

## TEMA 2: PRINCIPIOS DE FISIOLÓGIA SENSORIAL.

### CONCEPTOS BÁSICOS.

**SISTEMA SENSORIAL:** Parte del SN responsable de la percepción de estímulos, su transducción y correcto procesamiento. Se encarga de ofrecer al SN una representación actualizada de lo que ocurre en el medio externo y nuestro propio cuerpo.

**ESTÍMULO:** Señal interna o externa capaz de provocar una reacción a nivel celular, tisular o del organismo completo.

**RECEPTORES:** transforman los estímulos sensitivos en señales nerviosas (transducción) que son mandadas al SNC, lugar donde son procesadas. Cada tipo de receptor resulta muy sensible a una clase de estímulo sensitivo para el que está diseñado y en cambio es casi insensible a otras clases.

### NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LOS PROCESOS FISIOLÓGICOS DE LA SENSORIALIDAD.



#### Impresiones Sensoriales (SN) ⇒ Sensación (Jerarquización).

- Principio Vía Predeterminada: Especificidad Biofísica. Tenemos receptores especializados que detectan un solo tipo de estímulo especializado. Es la propiedad que tiene un receptor de activar un estímulo concreto con un cambio energético específico.
- Estímulo-receptor: cuando el estímulo activa al receptor se crea un mensaje sensorial.
- Transmisión aferente: el mensaje se transmite por la vía periférica al SNC.
- Procesamiento en el SN: cuando el mensaje llega a su lugar correspondiente, esto se denomina impresión sensorial.
- Impresiones: dan lugar a una sensación o percepción más completa e integrada. Puede ser:
  - Sensaciones Primarias: cuando los estímulos que generan una sensación operan sobre un mismo tipo de receptores, calor, dolor.
  - Sensaciones Mixtas: cuando involucra a diversos tipos de receptores, frío y dolor.
- Interpretación de Sensaciones: se interpreta por nuestras ideas específicas y personales, lo que se denomina **percepción sensorial**.
- Fisiología Sensorial Objetiva vs Subjetiva: dos estímulos aplicados en distintos momentos producen sensaciones diferentes.
  - F. Objetiva: Aquello que se puede medir de forma objetiva (intensidad del estímulo, potenciales de acción...).
  - F. Subjetiva: no se puede medir objetivamente, hace referencia a lo que siente el sujeto (fisiología sensorial subjetiva).

## RECEPTORES SENSORIALES.

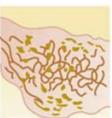
Detectan el estímulo (energía) y lo transforman en el mensaje sensorial (cambio del potencial eléctrico de membrana). La detección depende de la especificidad biofísica y del umbral de activación.

Transducción: Conversión en Mensaje Sensorial.

### Clasificación anatómica de los receptores.

- **Primarios:** detectan el estímulo y desencadenan directamente la respuesta nerviosa que viaja al cerebro.
- **Secundarios:** son células que detectan los estímulos pero que activan terminales nerviosas.

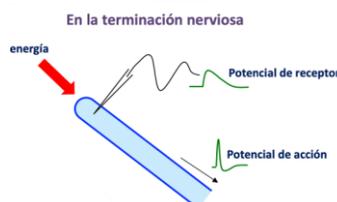
### Clasificación funcional de los receptores.

Mecanorreceptores	Termorrecept.	Nocirrecept.	R. electro-magnéticos	Quimiorrecept.
<i>Sensibilidades táctiles cutáneas</i> Terminaciones nerviosas libres Term. bulbares Discos de Merkel Term. en ramillete Term. de Ruffini Term. encapsuladas Corpúsculos de Meissner Corpúsculos de Krause Órganos terminales piloso <i>Sensibilidades en tejidos profundos</i> Terminaciones nerviosas libres Term. bulbares Term. en ramillete T. de Ruffini Term. encapsuladas Corpúsculos de Pacini Term. musculares Husos musculares Recept. tendinosos Golgi Oído Recept. acústicos cóclea Equilibrio Recept. vestibulares Presión arterial Barorrecept. de los senos carotídeos y la aorta	<i>Frío</i> Receptores frío <i>Calor</i> Recept. calor	<i>Dolor</i> Terminaciones nerviosas libres	Visión Bastones Conos	Gusto Recept. botones gustativos Olfato Recept. epitelio olfatorio Oxígeno arterial Recept. de los cuerpos carotídeos y aórticos Osmolalidad Neuronas núcleo supraóptico (SCN) CO <sub>2</sub> sanguíneo Recept. del bulbo raquídeo y cuerpos carotídeos y aórticos Glucosa, aminoácidos, ácidos grasos sanguíneos Recept. hipotalámicos
	 Terminación nerviosa libre	 Receptor de las terminaciones bulbares	 Receptor táctil piloso	
	 Corpúsculo de Pacini	 Corpúsculo de Meissner	 Corpúsculo de Krause	
	 Órgano terminal de Ruffini	 Aparato tendinoso de Golgi	 Huso muscular	

## FISIOLOGÍA DEL RECEPTOR.

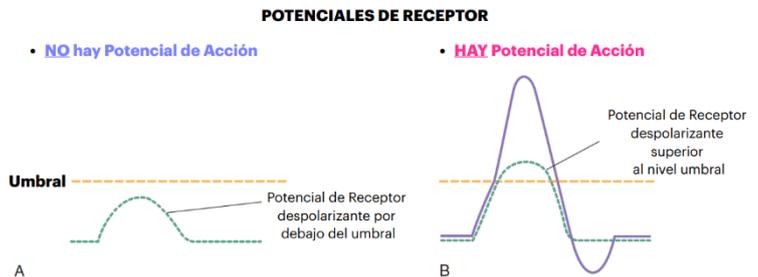
### Activación.

En el terminal nervioso se produce la deformación del receptor, entran cationes y provoca un potencial de receptor. Si supera el umbral se genera el potencial de acción que se transmite como un impulso nervioso (ley de todo o nada). Cuando hay un potencial de acción se consigue la misma intensidad, pero cambia la frecuencia en función de cuánto supere el umbral.



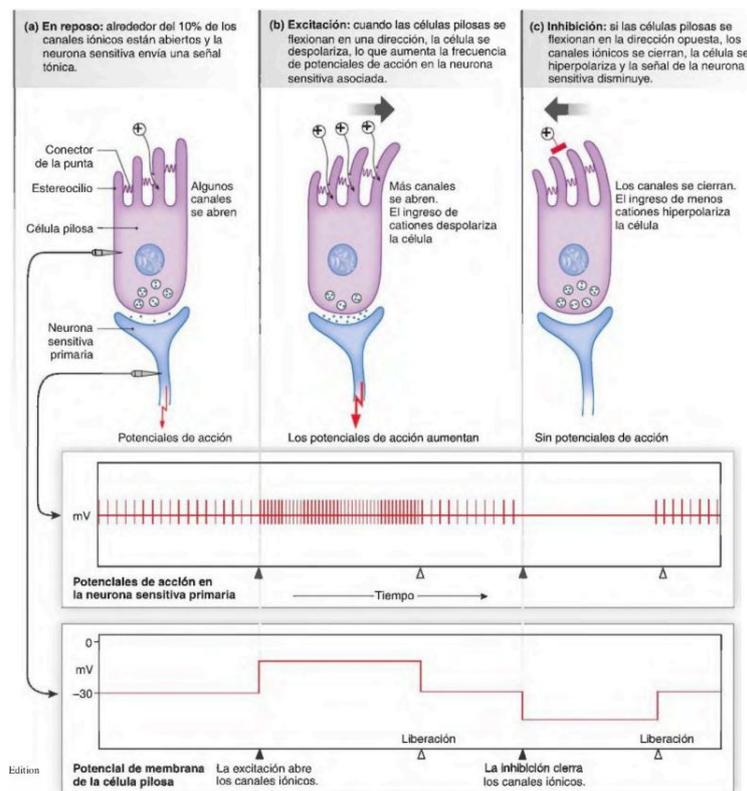
**Relación del potencial de receptor con los potenciales de acción:** El potencial de acción aparece cuando el potencial de receptor supera el umbral, y aumenta su frecuencia conforme incrementa el potencial de membrana. Cuanto mayor el potencial de receptor por encima del umbral, mayor frecuencia de potenciales de acción.

**Potencial de receptor o generador:** en las células receptoras sensoriales produce cambios en el potencial eléctrico de membrana necesarios para la activación del receptor (por deformación mecánica, cambio de temperatura...).



Ejemplo CORPÚSCULO DE PACCINI: Fibra nerviosa rodeada por una cápsula compuesta por múltiples capas concéntricas cuya compresión produce la deformación de la fibra central.

La **transducción** de la señal energética consiste en transformar la energía en un cambio de potencial eléctrico en la membrana.



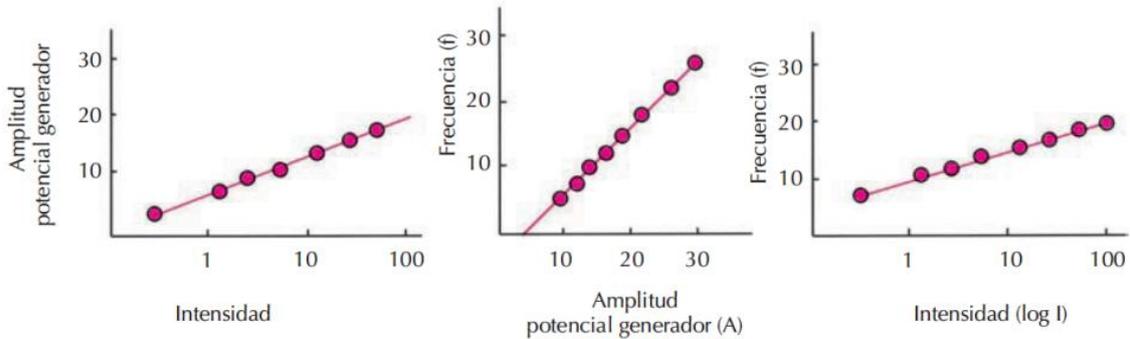
**Codificación.**

**Relación estímulo respuesta.**

La amplitud del potencial de receptor y la intensidad de un estímulo se relacionan de forma directa. Sin embargo, la amplitud crece al principio con rapidez para perder después velocidad progresivamente con los estímulos de alta intensidad.

- La frecuencia de los potenciales de acción repetidos aumenta de forma proporcional al incremento del potencial del receptor.

- Conclusión: la estimulación muy intensa suscita nuevos ascensos paulatinamente menores en el número de potenciales de acción; esto les dota de sensibilidad frente a experiencias sensitivas muy débiles.
- Los estímulos más largos o intensos liberan más neurotransmisores.
- El cerebro necesita saber la intensidad del estímulo, por lo tanto, cuando aumenta la intensidad, aumenta la frecuencia de potenciales de acción y el reclutamiento de más receptores (fibras nerviosas).



### Intensidad del estímulo:

La sumación es el proceso mediante el cual se suman los potenciales graduales. Cuanto mayor es la suma de los PEPs, más probabilidad de que se alcance el umbral.

- Sumación espacial: se suman los potenciales que ocurren en diferentes localizaciones de la neurona, pero al mismo tiempo.
- Sumación temporal: se suman los potenciales que ocurren en la misma localización de la neurona, pero en distintos momentos.

### Clasificación fisiológica y funciones de las fibras nerviosas:

- Fibras tipo A: fibras mielínicas grandes de los nervios raquídeos.
  - Alfa.
  - Beta.
  - Gamma.
  - Delta.
- Fibras tipo C: fibras nerviosas pequeñas amielínicas que conducen los impulsos a velocidades bajas.

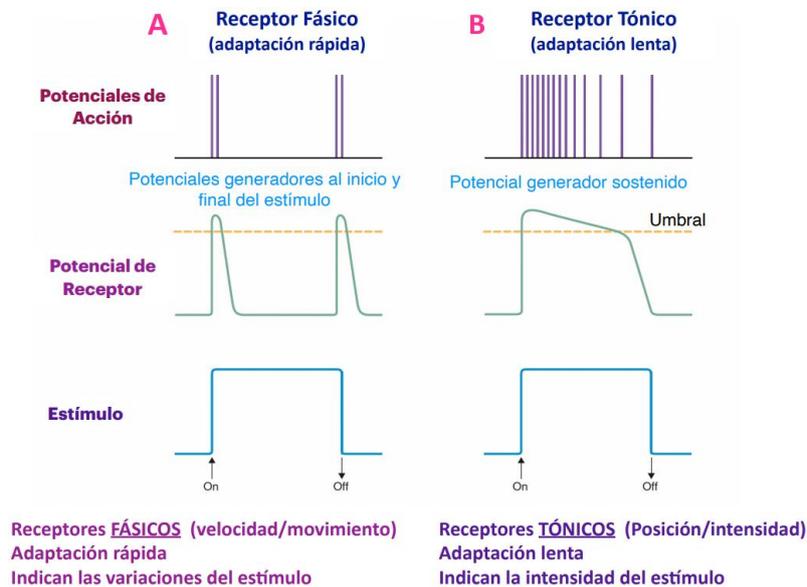
### Clasificación alternativa:

- Grupo Ia: fibras procedentes de los husos musculares.
- Grupo Ib: procedentes de los órganos tendinosos de Golgi.
- Grupo II: receptores táctiles cutáneos y ramilletes de los husos musculares.
- Grupo III: tmp, tacto grosero, dolor y escozor.
- Grupo IV: fibras amielínicas. Dolor, picor, temperatura y tacto grosero.

### Adaptación.

Capacidad del receptor de responder a un estímulo sostenido. Ésta es una propiedad intrínseca de cada tipo de receptor. Existen receptores de adaptación rápida como el Corpúsculo de Pacini (milisegundos) mientras que otros tardan varios segundos o incluso días, como los barorreceptores carotídeos. Dependiendo del tiempo de adaptación se subdividen en:

- Receptores tónicos (adaptación lenta): potencial generador sostenido. Indican los cambios de intensidad del estímulo y su duración. La frecuencia del potencial de acción disminuye con el tiempo.
- Receptores fásicos (adaptación rápida): potenciales generadores al inicio y final del estímulo. Indican las variaciones del estímulo.



### Fatiga sináptica.

Mecanismo inhibitorio del que se sirve el SN para protegerse frente a una actividad neuronal excesiva y repetitiva. Este mecanismo consiste principalmente en el agotamiento de las reservas de neurotransmisores en las terminaciones presinápticas y por cambios en la concentración de receptores sinápticos, entre otros. La descarga en la neurona postsináptica disminuye progresivamente.

## TEMA 2B: FISIOLÓGÍA SENSORIAL I. SENSIBILIDAD SOMÁTICA: RECEPTORES Y MODALIDADES.

### CONCEPTOS BÁSICOS.

**DEFINICIÓN:** la sensibilidad somática o somatovisceral es el mecanismo nervioso que recopila la información sensorial de todo el cuerpo.

**Sensibilidad SOMÁTICA o SOMESTESIA:** Se ocupa de las modalidades sensoriales de la piel, las mucosas, el aparato locomotor y las vísceras. Estas modalidades sensoriales se corresponden con la mecanorrecepción, la termorrecepción, la sensibilidad dolorosa (nocicepción) y postural (propiocepción).

Somestesia incluye:

- S. Superficial (Piel, Mucosas).
- S. Profunda (Músculo-Tendinosa).

Sensibilidad VISCERAL (SNA):

MODALIDADES. Según el tipo de estímulo:

- Mecanorrecepción cutánea.
- Termorrecepción cutánea.
- Sentido de posición, movimiento y fuerza.
- Dolor somático.

Según el origen de estímulo:

- Exterorreceptores.
- Propiorreceptores.
- Interorreceptores.

### MODALIDADES SENSORIALES: MECANORRECEPCIÓN.

Cualidades de los mecanorreceptores cutáneos:

- Tacto epicrítico
  - Localizar el contacto con la piel
  - Detectar estímulos de baja intensidad
  - Detectar texturas
  - Reconocer formas de los objetos
- Presión protopática: Profunda y permite localización grosera.
- Vibración: Repetición de estímulos sensitivos con rapidez.
- Prurito: Picor y cosquilleo.

#### Clasificación de mecanorreceptores cutáneos.

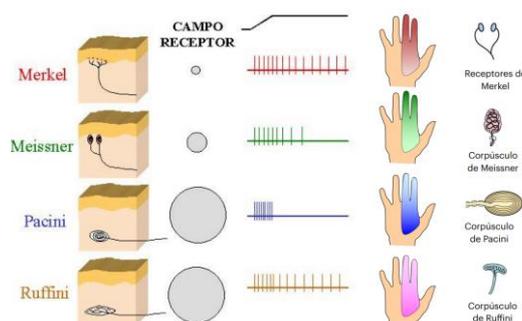
Clasificación **morfológica:**

- **Terminaciones nerviosas libres:** se encuentran distribuidas por todas las partes de la piel y en muchos tejidos. Pertenecen al árbol dendrítico, por lo que reciben estímulos como tacto y presión.
  - Del nocirreceptor: responden a los estímulos nocivos.

- De la raíz del pelo: registran el movimiento del pelo.
- **Corpúsculos de Meissner:** fibras nerviosas Mielinizadas de tipo Ab rodeada por una cápsula, y se encuentran localizadas en zonas desprovistas de pelo (Zonas Glabra) como los dedos y los labios y permiten una localización del estímulo bastante precisa, por lo que se adaptan de manera rápida.
- **Órgano Terminal del Pelo:** se estimula por el movimiento del pelo al que está asociado, y detecta el movimiento de objetos sobre la piel, lo que le permite adaptarse de forma rápida.
- **Receptores de Merkel:** se localizan en la piel glabra, aunque también se pueden encontrar en menor proporción en partes hirsutas o con pelo. A diferencia de los Corpúsculos de Meissner, estos primero transmiten una señal intensa pero parcialmente adaptable y posteriormente una más débil y continua que se adapta con lentitud, lo que les permite detectar estímulos que implican un contacto con la piel.  
A menudo, los Discos de Merkel se encuentran organizados en unas estructuras denominadas Receptor de Iggo, que forma una cúpula que sobresale del plano de la piel, lo que hace una estructura tremendamente sensible al tacto, y se puede encontrar tanto en zonas Glabras como Hirsutas.
- **Corpúsculo de Paccini:** registra la vibración.
- **Corpúsculo de Krause.**
- **Corpúsculo de Ruffini:** responde al estiramiento de la piel.

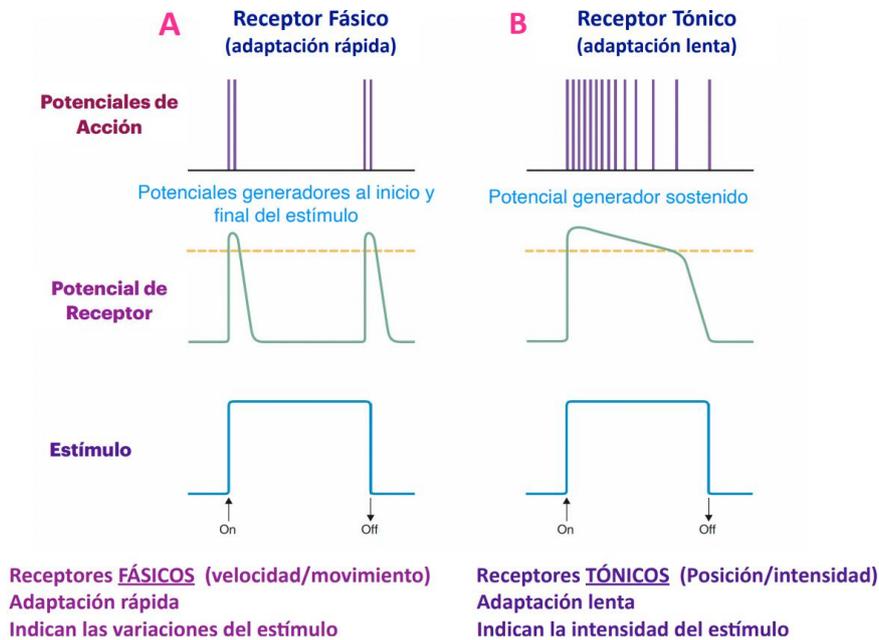
Clasificación **funcional** / Capacidad de adaptación:

- **Adaptación Lenta:**
  - SA-I: los Discos de Merkel. Superficial; Piel Glabra; No actividad en reposo. Rápida descarga inicial; mayor adaptación que SAII. Tónica irregular. Varios Merkel: Cúpula de IGGO.
  - SA-II: los Corpúsculos de Ruffini, que son las terminaciones ramificadas. Profundo; Piel Hirsuta y Glabra. Fibras A $\beta$  Actividad en reposo; Actividad Tónica regular (adaptación muy lenta); Bajo umbral para el frío.
- **Adaptación Rápida:**
  - Corpúsculo de Meissner, que es la terminación nerviosa encapsulada. Fibras A $\beta$ ; Piel glabra, Abundantes en yemas de los dedos y labios; Adaptación 1/10 seg.
  - Corpúsculo de Krause (diversas especies).
  - Receptores Folículos Pilosos (Tipos D, G, T). Fibras A $\beta$ , A $\gamma$  o A $\delta$ . Impulsos proporcionales al movimiento.
- **Adaptación Ultrarrápida:** Corpúsculos de Pacini (Fibras A $\beta$ ). Detectores de aceleración Sensación de vibración.
- **Mecanorreceptores Tipo C:** son las Terminaciones Nerviosas Libres, de baja adaptación y alta fatiga. Piel hirsuta; Fibras C. Prurito.



**Capacidad de adaptación (propiedad fisiológica).**

Todos los receptores varían en el tamaño de su campo receptor, de manera que cuanto más grande sean, mayor superficie corporal van a abarcar, activando así a más receptores.



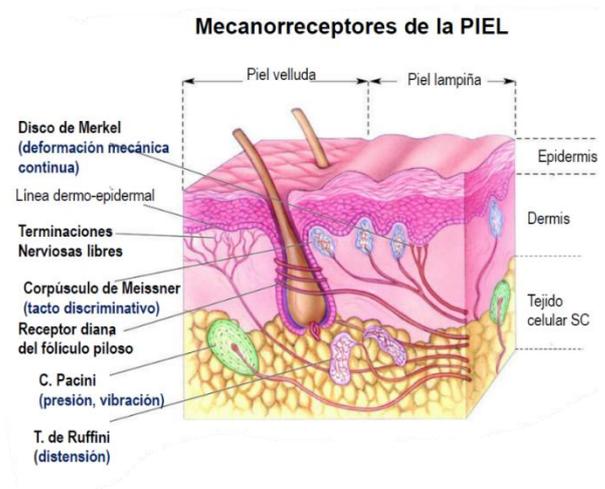
**Distribución de los mecanorreceptores.**

- Preferencial: Piel Hirsuta/Pelo vs. Piel Glabra/sin Pelo.
- Profundidad: Bajo Epidermis vs. Dermis profunda.

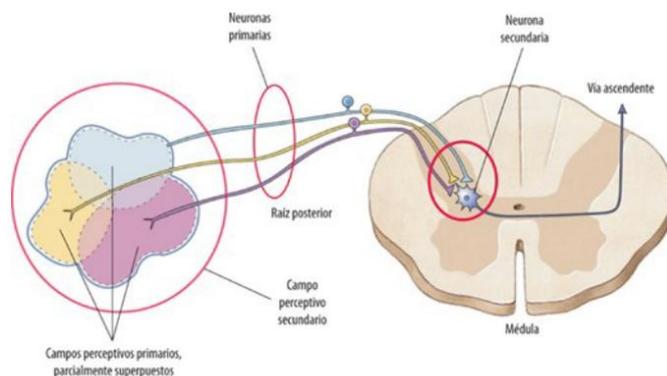
De esta manera, los de la epidermis son los responsables del tacto epicrítico, y los profundos los de la presión, vibración o distensión.

Algunos MECANORRECEPTORES también detectan:

- Posición/Desplazamiento.
- Velocidad.
- Aceleración.



**¿Qué otros requerimientos?**



Fuente: Jesús A. Fernández-Tresgüerras, Victoria Cachofoveo, Daniel H. Cardinall, Eva Delolón Enrique Rey Díaz-Rubio, Eduardo Barrios Borricho, Vicente Labera Juliá, Francisco Mora Teruel, Marta Romano Pardo. Psicología humana, 5e Copyright © McGraw Hill Education. Todos los derechos reservados.

Para que se transmita esa información sensorial es necesario:

- Campos Receptores.
- Organización de la Vía Convergenca/Divergenca.
- Somatotopía.

## TACTO EPICRÍTICO: DISCRIMINACIÓN.

- Espacial.
- Temporal.

La discriminación se puede definir como la sensación que se encuentra localiza y nos permite diferenciar entre estímulos próximos entre sí tanto a nivel espacial como espacial.

Existe una prueba de discriminación entre dos puntos, que evalúa la sensibilidad de las terminaciones nerviosas a partir del estudio de la capacidad de diferenciar entre estímulos táctiles separados en el espacio.

ORGANIZACIÓN DE LA VÍA: Convergencia / Divergencia.

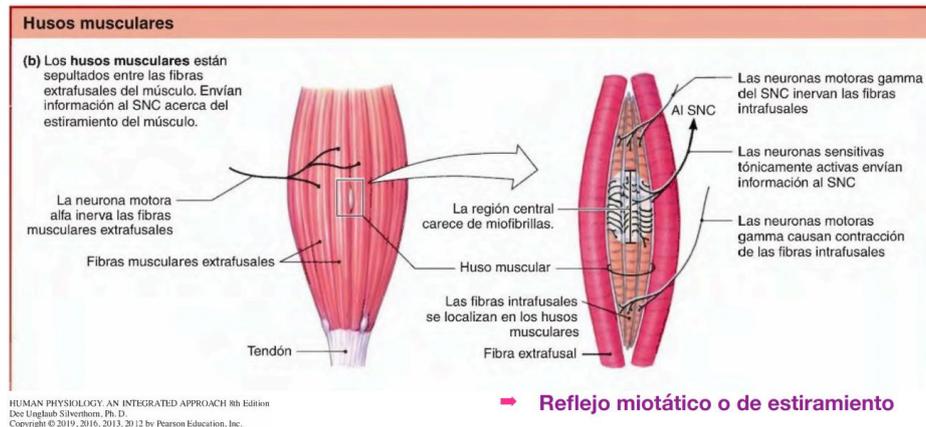
## SOMATOTOPÍA.

Áreas de sensibilidad.

## RECEPTORES MUSCULARES.

### Huso muscular.

El huso muscular está embebido dentro de las grandes fibras esqueléticas extrafusales. Envía información al SN sobre la longitud del músculo o la velocidad con la que varía este.



### Órgano tendinoso de Golgi.

El órgano tendinoso de Golgi aporta al SN información continua del grado de tensión de los distintos músculos.

Se sitúa en el punto de unión entre músculo y tendón.

→ Terminaciones Peri-Articulaciones: Se sitúan en las inmediaciones de las articulaciones, siendo capaces de detectar la posición (propiorrecepción) en ausencia de movimiento, así como la velocidad y la aceleración cuando éste ocurre (cinestesia o propiorrecepción dinámica).

## MODALIDADES SENSORIALES: TERMORRECEPCIÓN CUTÁNEA.

Acción cooperativa con Termorrecepción CENTRAL.

Cualidades: FRÍO - CALIENTE.

### Termorreceptores cutáneos:

- Terminaciones nerviosas libres; Fibras tipo C o A $\gamma$ .
- Baja capacidad de Adaptación (Lenta).
- Campo Receptor pequeño.
- Termorreceptores para CALOR (40-42°C).
- Termorreceptores para FRÍO (<25-30°C).

### Sensación estática vs. dinámica de temperatura.

Percepción variable (Grado de cambio).

## MODALIDADES SENSORIALES: PROPIOCEPCIÓN.

La propiocepción es la responsable de informar acerca de la posición de las articulaciones mayoritariamente.

Los propioceptores son mecanorreceptores que se encuentran en el área articular o en las partes musculotendinosas, por lo que nos permite obtener información sobre la posición y contracción muscular. Se pueden diferenciar:

- Propiocepción Consciente (Corteza Cerebral). Cualidad en el sentido postural (estático) y cinestesia (sensibilidad dinámica).
- Propiocepción Inconsciente (Espinocerebeloso).

### Clasificación.

- **Tipo I:** Órgano Tendinoso de Golgi (OTG).
    - Articular/Inserción tendinosa.
    - Adaptación Lenta / Fibras tipo A $\alpha$ - $\beta$ .
  - **Tipo II:** Similar a Corpúsculo de RUFFINI.
    - Cápsula articular.
    - Adaptación Lenta / Fibras Tipo A $\alpha$ - $\beta$ .
  - **Tipo III:** Similar a Corpúsculos de PACINI.
    - Articular.
    - Adaptación Rápida / Fibras Tpo A $\alpha$ - $\beta$ .
  - **Mecanorreceptores tipo A $\gamma$  o C:** Terminaciones Libres Periarticulares.
    - Adaptación Lenta.
    - Nocicepción articular.
- Adicional: Papel Propioceptor de Husos Musculares.

## MODALIDADES SENSORIALES: NOCICEPCIÓN.

Dolor (sensación displacentera asociado a daño tisular).

Podemos diferenciar:

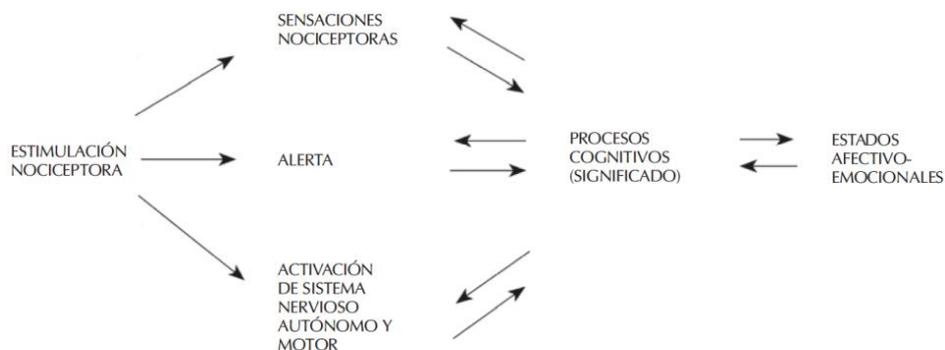
- Componente Sensorial/Discriminativo.
- Componente Cognitivo/Evaluativo.
- Componente Afectivo/Emocional.

Diferenciar:

- Dolor somático (Musculoesquelético).
  - Superficial: Rápido vs. Lento ⇒ Dolor rápido – Agudo.
  - Profundo: Lento/Sordo ⇒ Dolor lento – Crónico.
- Dolor visceral: Lesiones de los órganos internos Interacción entre las dimensiones de la experiencia dolorosa.

✓ Los estímulos responsables de causar dolor pueden ser de tipo mecánico, térmico o químico.

✓ El dolor rápido suele ser ocasionado por los dos primeros; dolor lento por cualquiera de los tres tipos.



### Interacción entre las dimensiones de la experiencia dolorosa

## NOCICEPTORES.

Son multirreceptores de alto umbral de respuesta.

- Sensibilización:
  - Si el estímulo que causa dolor persiste, la excitación de las fibras puede aumentar progresivamente – Hiperalgnesia.
  - Si el estímulo, aunque no cause dolor, hay excitación de las fibras – Alodinia.
- No adaptación. Los receptores para el dolor no suelen adaptarse nunca. Por lo que, mientras el estímulo persista, los receptores permanecerán excitados.
- Receptores primarios: suelen ser terminaciones nerviosas libres. Fibras tipo Aδ o tipo C.
- **OBJETIVO:** Detección Daño Tisular (Dolor Inflamatorio) Dolor neuropático.

### Clasificación.

- Mecanociceptores:
  - Alto UMBRAL.
  - Estímulos mecánicos Fibras tipo A $\delta$ .
- Termonociceptores:
  - Alto UMBRAL.
  - Estímulos térmicos.
- Nociceptores Polimodales:
  - Alto UMBRAL.
  - Estímulos mecánicos/Térmicos/Químicos.
  - Fibras tipo C  $\Rightarrow$  Prurito.
- Nociceptores Silentes: Activación asociada a lesión química.

### MODALIDADES SENSORIALES: RECEPTORES VISCERALES.

#### Evocan Sensaciones Inconscientes:

- Barorreceptores y quimiorreceptores arteriales.
- Receptores de volumen en aurículas.
- Receptores de distensión pulmonar.

#### Evocan Sensaciones Conscientes:

- Receptores de volumen (vesícula, vejiga).
- Receptores de distensión (colon).
- Alto Umbral.

#### Activan Receptores Específicos:

- Deformación mecánica.
- PO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub>.
- pH.