales.

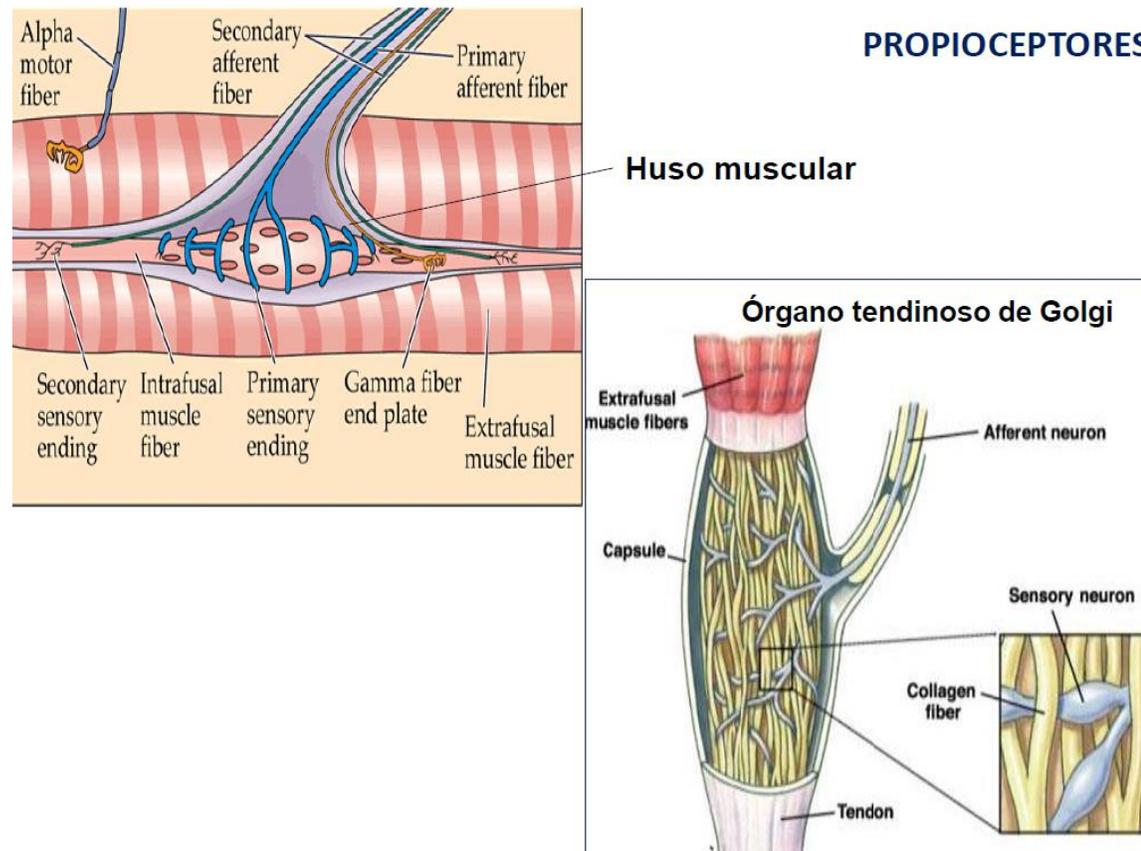


# *Propioceptores*

- Huso neuromuscular (estiramiento muscular)
- Órgano tendinoso de Golgi (estiramiento ligamentoso, reflejo patelar o rotuliano)
- Corpúsculos de Pacini de las cápsulas articulares (Presión articular)
- Órgano vestibular o laberinto del oído interno.

# Propiocepción - Mecanorreceptores

- Es la capacidad de detectar la posición, movimiento y localización de las diferentes partes del cuerpo.
- Los mecanorreceptores se encuentran en las articulaciones, ligamentos y en los músculos.

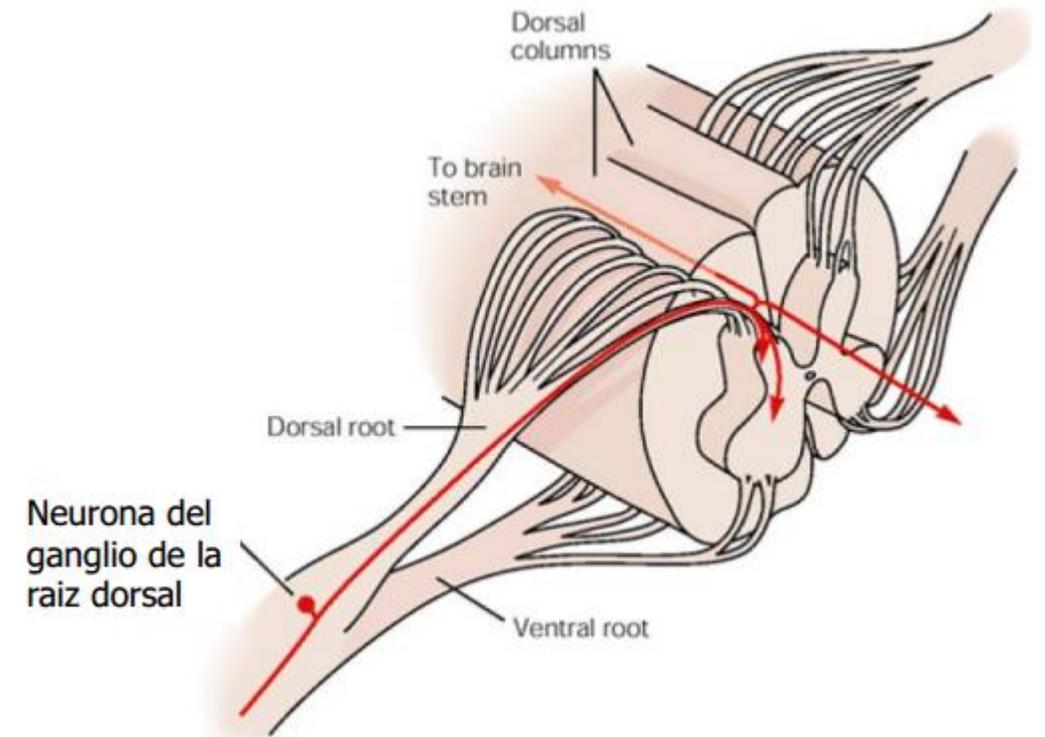
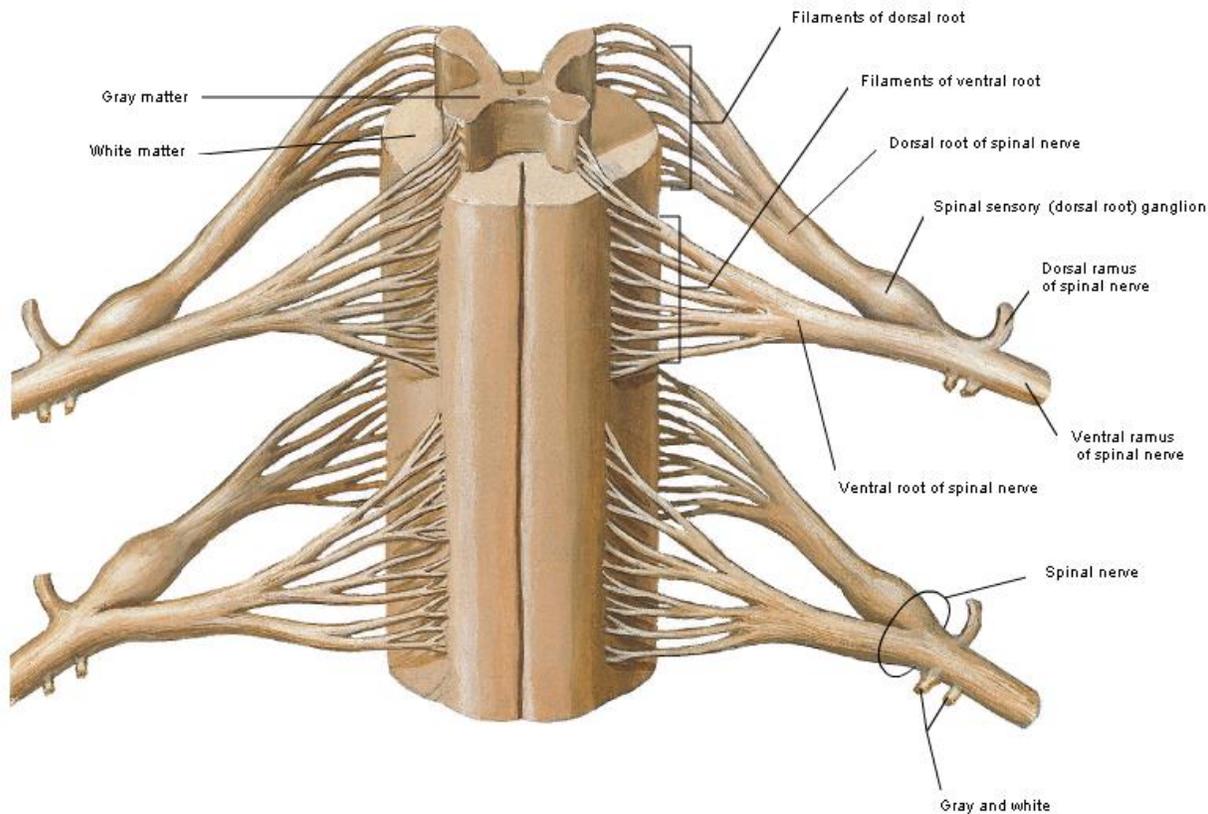


# Interoceptores

- Terminaciones sensitivas de la mucosa bronquial
- Terminaciones sensitivas en la pared de los vasos sanguíneos
- Quimiorreceptores del arco aórtico y del senocarotídeo
- Presorreceptores aórticos

# Primer contacto sináptico de la vía sensitiva

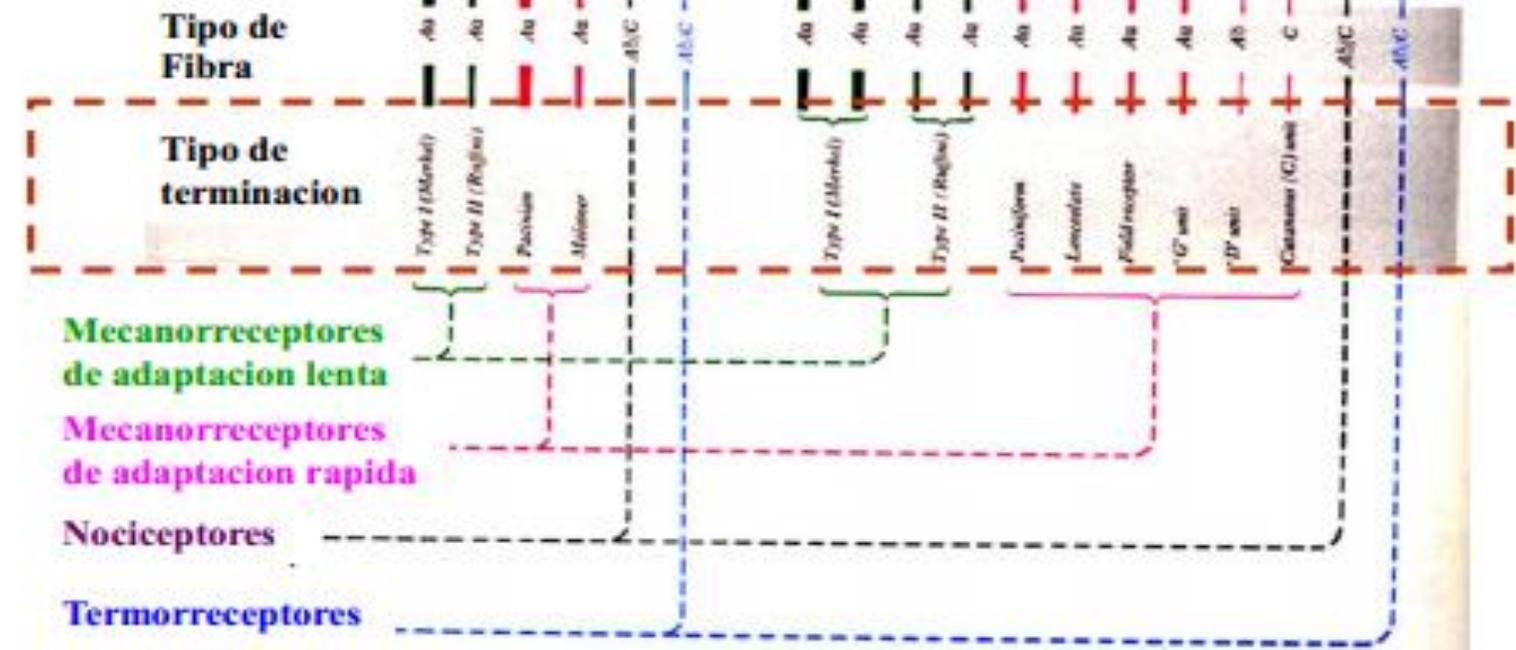
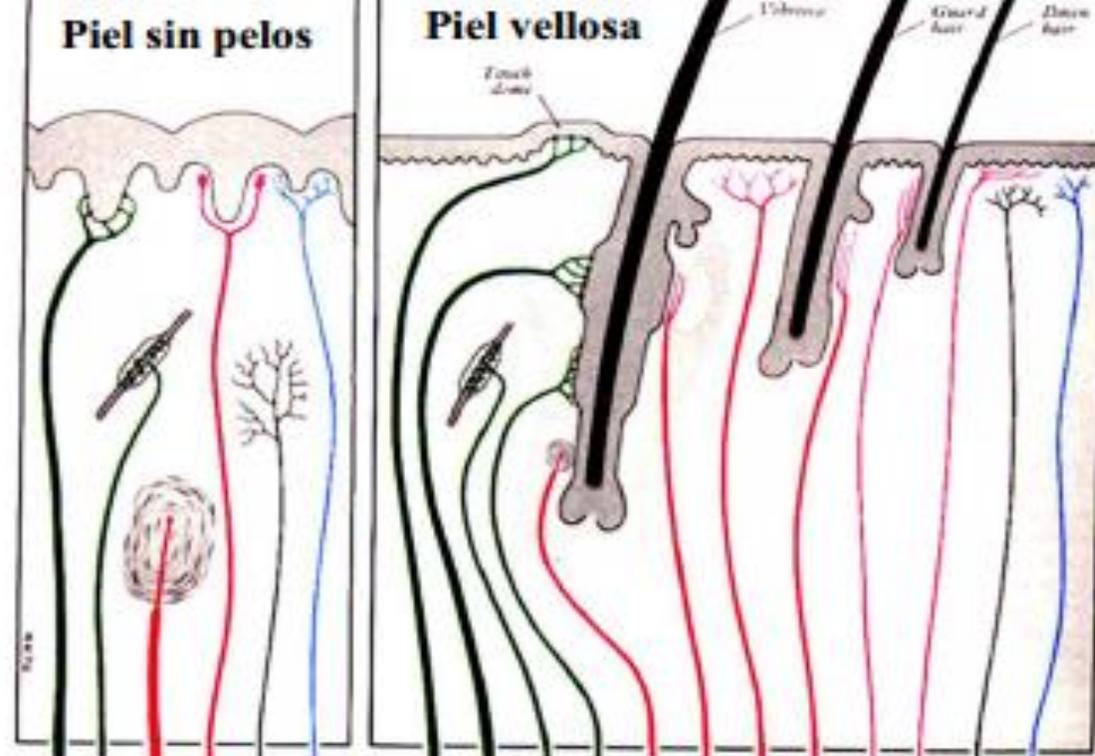
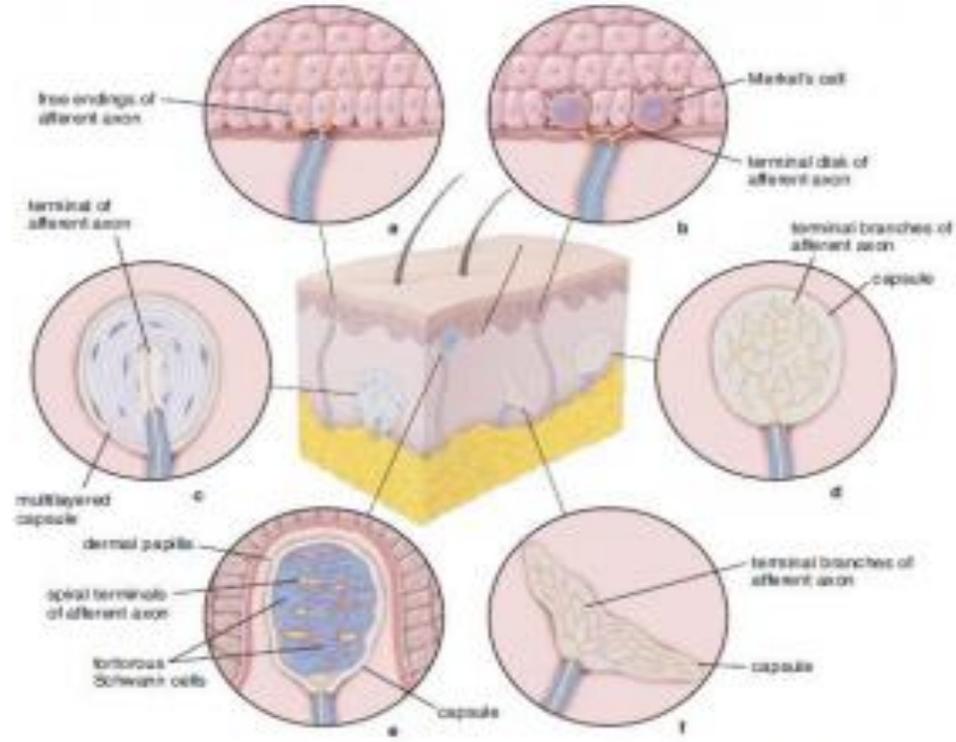
- Neuronas somatosensoriales primarias, somas en **ganglios de las raíces dorsales de la ME** y ganglios de los nervios craneales
- 1ras neuronas en el ganglio sensitivo

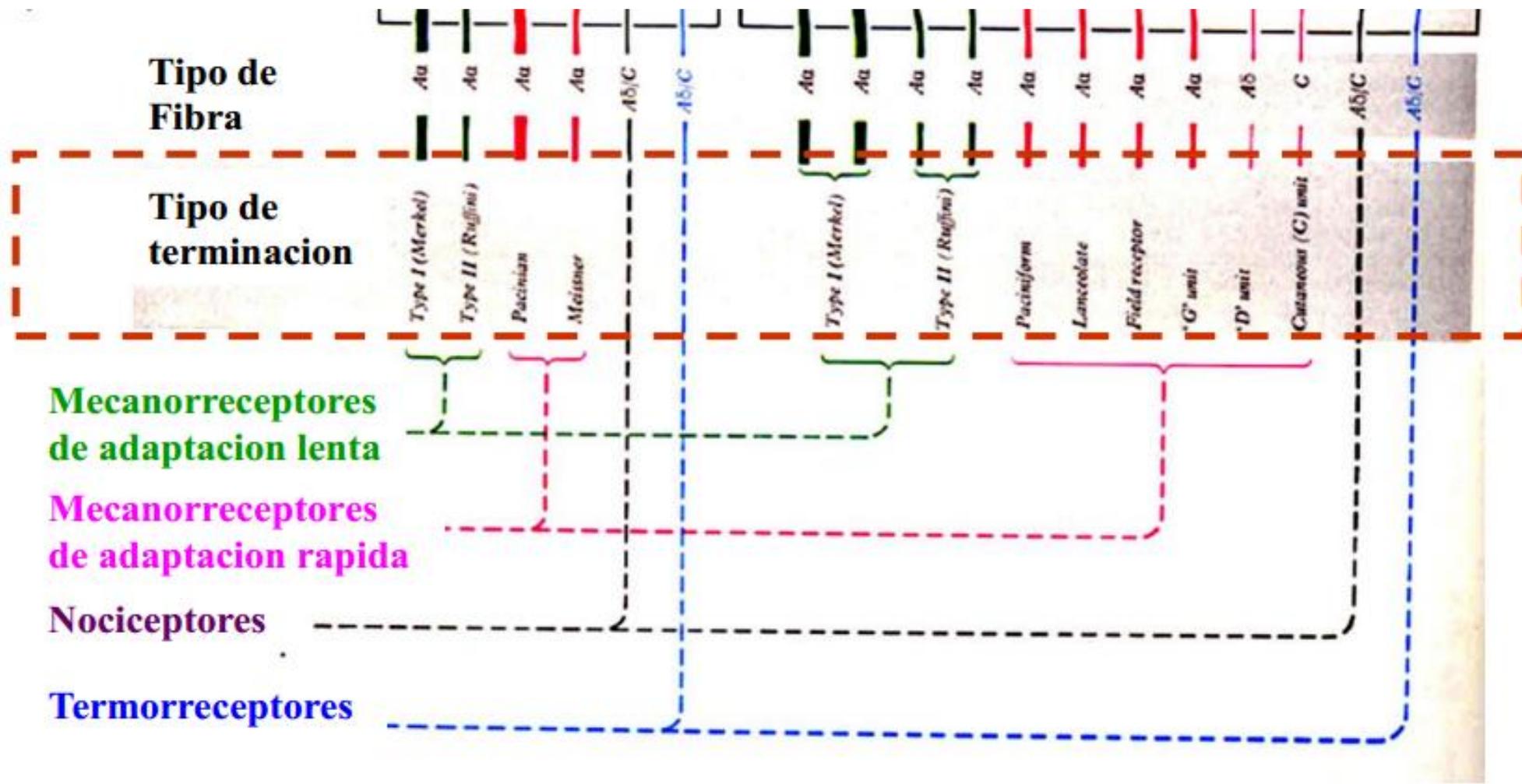


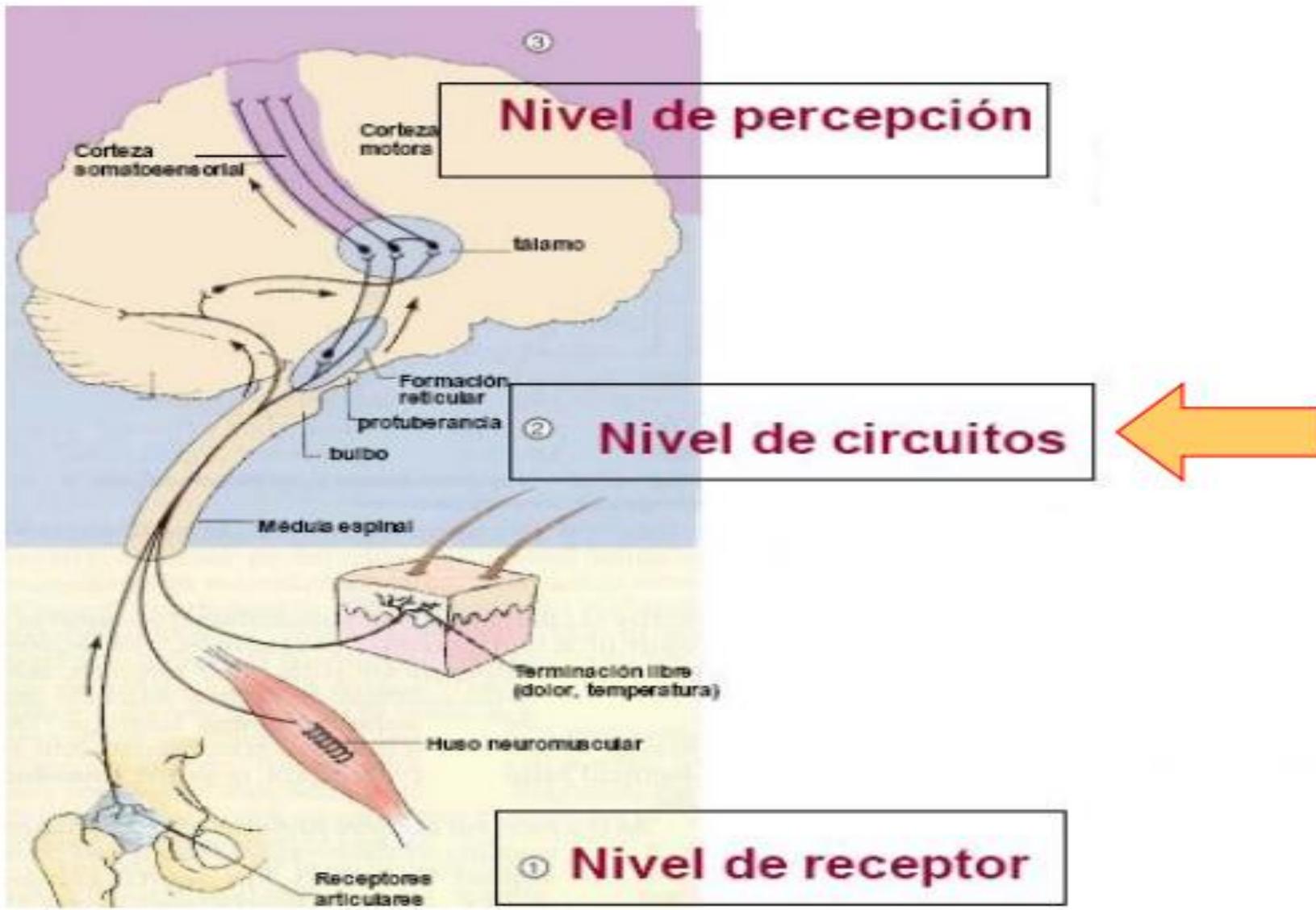
# CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS AFERENTES PRIMARIAS

- Contactan el receptor periférico con la segunda neurona a nivel medular

	A $\alpha$ Group I	A $\beta$ II	A $\delta$ III	C IV
Axons from skin				
Axons from muscles				
Diameter ( $\mu\text{m}$ )	13-20	6-12	1-5	0.2-1.5
<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>80-120</b>	<b>35-75</b>	<b>5-30</b>	<b>0.5-2</b>
Sensory receptors	Proprioceptors of skeletal muscle	Mechanoreceptors of skin	Pain, temperature	Temperature, pain, itch

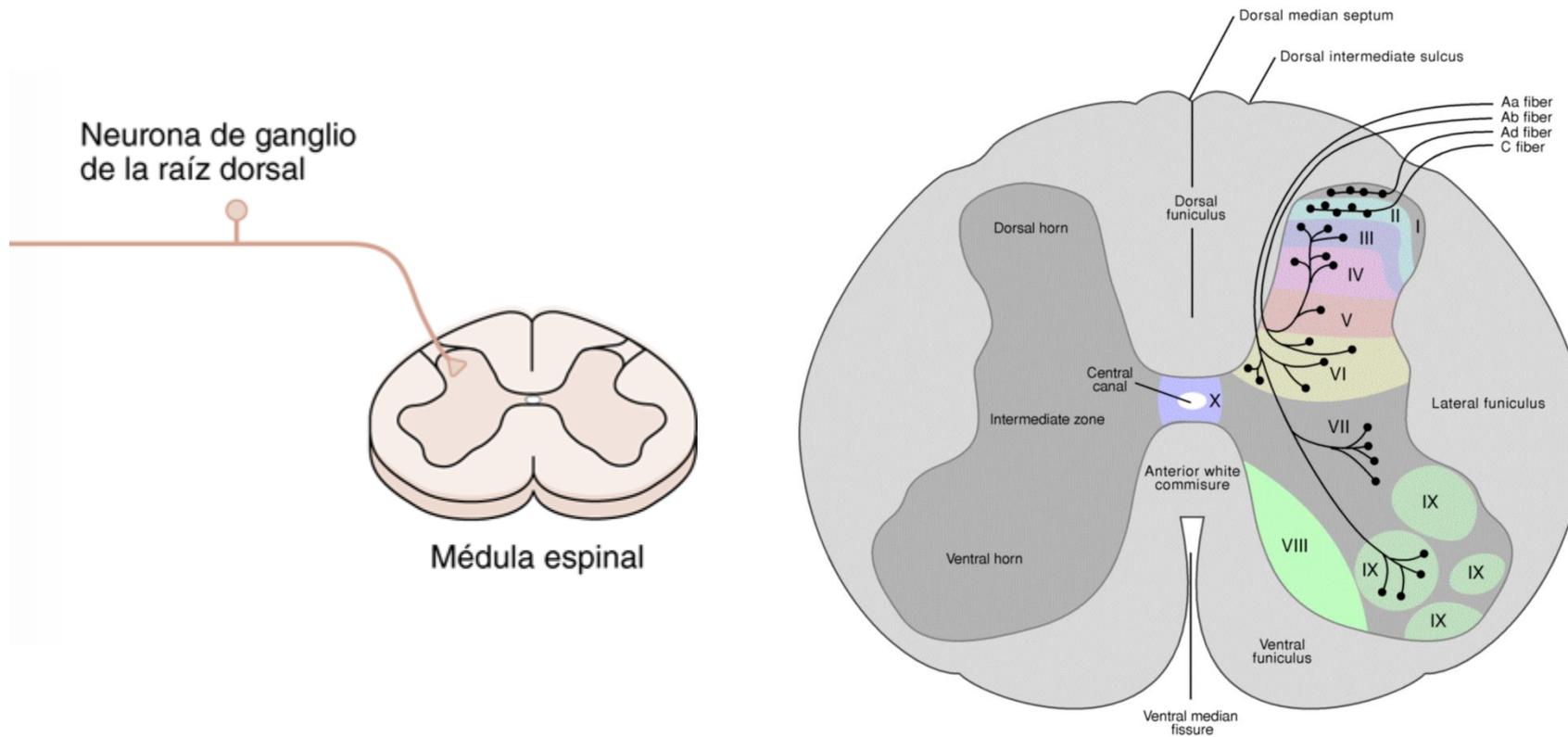






## Vías de la Somestesia

- La primer neurona se encuentra en el ganglio dorsal de la médula espinal o en el ganglio de Gasser.
- Los axones de las fibras llegan a diferentes láminas del asta Posterior de la médula (Láminas de Rexed)



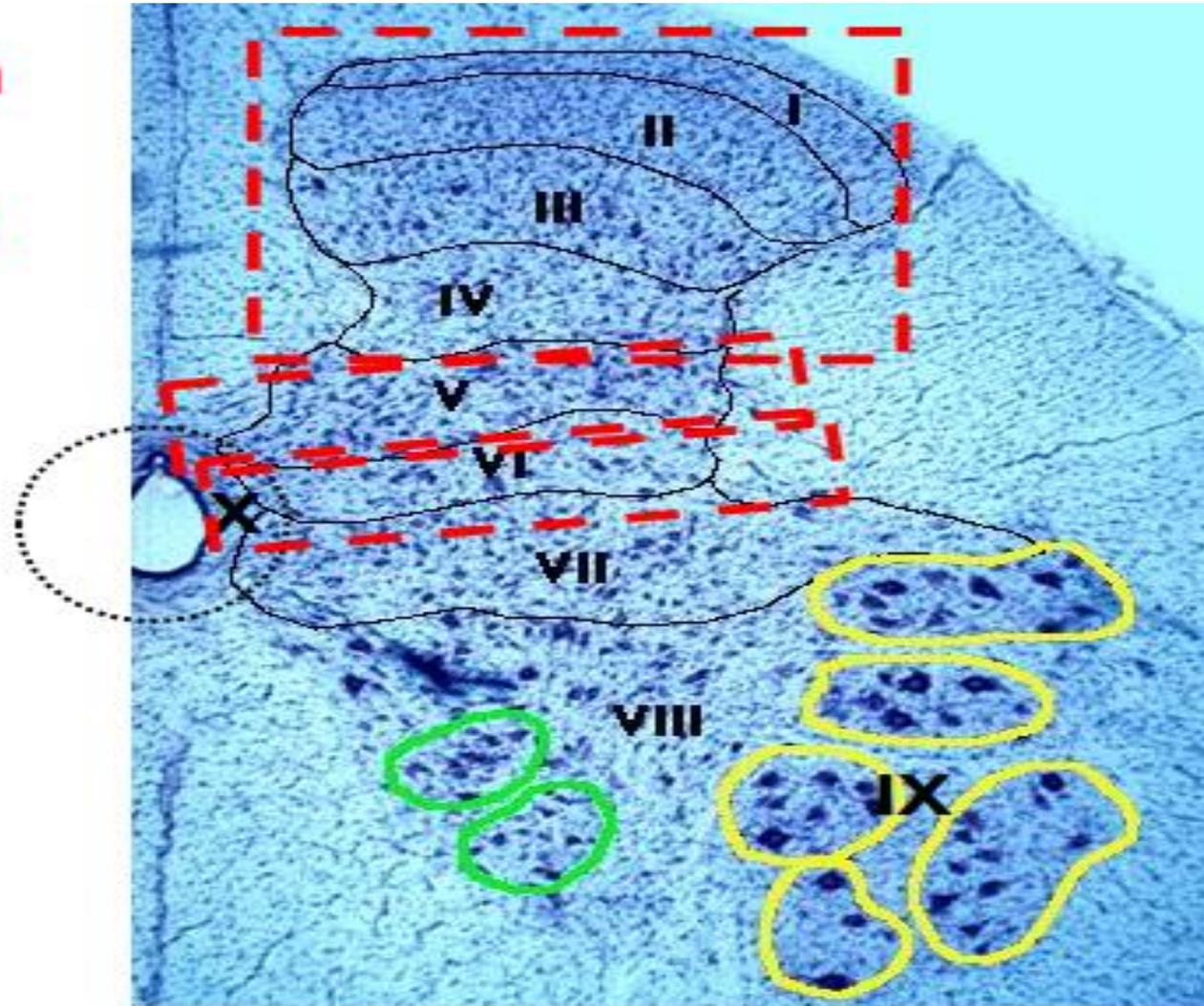
# 2das Neuronas y representación en haces, cordones o fascículos

## Organización de la Sustancia Gris Láminas de Rexed

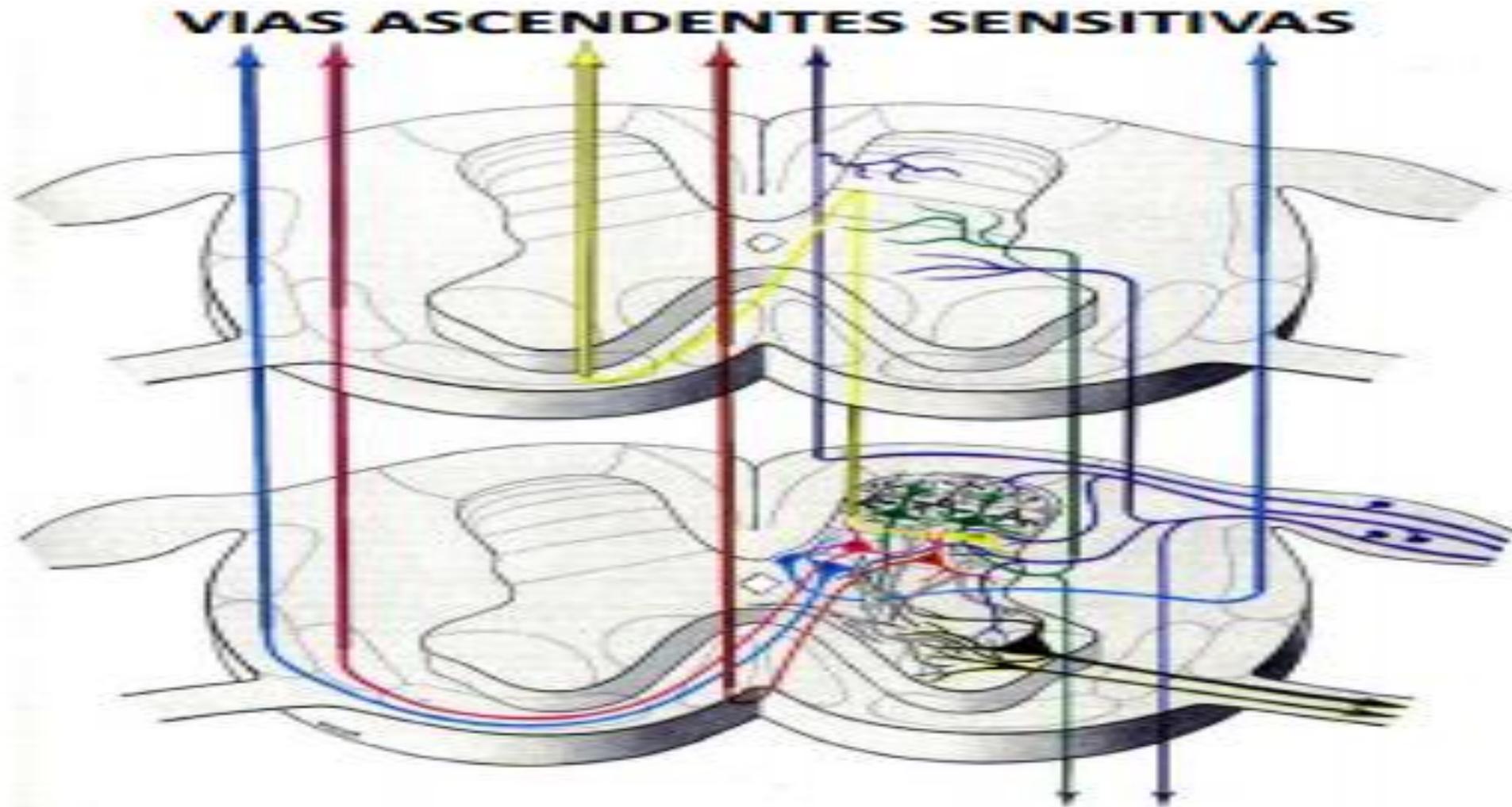
I-IV regiones de recepción cutánea

V aferencias de vísceras, piel y músculos

VI aferencias profundas

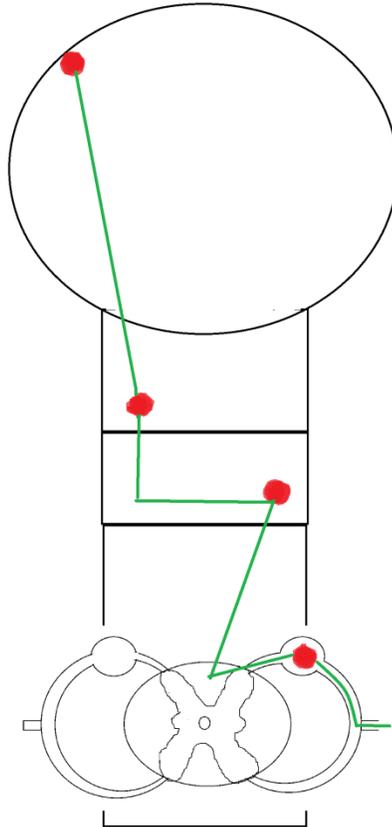


# Conexiones entre segmentos medulares y con otros órganos



# Vías Ascendentes Sensitivas

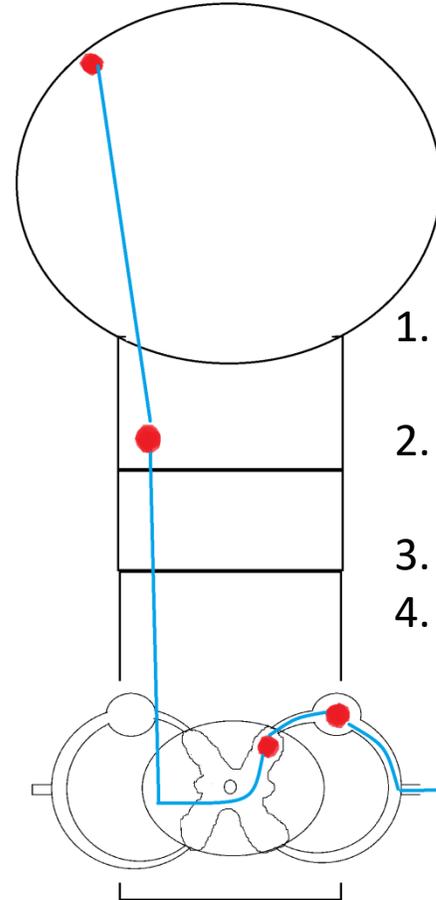
Columna Dorsal Lemnisco Medial



1. N: Ganglio dorsal de la médula
2. N: Núcleos Goll y Burdach
3. N: Tálamo
4. N: Corteza

- Tacto fino, vibración y propiocepción.

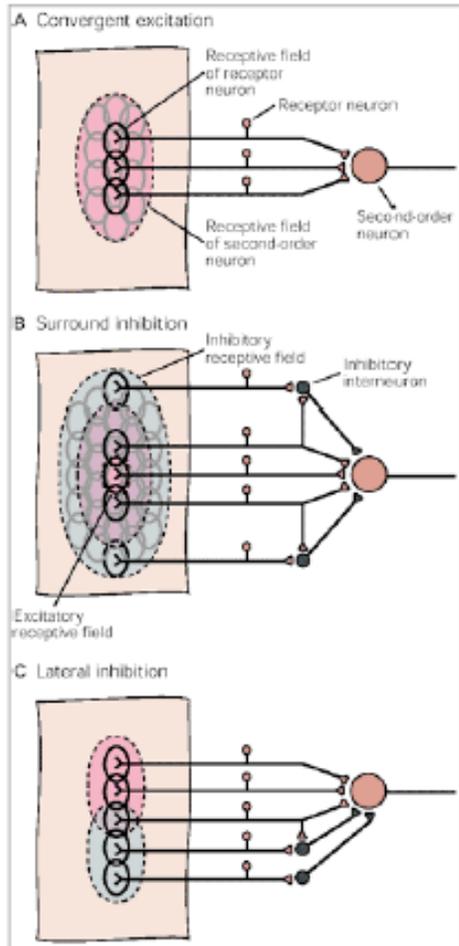
Sistema Anterolateral



1. N: Ganglio dorsal de la médula
2. N: Asta posterior medular
3. N: Tálamo
4. N: Corteza

- Dolor temperatura y tacto protopático.

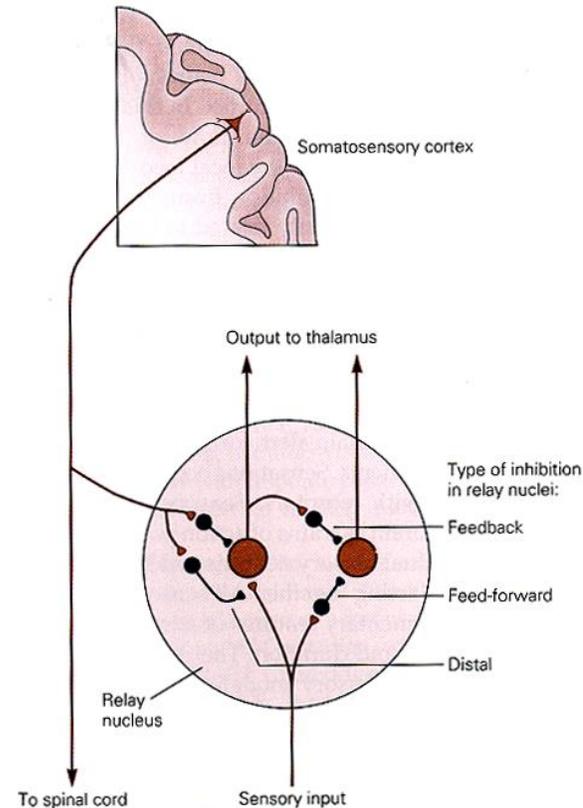
# Procesamientos en Núcleos de Relevo



Inhibición Periférica

Inhibición Lateral

- La estimulación de una neurona sensitiva puede causar la inhibición de neuronas sensitivas que con campos receptivos adyacentes a la primera.
- Me permite delimitar la procedencia del estímulo.

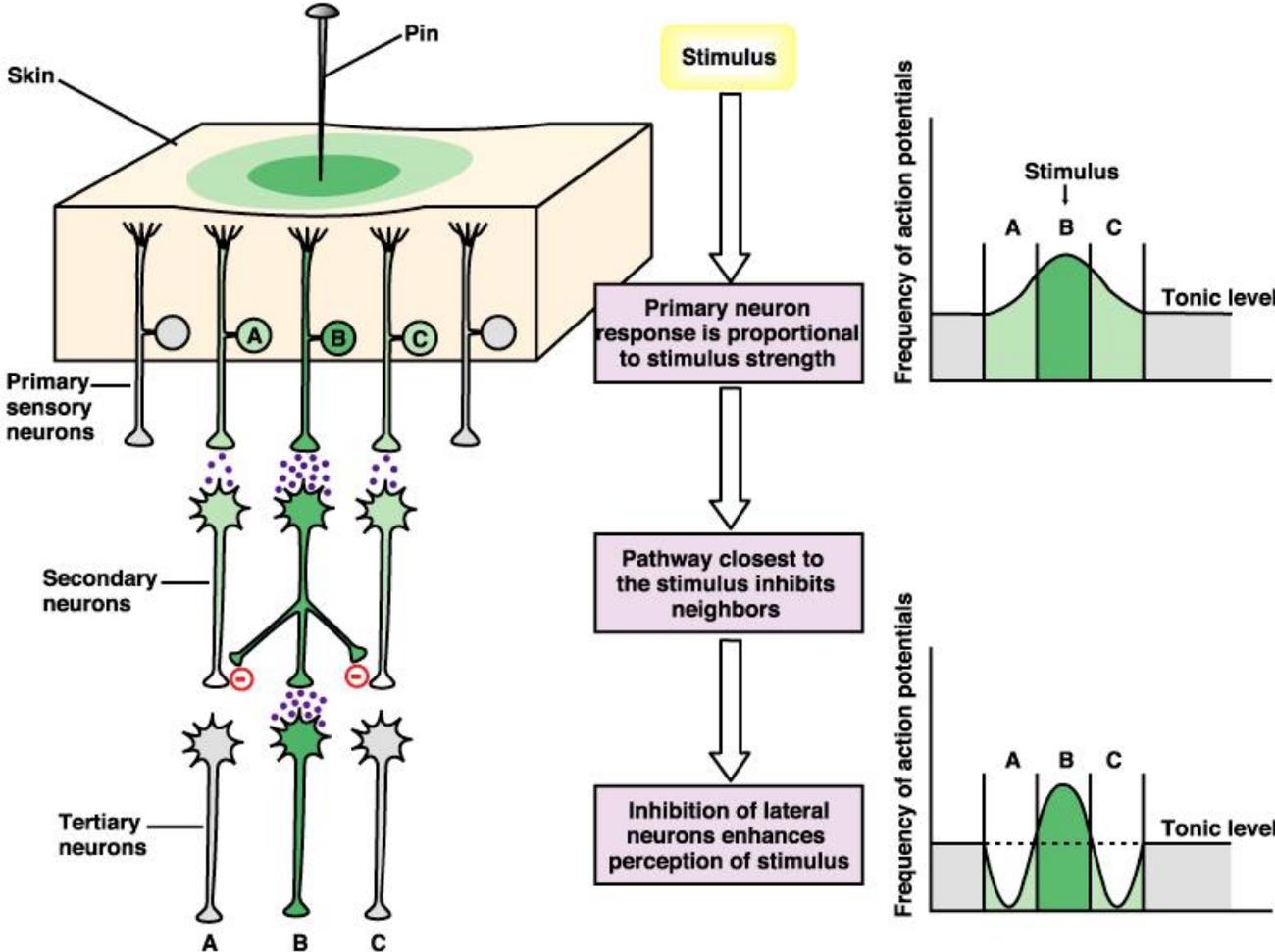


• Inhibición Feedforward

• Inhibición Feedbackard

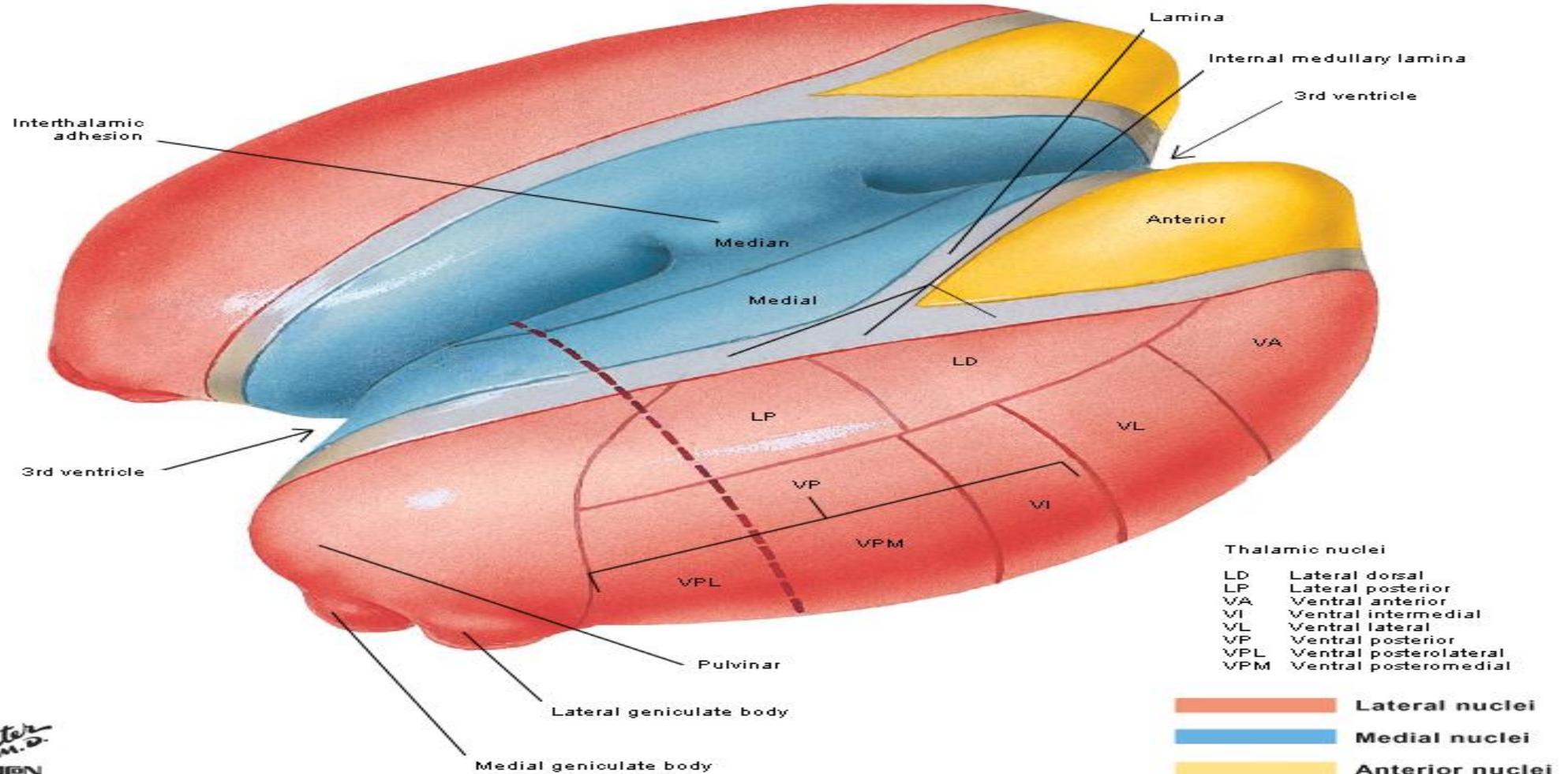
• Control Eferente

# Contraste resultante de la Inhibición lateral y periférica

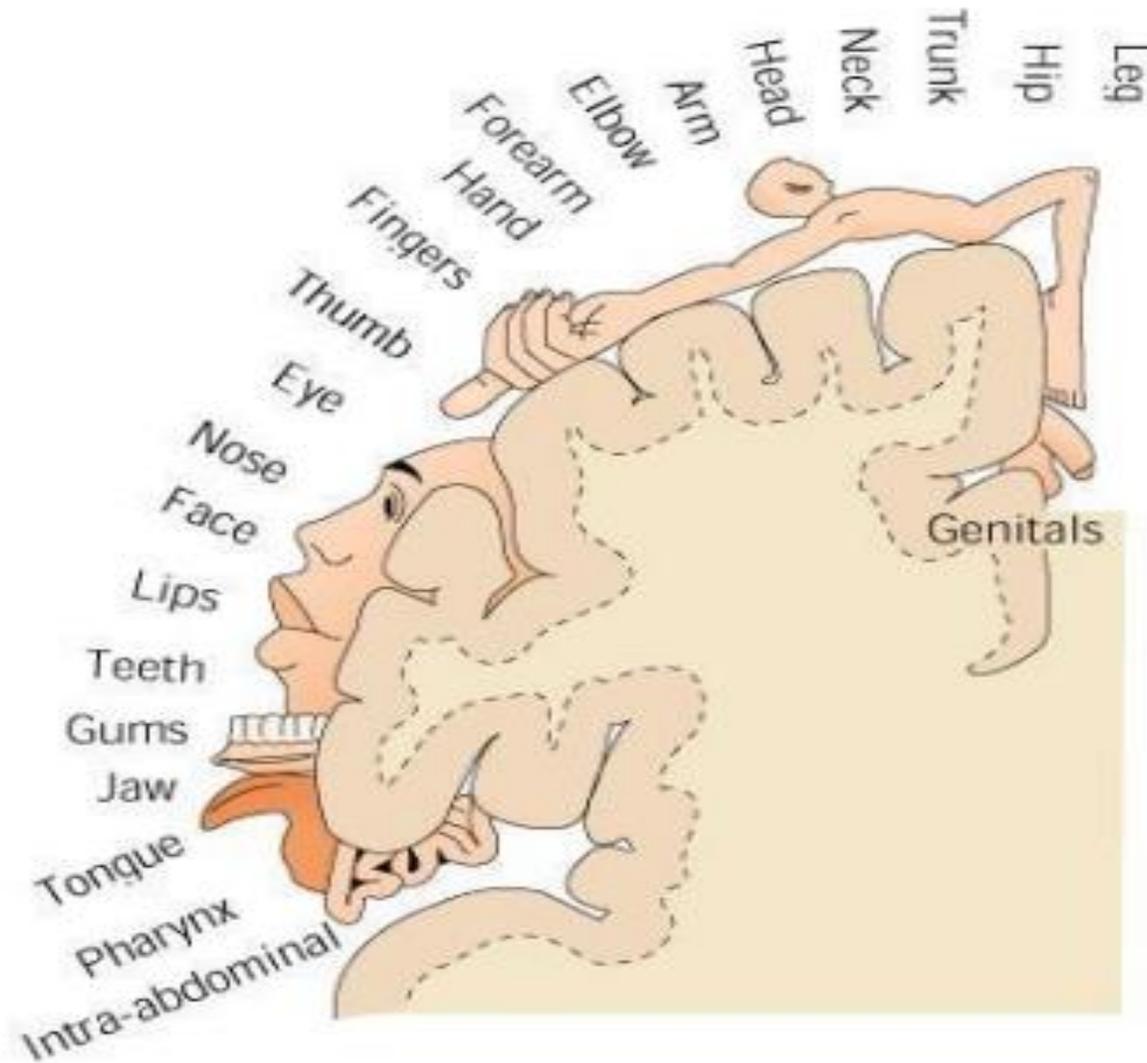


# 3ra Neurona: Talamo

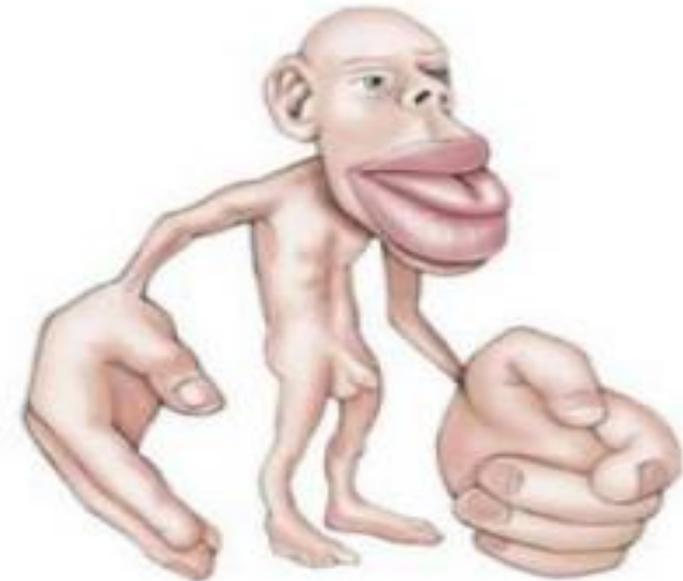
**Thalamus**  
Schematic Representation of Thalamus



# CUARTA NEURONA: Corteza somatosensorial



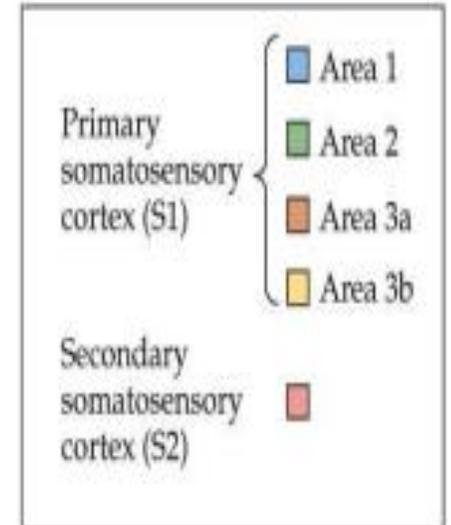
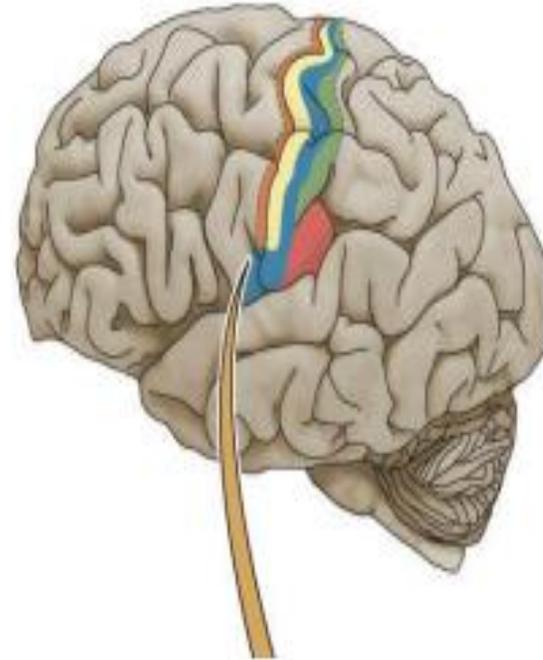
El área ocupada en la representación somatotópica se corresponde con el número de receptores en cada zona



# Cortezas Somatosensoriales

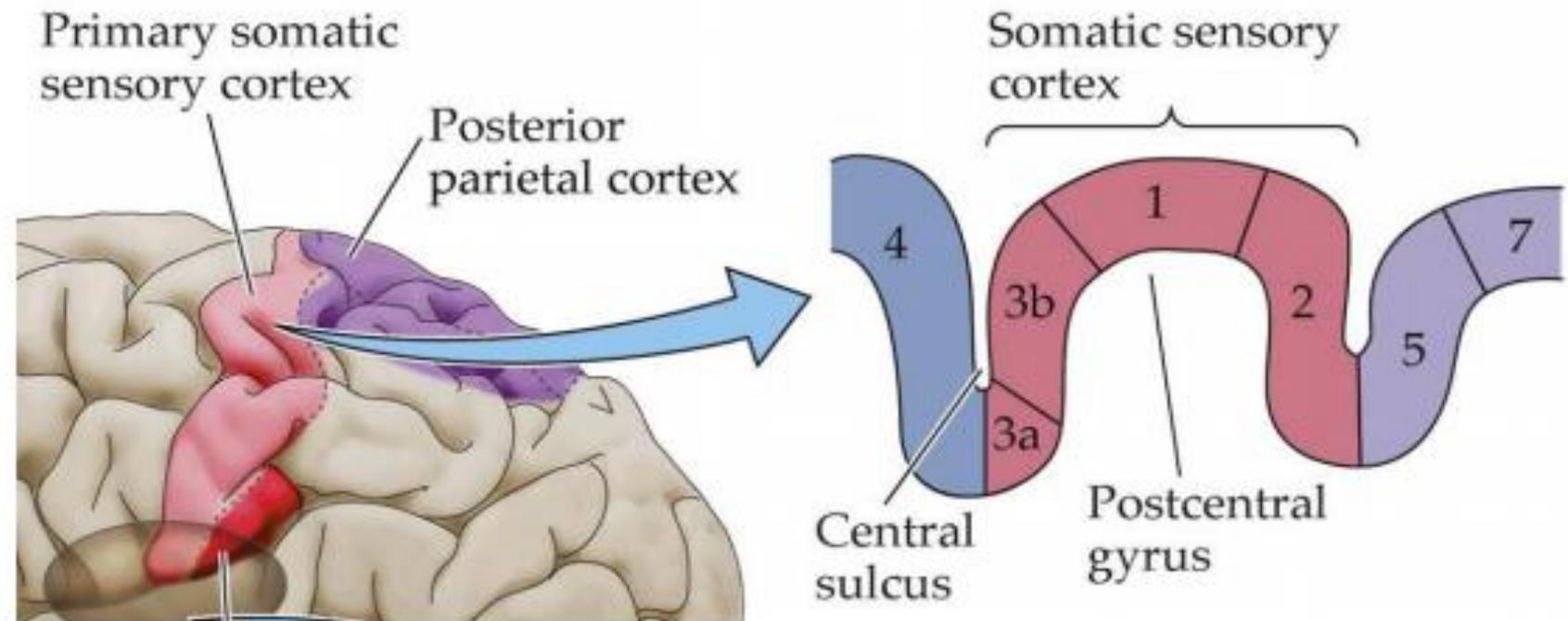
- **Primaria (SI)**
  - Somatotópica
  - Principal entrada tálamo
- **Secundaria (SII) (Área Unimodal)**
  - Principal entrada de SI
  - Somatotópica

(A)



# Corteza somatosensorial primaria

- 4 regiones diferencias funcionales, pero muy conectadas entre sí:
  - 3b y 1: información de receptores de la piel
  - 3a y 2: información propioceptiva de receptores en músculos y articulaciones



# Corteza somatosensorial secundaria y parietal posterior

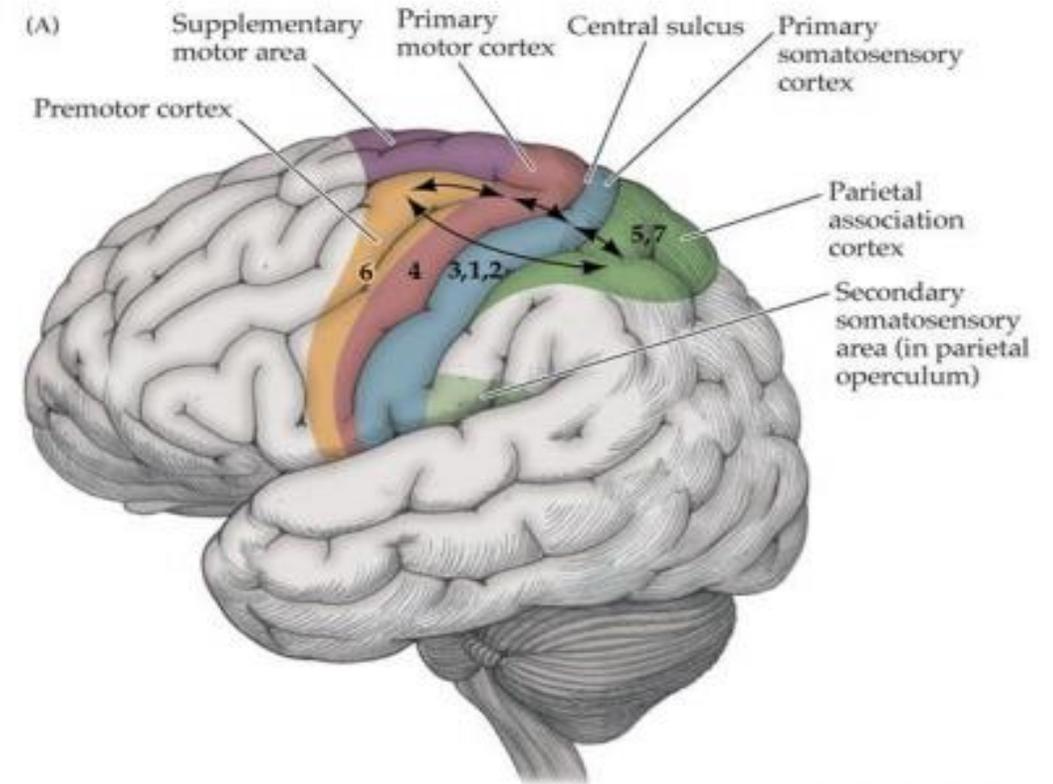
- **SII > ínsula > lob. temporal: memoria táctil**

- **Parietal posterior:**

**Área 5: integra información táctil de mecanorreceptores de la piel con propioceptivos de músculos adyacentes.**

**Tb información de las dos manos**

**Área 7: recibe e integra inf. visual, táctil y propiocep**

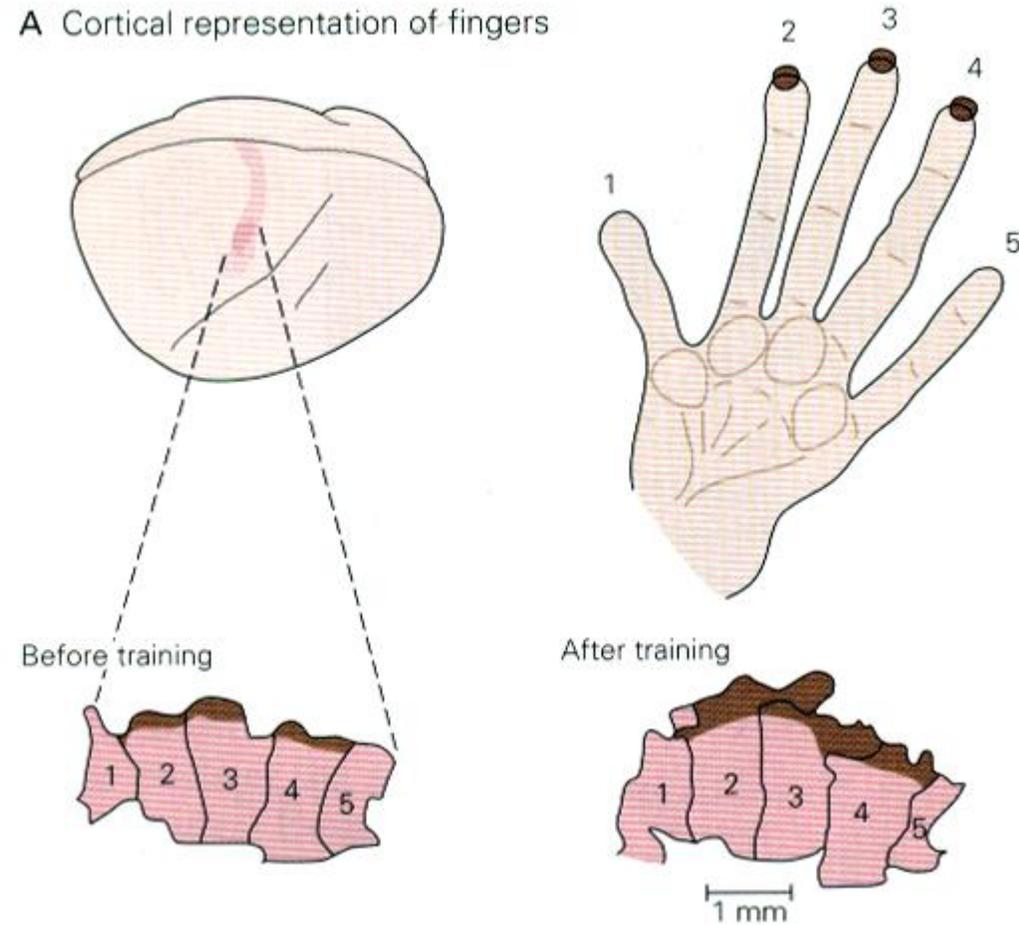


- **Proyecta a áreas motoras frontales importantes para la guía del movimiento**

## Plasticidad: Variaciones en los campos receptivos

- Los campos receptivos pueden variar debido a nuevas experiencias o a una lesión.

A Cortical representation of fingers





**DOLOR**

# Dolor

- Experiencia sensorial y emocional desagradable asociada a daño tisular real o potencial.
  - Componente sensorial
  - Componente afectivo
  - Componente autonómico
  - Componente comportamental (alerta).

## Dolor Agudo:

- Rápido, agudo punzante (fibras A delta)
- Lento, quemante (fibras C)

## Dolor Crónico:

- Nociceptivo
- Neuropático

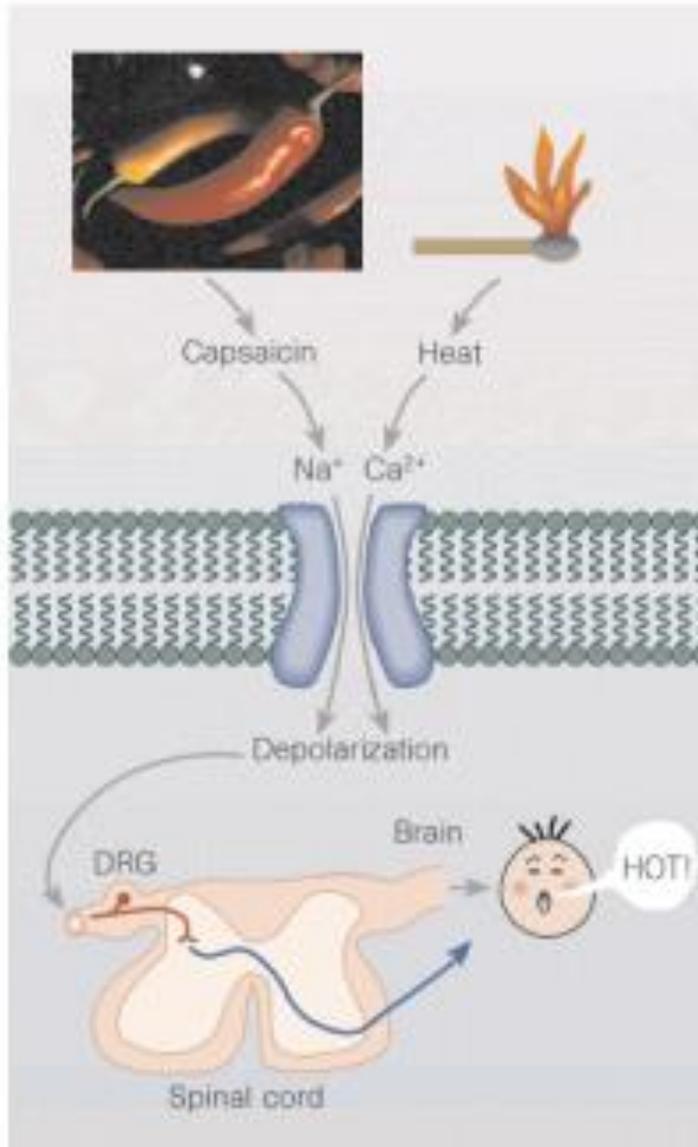
## Nociceptores Unimodales - Fibras A $\delta$ :

- Mecanorreceptores
- Termorreceptores ( menos de 5°c y más de 45°c)

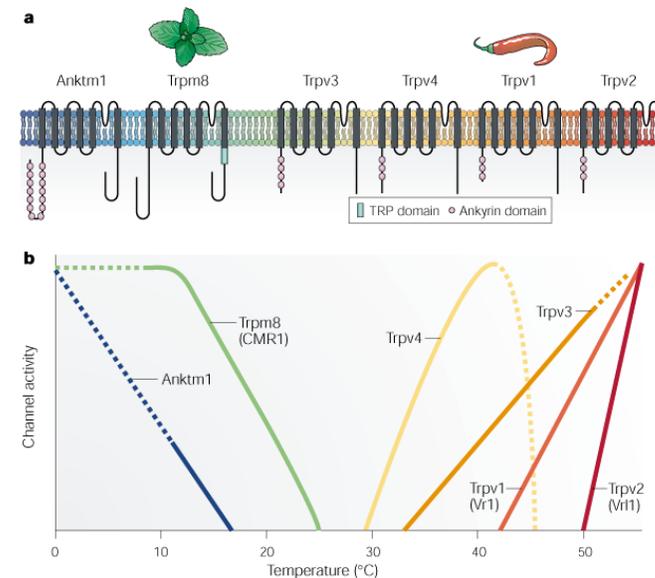
## Nociceptores Polimodales – Fibras C (t,q,m):

Sensibilización de receptores silentes  
(Prostaglandina, Leucotrienos, Sustancia P)

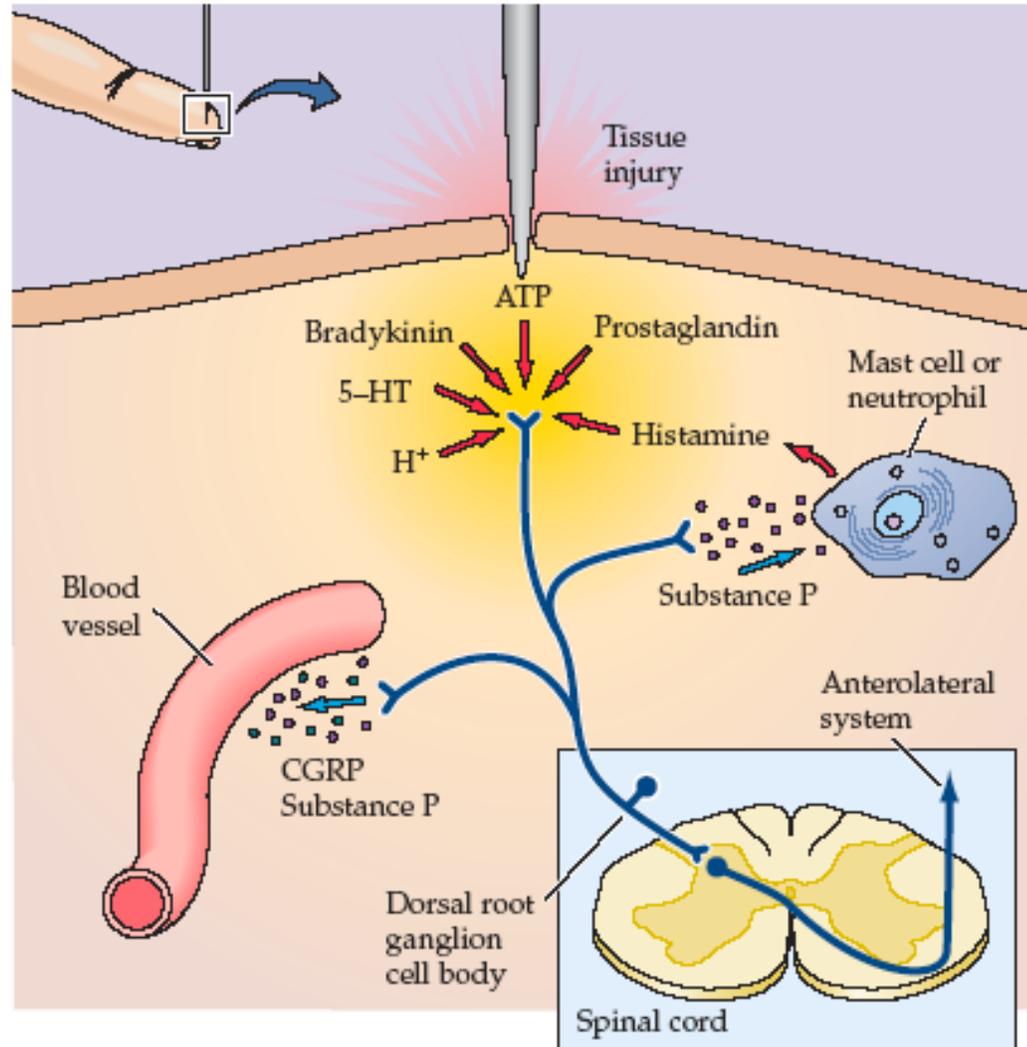
# Familia de canales TRP



- Son receptores que actúan como canales permitiendo el pasaje de cationes.
- Se activan por diferentes rangos de temperatura y sustancias químicas como la capsaína.
- Estos receptores se encuentran en los termorreceptores y en nociceptores.
- Su falta de expresión altera la percepción del dolor.



## Señales químicas de daño tisular



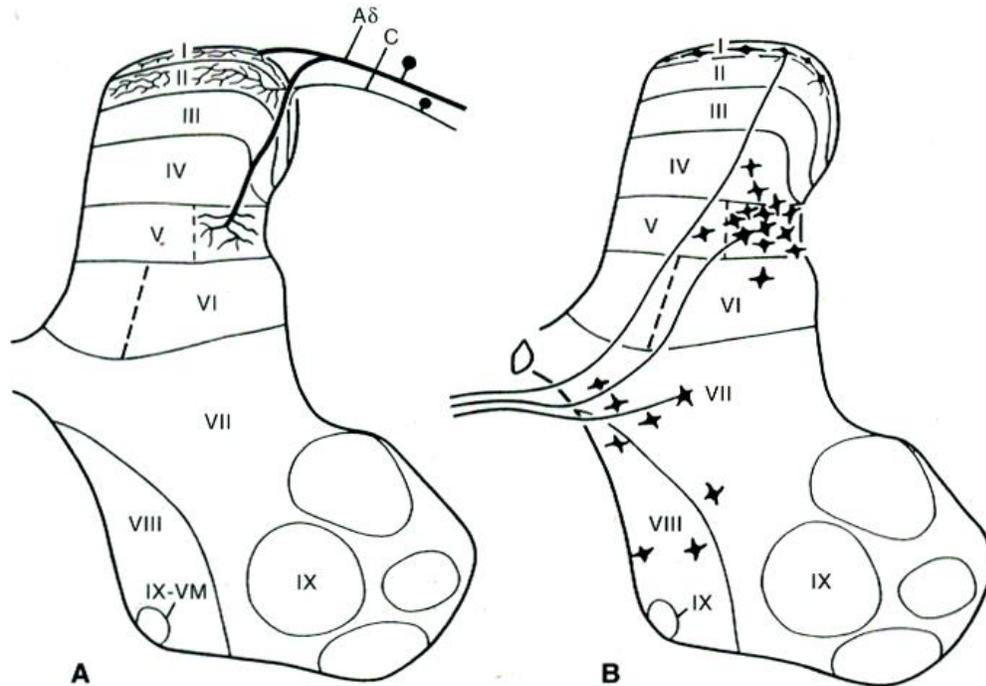
- Sustancias químicas liberadas debido al daño tisular pueden activar al nociceptor.
- En nociceptor puede liberar sustancias que fomentan la inflamación.

Algunas sustancias que pueden activar los nociceptores son:

- Potasio (Células lesionadas)
- Serotonina (Plaquetas)
- Bradiquinina (Plasma)
- Histamina (Mastocitos)
- ATP (Células lesionadas)

## Vías del Dolor

- Pertenece al Sistema Anterolateral
- La aferente primara hace sinapsis con neuronas del asta posterior medular, sobre todo de las láminas 1,5,7 y 8.



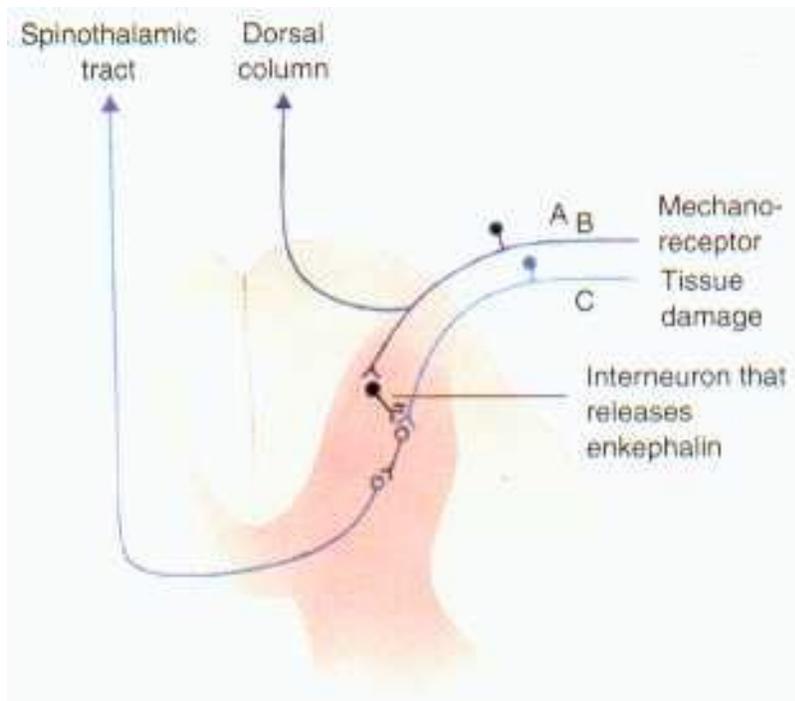
La información asciende por la médula por diferentes haces:

- Haz Espinotalámico
- Haz Espinoreticular
- Haz Espinomescencefálico
- Haz Cervicotalámico
- Haz Espinotalámico

- El estímulo nociceptor llega a la corteza somatosensorial primaria, pero también llega a la corteza cingulada, insular y a la amígdala, lo que atribuye la complejidad de la experiencia dolorosa.

## Control Central

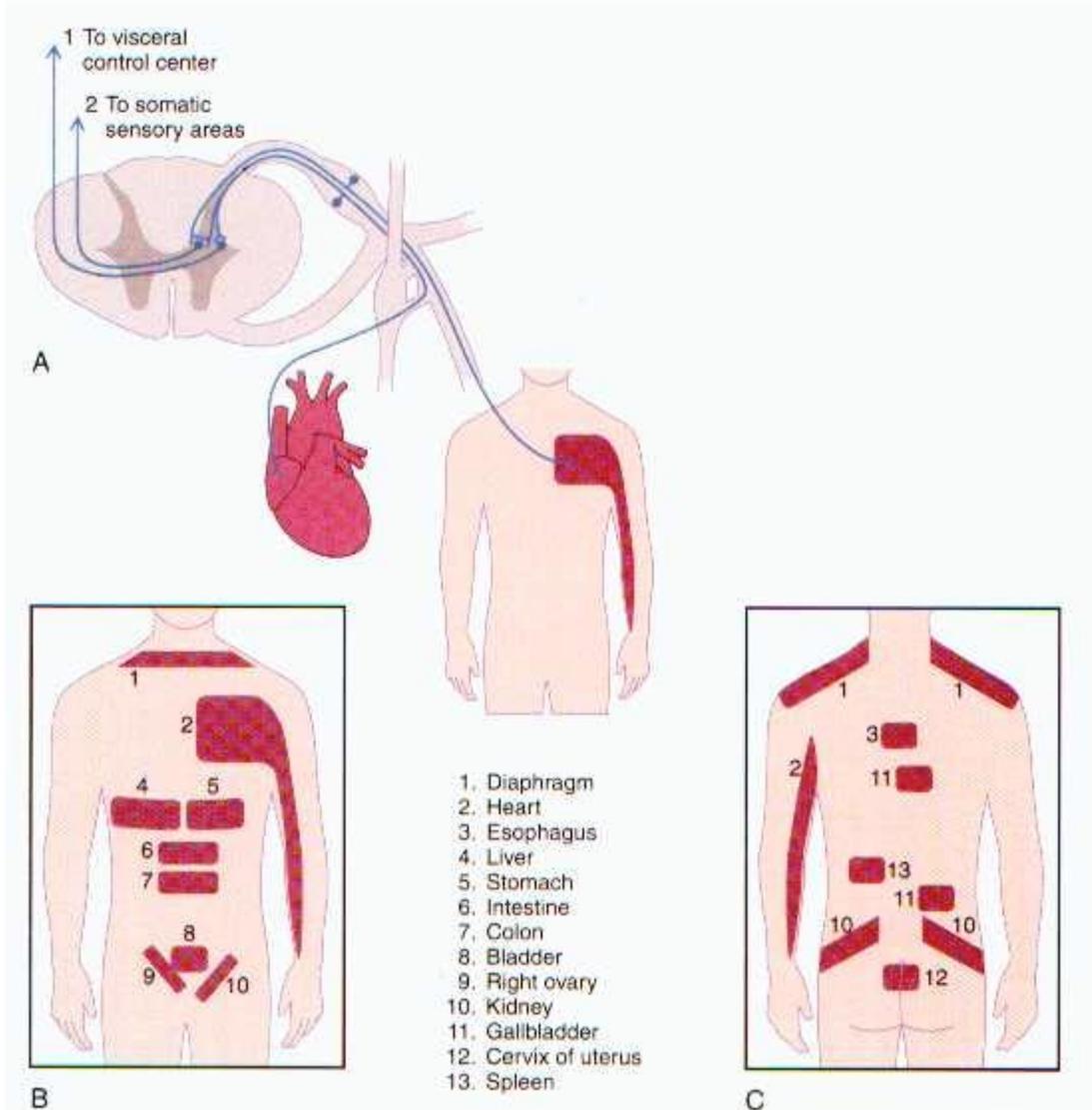
- Existe un sistema endógeno capaz de controlar el dolor.
- Teoría de la compuerta: un estímulo no doloroso puede bloquear un estímulo doloroso.



### Opioides Endógenos:

- Endorfinas
- Encefainas
- Dinorfinas

# Dolor Referido



- Dolor que es percibido en una localización diferente de la localización que realmente está recibiendo el estímulo doloroso.