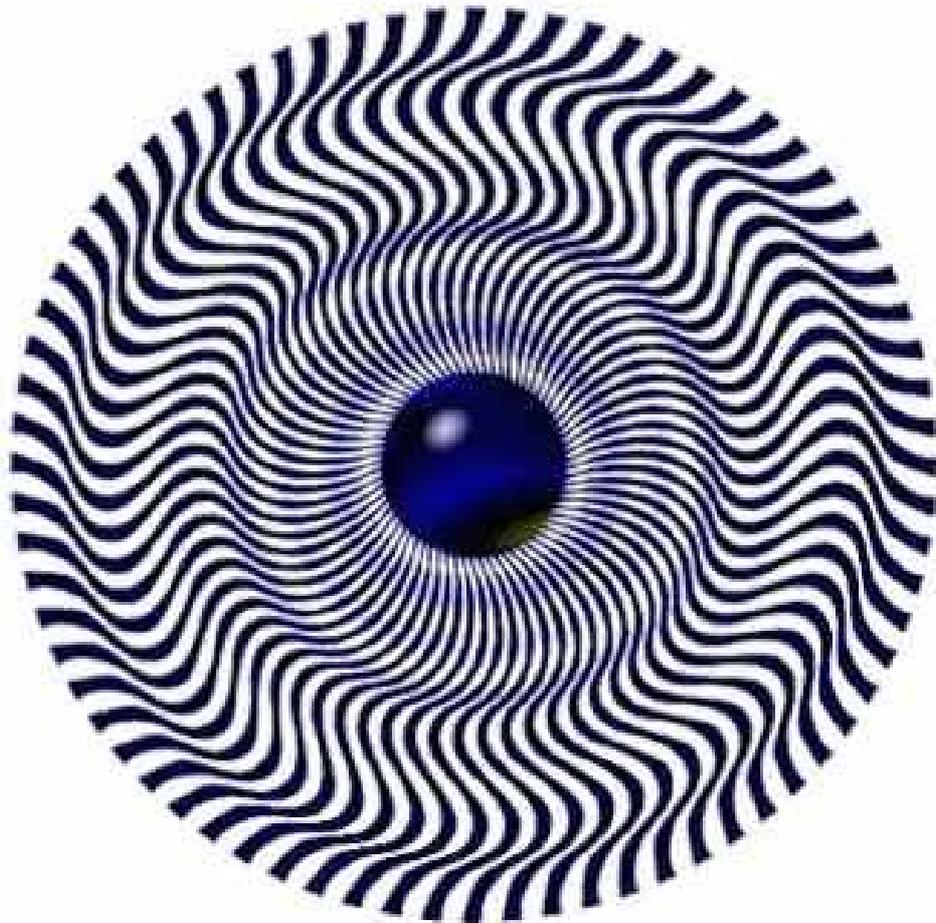


# Coordinación humana II

---

Receptores y efectores



# 16

## RECEPTORES Y EFECTORES

La información que precisa el ser humano sobre el medio externo e interno la obtiene haciendo uso de receptores nerviosos.

Esa información es procesada en los centros nerviosos superiores, de donde emanan las órdenes que determinan la respuesta, básicamente un movimiento o una secreción. Los efectores, en general músculos y glándulas, son los instrumentos encargados de ejecutar esas órdenes.

El *aparato locomotor*, constituido por el *esqueleto* como soporte y la *musculatura* en la parte activa, es el encargado de los movimientos voluntarios del organismo.

### 1. LOS ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS

Los estímulos ambientales provocan cambios físicos o químicos del medio, que son recogidos por los **receptores**. Se trata de células nerviosas especializadas, encargadas de trasladar esos estímulos al sistema nervioso central, en forma de impulsos nerviosos; allí es donde se hace consciente la sensación.

Los receptores se localizan tanto en la parte externa del organismo, *exterorreceptores*, como en el interior del mismo, *interorreceptores*. Los primeros se encargan de recoger los estímulos externos, mientras que los segundos reciben la información sobre el estado de los órganos internos.

Se clasifican atendiendo al tipo de estímulo al que son sensibles:

**a) Receptores químicos** (para el olfato y el gusto), sensibles a los estímulos químicos

**b) Receptores mecánicos** (para el tacto, presión, dolor, temperatura, movimiento y sonido), sensibles a los estímulos mecánicos

**c) Fotorreceptores** (para la visión), sensibles a la luz.

Unos y otros pueden estar formados por terminaciones nerviosas aisladas, aunque éstas pueden estar agrupadas en órganos especializados, lo que da lugar a los órganos de los sentidos.

#### A) EL SENTIDO DEL TACTO

##### A.1) La piel

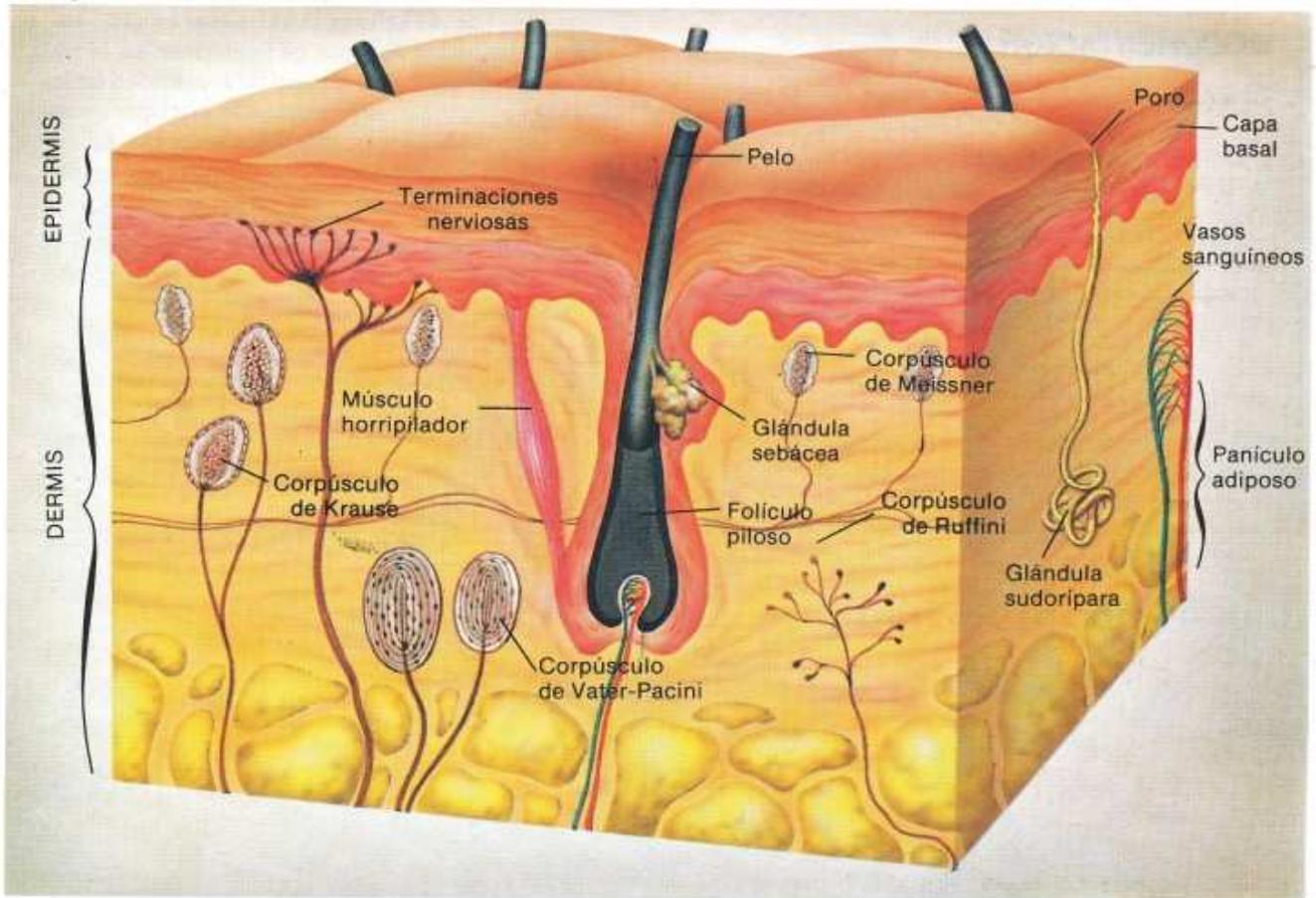
La *piel*, además de revestir y proteger al organismo, es el asiento del sentido del tacto.

Está formada por dos capas: la más externa, de origen ectodérmico, es la **epidermis**; la capa interna, de origen mesodérmico, es la **dermis**.

La epidermis está formada por tejido epitelial pluriestratificado. Las células de los estratos superiores o *capa córnea* están muertas y poseen una proteína, la *queratina*, que impermeabiliza la piel. Esta capa de células tiene su origen en una capa de células vivas, que se están dividiendo continuamente, la *capa basal* o *germinativa*.

De la epidermis derivan los **fáneros** (*uñas*, de misión protectora, y *pelos*, de misión termoaislante) y las **glándulas** (*sebáceas*, para impermeabilizar el pelo, y *sudoríparas*, de función termorreguladora).

La dermis está formada fundamentalmente por tejido conjuntivo. En él se localizan los vasos sanguíneos, los receptores sensitivos, los músculos que erizan el pelo (*músculo horripilador*) y las células pigmentarias (*melanóforos*), que dan color a la piel. Por debajo de esa capa conjuntiva, una capa de tejido adiposo forma el *panículo adiposo*, que constituye una reserva nutritiva de grasas.



Estructura de la piel y receptores táctiles.

## A.2) Receptores y sensaciones cutáneas

En la piel se localizan cinco clases de *receptores*, responsables del tacto, de la presión, del dolor, del calor y del frío.

La sensación de tacto es producida por el roce ligero y momentáneo de la piel, mientras que la presión se experimenta cuando tiene lugar un contacto sostenido y de mayor intensidad. Los estímulos táctiles son recogidos por los *corpúsculos de Meissner*, situados en la parte superficial de la dermis. Los *corpúsculos de Vater-Pacini*, más profundos, son los responsables de la sensación de presión.

Los receptores táctiles no están distribuidos uniformemente por la piel, sino que se concentran en determinadas áreas en las que la sensibilidad es mayor, como la yema de los dedos, los labios, etc.

También existen receptores de presión en algunos órganos internos (*propiorreceptores*), como en paredes de ciertas arterias, músculos, tendones y articulaciones. Su misión consiste en informar del estado en que se encuentran dichos órganos.

Las variaciones de temperatura son detectadas por los *corpúsculos de Ruffini* (sensibles al calor) y los de *Krause* (sensibles al frío). Los primeros abundan en aquellas regiones corporales que son sensibles al calor, como la cara, mientras que los segundos abundan en zonas que, como la espalda, son más sensibles al frío.

Ciertas terminaciones de las células nerviosas, las *dendritas*, están libres y son sensibles a los estímulos mecánicos, térmicos y químicos. Si esos estímulos poseen la suficiente intensidad, provocan una sensación dolorosa. Estos receptores son los que más abundan en el organismo y también se encuentran en el interior de órganos y tejidos.

## DOCUMENTACIÓN

### El acné

El acné es una enfermedad de la piel muy frecuente, concretamente de las glándulas sebáceas.

Se caracteriza por la formación de *comedones*, pequeños tapones de grasa con un punto negro en su extremo (que no es suciedad, sino uno de los productos de la oxidación de la queratina).

Se localiza principalmente en la cara y parte superior de la espalda.

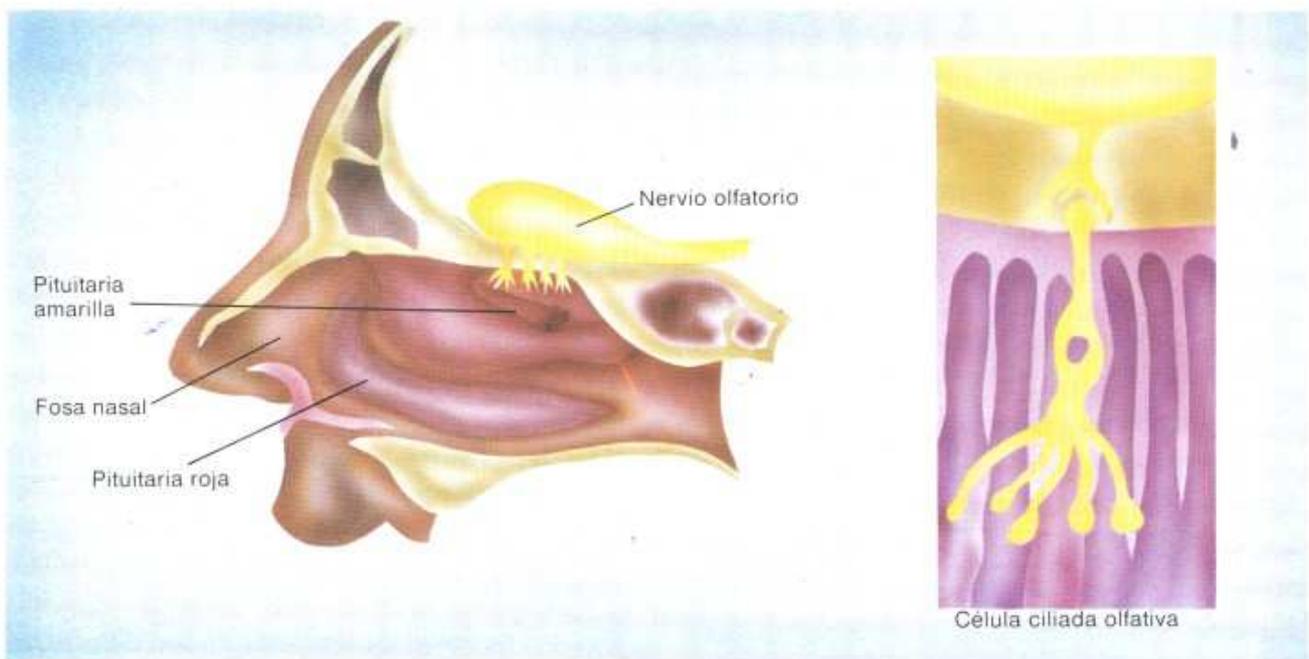
A menudo, es posible encontrar en los comedones bacterias del grupo de los estafilococos, que provocan la infección del grano.

Esta enfermedad aparece generalmente en la pubertad, coincidiendo con el inicio de la actividad de las glándulas endocrinas, que inducen la madurez sexual y estimulan también a las glándulas sebáceas. La enfermedad suele desaparecer cuando se alcanza el tercer decenio de vida.

Las lesiones del acné no deben manipularse jamás con las manos y su tratamiento debe llevarse a cabo bajo las directrices de un especialista.

Cuando se padece la enfermedad, es conveniente reducir la ingestión de alimentos ricos en grasas, como carne de cerdo, frutos secos o chocolate y limitar el consumo de condimentos y de alimentos fuertemente sazonados con especias, como algunos embutidos o quesos.

## B) EL SENTIDO DEL OLFATO



Localización y estructura del órgano del olfato en las fosas nasales.

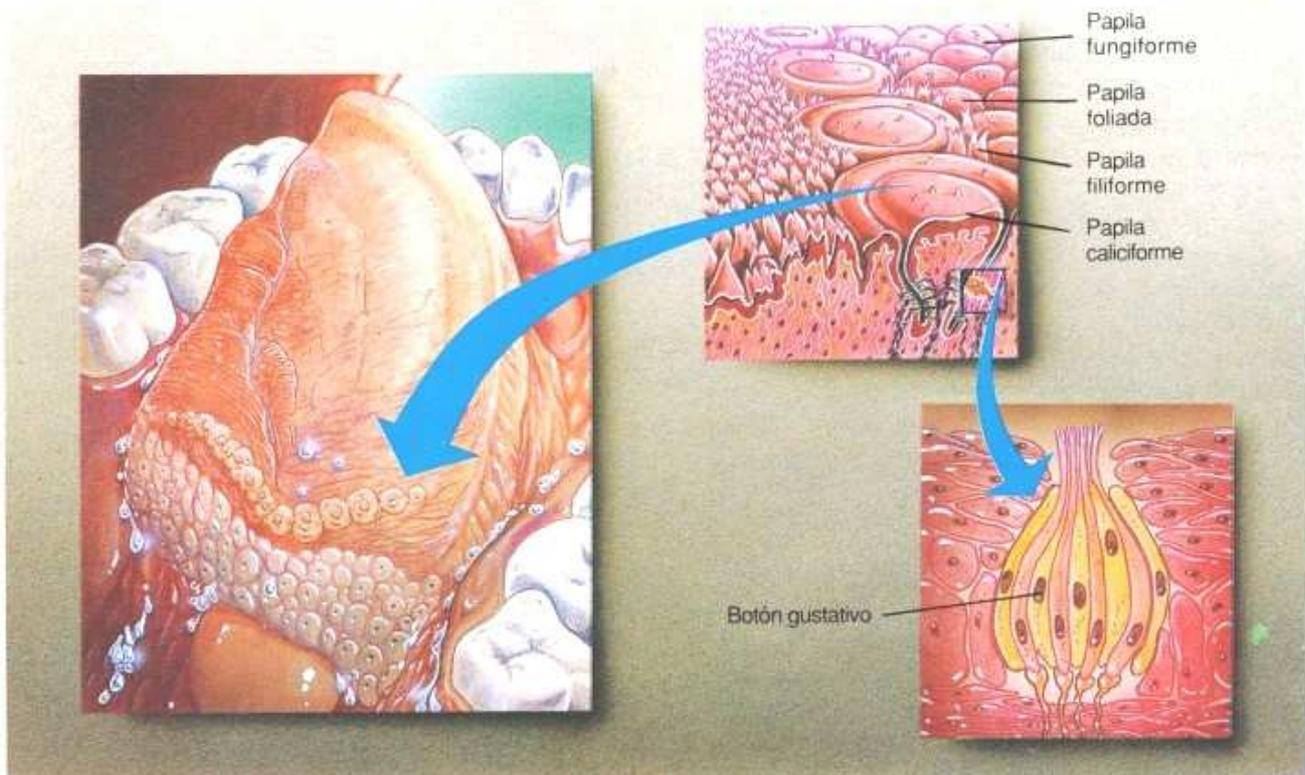
Los receptores olfativos se localizan en el epitelio de la mucosa nasal, concretamente en la región superior, y forman la **pituitaria amarilla**. Son células ciliadas y su misión es doble: recibir y transportar los estímulos.

Los receptores olfativos son sensibles a las sustancias gaseosas y a las sustancias volátiles presentes en el aire inspirado. Esas sustancias son detectadas por los cilios que poseen las células de ese epitelio.

La excitación producida por el estímulo recibido se traslada, en forma de impulso nervioso, a través del *nervio olfatorio* hasta el *bulbo raquídeo* y de ahí a la *corteza cerebral*, donde se hace consciente la sensación, en forma de olor.

Si una misma sustancia estimula la pituitaria de modo constante durante cierto periodo, se produce una adaptación; los receptores cesan de emitir impulsos y ese olor deja de percibirse.

### C) EL SENTIDO DEL GUSTO



Sección de la lengua y distintos tipos de papilas gustativas.

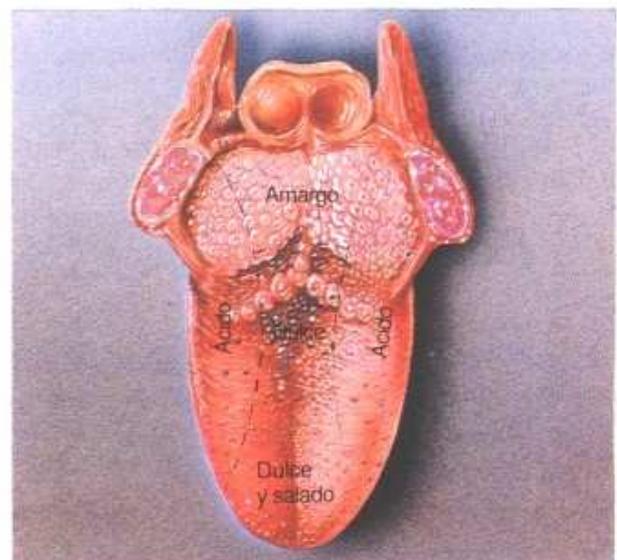
Los receptores gustativos se localizan predominantemente en el dorso de la lengua; las células sensoriales se agrupan formando los *botones gustativos*, que a su vez se hallan incluidos en el epitelio de las **papilas**, que son unas prominencias de la mucosa de la lengua.

Por su forma, las papilas pueden ser *foliadas*, *caliciformes*, *fungiformes* y *filiformes*. Estas últimas, sin botones gustativos, son únicamente táctiles.

Los receptores gustativos son sensibles a las sustancias en estado líquido o a aquellas que están disueltas en la saliva. Los impulsos nerviosos que provocan llegan a la *corteza cerebral* a través del *nervio glossofaríngeo* y allí son registrados de acuerdo con uno de los cuatro posibles tipos de sabor: dulce, salado, amargo y ácido.

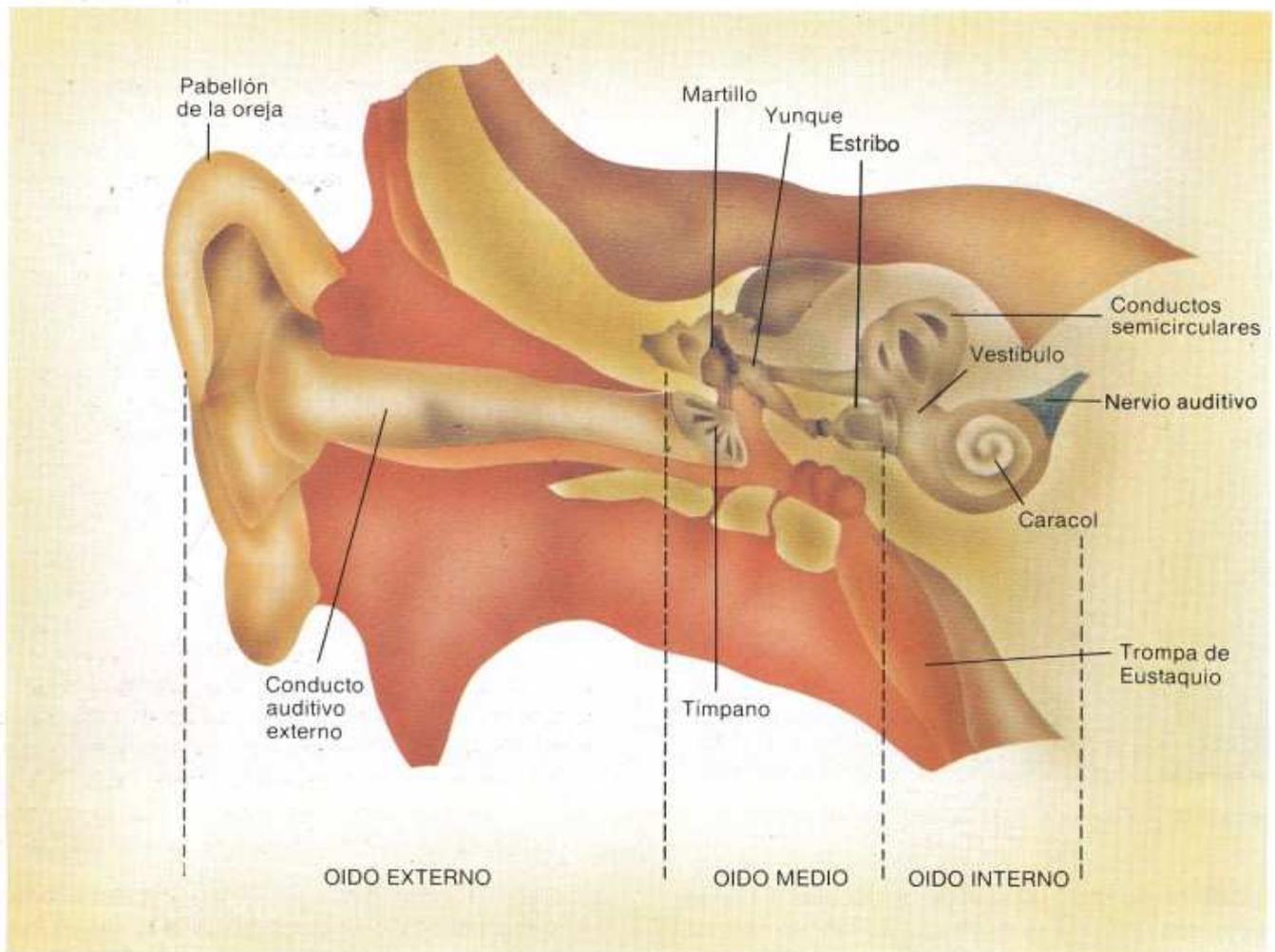
El "sabor" que caracteriza a cada alimento es en realidad una mezcla de sabor y olor, ya que durante la masticación las sustancias volátiles de los alimentos pasan a través de las *coanas* a las fosas nasales, donde al mismo tiempo son olidas.

El sentido del gusto presenta asimismo una marcada adaptación, disminuyendo la sensación con que se percibe un sabor cuando se está saboreando cierto tiempo.



Localización de las áreas de sensibilidad de los cuatro sabores en la lengua.

## D) EL SENTIDO DEL OÍDO Y DEL EQUILIBRIO



Estructura del oído.

### D.1) El órgano auditivo

En el oído se distinguen tres regiones: el *oído externo*, el *oído medio* y el *oído interno*.

**a) El oído externo** está constituido por el pabellón de la oreja y por el conducto auditivo externo.

El *pabellón de la oreja* o *pabellón auricular* está formado por unos pliegues de cartílago característicos, recubiertos por la piel. Tiene forma de embudo y rodea la abertura del conducto auditivo.

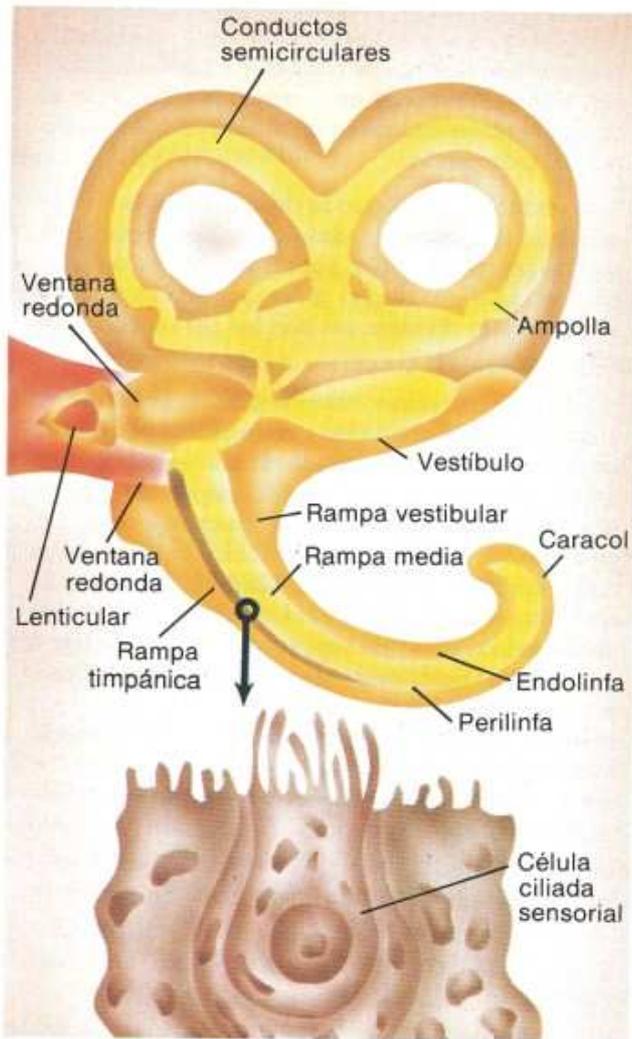
El *conducto auditivo* es un corto tubo de unos 3 cm de longitud. En las paredes de su porción anterior podemos encontrar pelos y *glándulas ce-*

*ruminales* (secretoras del cerumen), que evitan la posible entrada de partículas al interior.

En el fondo del conducto se encuentra el *tímpano* o *membrana timpánica*, un repliegue epitelial que separa el oído medio del externo.

**b) El oído medio** está alojado en una cavidad del hueso temporal, la *caja timpánica*. Comunica con la faringe a través de un conducto, la *trompa de Eustaquio*, que permite la entrada y salida de aire del interior de la caja para equilibrar la presión a uno y otro lado de la membrana timpánica.

En el interior de la caja timpánica se encuentra una cadena de tres huesecillos: *martillo*, *yunque* y *estribo*, que por un extremo están en contacto con el tímpano y por el otro con la membrana que cierra la *ventana oval* del oído interno.



Estructura del oído interno.

**c) El oído interno** está formado por un conjunto de conductos y cavidades excavados en el hueso temporal. El sistema recibe el nombre de *laberinto óseo* y en su interior está alojado, como en un molde, el *laberinto membranoso*. Entre las paredes de ambos laberintos existe un líquido, la *perilinfa*, mientras que el interior del laberinto membranoso está relleno de otro líquido, la *endolinfa*.

En el laberinto se distinguen tres regiones: el vestíbulo, los conductos semicirculares y el caracol o cóclea.

El *vestíbulo* está formado, a su vez, por dos cavidades intercomunicadas entre sí, el *utrículo*, de donde arrancan los conductos semicirculares, y el *sáculo*, comunicado con el caracol.

Los *conductos semicirculares* son tres tubos en forma de arco, dispuestos en tres planos perpen-

diculares entre sí. Cada conducto presenta en uno de sus extremos un ensanchamiento, la *ampolla*, recubierto por un epitelio con células ciliadas sensoriales.

El *caracol* es un canal enrollado espiralmente, dando dos vueltas y media. Su interior está tabicado en tres canales superpuestos. El superior, llamado *rampa vestibular*, termina en la ventana oval y el inferior, denominado *rampa timpánica*, desemboca en la *ventana redonda*, en el límite con el oído medio; ambos canales están rellenos con perilinfa. Entre ambas rampas se localiza la *rampa media* o *conducto coclear*, relleno de endolinfa. En el suelo de esta rampa se encuentran los receptores acústicos, formados por células ciliadas. En conjunto, constituyen el *órgano de Corti*.

## D.2) La audición

Las vibraciones que provocan en el aire las ondas sonoras al propagarse son recogidas por el pabellón auditivo y transportadas por el conducto auditivo hasta el tímpano. El choque de las ondas con el tímpano hace que éste vibre; dicha vibración es amplificada y transmitida por la cadena de huesecillos, hasta alcanzar la ventana oval.

La *placa basal* del estribo transmite la vibración a la perilinfa de la rampa vestibular. Esta vibración es posible debido a que la membrana de la ventana redonda vibra de forma inversa a como lo hace la placa basal del estribo.

Las paredes de la rampa media o coclear no son rígidas; por tanto, la vibración es transmitida también al conducto coclear, siendo detectada por los cilios de las células sensoriales del *órgano de Corti*. Éstas generan impulsos nerviosos que, a través del *nervio acústico*, llegan a la corteza cerebral, donde los sonidos se hacen conscientes.

## D.3) El equilibrio

Los conductos semicirculares basan su funcionamiento en el principio de inercia, de modo análogo a lo que ocurre con una brújula giroscópica.

Al girar la cabeza, el movimiento que realiza el líquido que rellena los conductos semicirculares se retrasa respecto al movimiento de la cabeza,

debido a la inercia. En consecuencia, la endolinfa se desplaza, aparentemente, en sentido contrario al movimiento realizado, si tomamos como referencia las paredes del conducto. El movimiento de la endolinfa es recogido por los cilios de las células sensoriales de las ampollas, las cuales generan impulsos nerviosos que, a través de la *rama vestibular* del nervio acústico, son trasladados al bulbo. De éste parten *fibras nerviosas eferentes* (vías vestibulares secundarias) hacia el cerebelo y la médula, que se encargan de organizar los movimientos reflejos necesarios para mantener el equilibrio.

Es debido a una alteración provocada en el sentido del equilibrio que puede obedecer a causas patológicas, como alteraciones en el nervio auditivo, a la acción de agentes tóxicos como el alcohol o a infecciones del oído medio.

El vértigo no patológico se debe a excitaciones exageradas o desacostumbradas del órgano del equilibrio, producidas, por ejemplo, por un giro brusco del cuerpo. Debido a ello, llegan al sistema nervioso central informaciones discordantes con las del sentido de la vista.

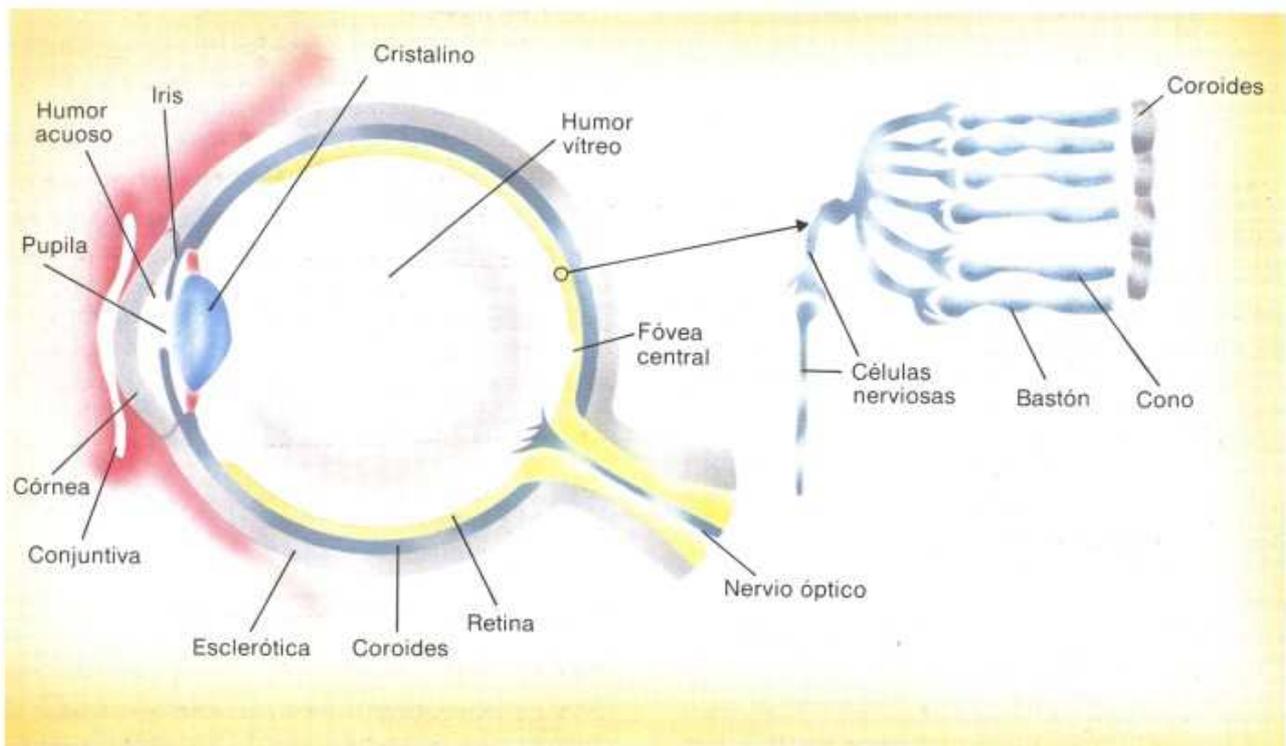
En efecto; mientras estamos girando la cabeza, la endolinfa de los conductos semicirculares se desplaza por inercia en sentido opuesto, lo que es interpretado en el cerebro como un giro. Tal sensación está de acuerdo con el movimiento que observan los ojos. Sin embargo, al cesar el giro, la endolinfa aún continúa desplazándose cierto tiempo, dando la sensación de que el movimiento no se ha detenido, lo que no está de acuerdo con lo que ven los ojos. La discordancia entre ambos sentidos provoca trastornos en los centros vegetativos de coordinación del hipotálamo, que se traducen en los síntomas característicos del vértigo: mareos, náuseas, sudoración, etc.

## DOCUMENTACIÓN

### El vértigo

El vértigo es una sensación de inestabilidad que se caracteriza por un movimiento giratorio aparente del propio cuerpo y de los objetos que nos rodean.

## E) EL SENTIDO DE LA VISTA



Estructura del globo ocular.

El órgano de la vista está constituido por los ojos y los *órganos anejos*.

### E.1) El globo ocular

El *globo ocular* tiene una forma más o menos esférica, estando formado por tres capas: la *esclerótica*, la *coroides* y la *retina*.

a) **La esclerótica**, opaca y de color blanco, presenta un abombamiento transparente en la parte anterior, que se denomina *córnea*. En la parte posterior de la esclerótica se encuentra el orificio por el que sale el *nervio óptico*.

b) **La coroides** es una membrana de color oscuro, ricamente vascularizada. Por detrás de la *córnea*, la coroides es sustituida por un disco muscular, el *iris*, que deja en su centro un orificio, la *pupila*, que permite la entrada de la luz.

c) **La retina** es la capa donde se encuentran los *fotorreceptores*, las células nerviosas sensibles a la luz. Éstas son de dos tipos, los *bastones*, sensibles a la intensidad luminosa y los *conos*, sensibles a las diferentes longitudes de ondas (colores). Estos últimos, abundan más alrededor de la *fóvea central*, una depresión en el centro de la retina, que es donde existe un máximo de agudeza visual. Los axones de las células retinianas se reúnen formando el *nervio óptico*, que arranca del *punto ciego de la retina*, situado debajo de la *fóvea* y denominado así por carecer de receptores.

Por detrás del iris está el *crystalino*, un órgano elástico de color transparente, en forma de lente biconvexa.

Rellenando las cavidades del globo ocular se encuentran dos sustancias líquidas: el *humor acuoso*, situado entre la *córnea* y el *crystalino*, y el  *cuerpo vítreo*, que se localiza entre el *crystalino* y la retina.

### E.2) Los órganos anejos

Los *órganos anejos* son las *cejas*, los *párpados*, el *aparato lacrimal* y los *músculos oculares*.

a) **Las cejas**, situadas sobre las órbitas oculares, tienen como misión desviar el sudor de la frente, para impedir que éste alcance a los ojos.



Órganos anejos del ojo.

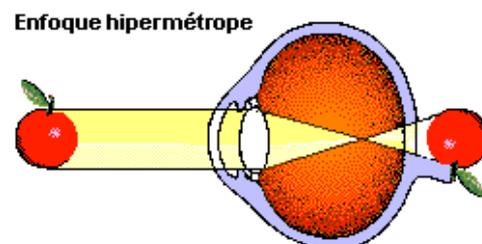
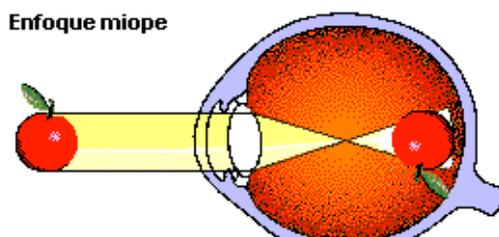
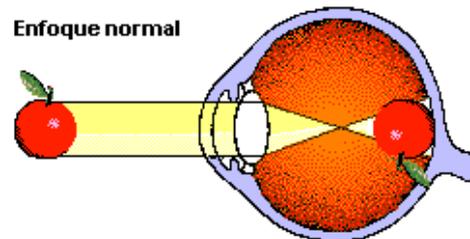
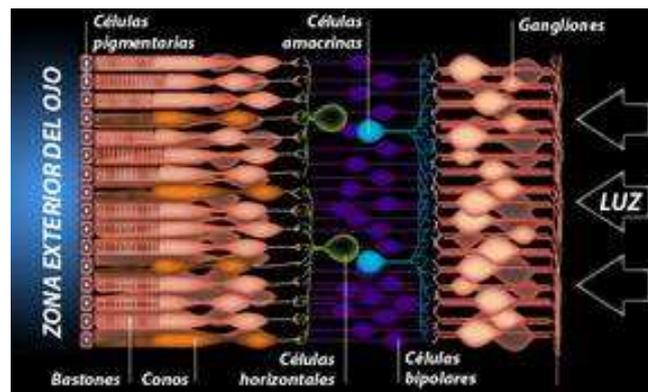
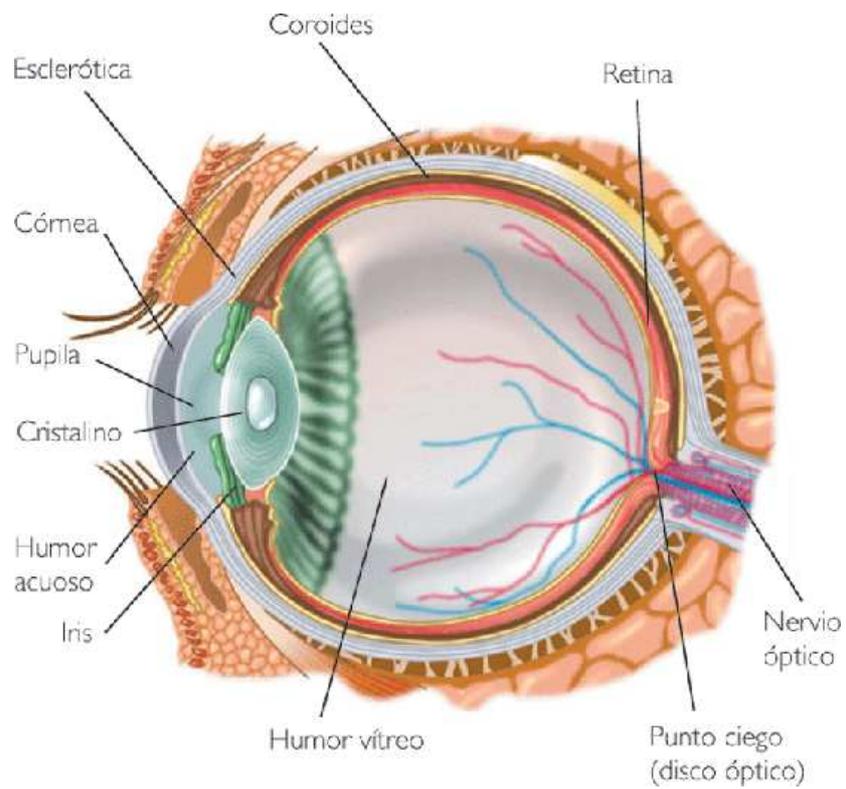
b) **Los párpados** son dos repliegues de la piel, cuya misión es la de proteger al ojo. La membrana interna se continúa por delante del globo, formando una fina membrana conjuntiva. En el borde de los párpados se localizan las *pestañas* y las *glándulas sebáceas de Meibomio*, que las impermeabilizan.

c) **El aparato lacrimal** está formado por las *glándulas lacrimales*, que segregan el líquido lacrimal cuya misión es humedecer la conjuntiva, y los *conductos lacrimales*, que evacúan las lágrimas hacia las fosas nasales.

El globo ocular dispone de gran movilidad, gracias a seis músculos, cuatro rectos y dos oblicuos, que se insertan en la esclerótica y en las paredes de las órbitas.

### E.3) El funcionamiento del ojo

El ojo funciona como una cámara fotográfica. Como ésta, posee un objetivo con una lente, el *crystalino*, un diafragma, el *iris*, y una película sensible, la *retina*.



© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

La luz excita los conos y bastones de la retina, que transforman esos estímulos en impulsos nerviosos. A través del nervio óptico, llegan a las áreas visuales de la corteza cerebral, donde esos impulsos son integrados e interpretados, dando lugar a las sensaciones visuales.

Para que ello ocurra, las imágenes de los objetos observados deben “dibujarse” correctamente sobre la retina. La capacidad del ojo para enfocar adecuadamente objetos situados a diferentes distancias recibe el nombre de *acomodación* y se consigue variando la curvatura del cristalino. Éste se aplana para enfocar objetos distantes, mientras que aumenta su curvatura para enfocar objetos cercanos. Existe un límite en el proceso de adaptación, debido al cual los objetos situados a menos de 15 cm del ojo no pueden ser enfocados y se ven borrosos.

El ojo posee un mecanismo que le permite adaptarse a diferentes intensidades luminosas. Ante una luz muy intensa, los músculos circulares del iris se contraen, provocando la constricción de la pupila. Por el contrario, ante luces de poca intensidad, son las fibras radiales las que al contraerse provocan que se abra la pupila.

Los procesos de acomodación y regulación de la luminosidad se realizan automáticamente, estando controlados por el sistema nervioso vegetativo.

La percepción del relieve o visión estereoscópica se debe a que, en realidad, “vemos” dos imágenes distintas de un mismo objeto, correspondiendo cada una de ellas a un ojo. El cerebro “funde” esas dos imágenes en una sola, generando la sensación de perspectiva o relieve, que nos permite apreciar las distancias.

## Cuestiones

1. ¿Qué son los receptores nerviosos?
2. Señala los diferentes corpúsculos sensitivos que podemos encontrar en la piel, indicando el tipo de estímulo a que son sensibles.
3. Explica la función que desempeñan los conductos semicirculares del oído interno.
4. ¿En qué consiste la acomodación de la vista? ¿Cómo se consigue?

## 2. EL APARATO LOCOMOTOR

Los órganos responsables del movimiento son los huesos y los músculos. El **sistema esquelético**, constituido por los huesos, es el soporte pasivo que sirve de inserción a los músculos, cuyo conjunto constituye el **sistema muscular**. Ambos sistemas están, por tanto, vinculados a la locomoción e integran el aparato locomotor.

### A) LOS HUESOS

Los *huesos*, además de servir de soporte para la inserción de los músculos, forman el armazón que sostiene y protege a los otros órganos. Constituyen también una reserva dinámica de calcio, en continuo intercambio con la sangre.

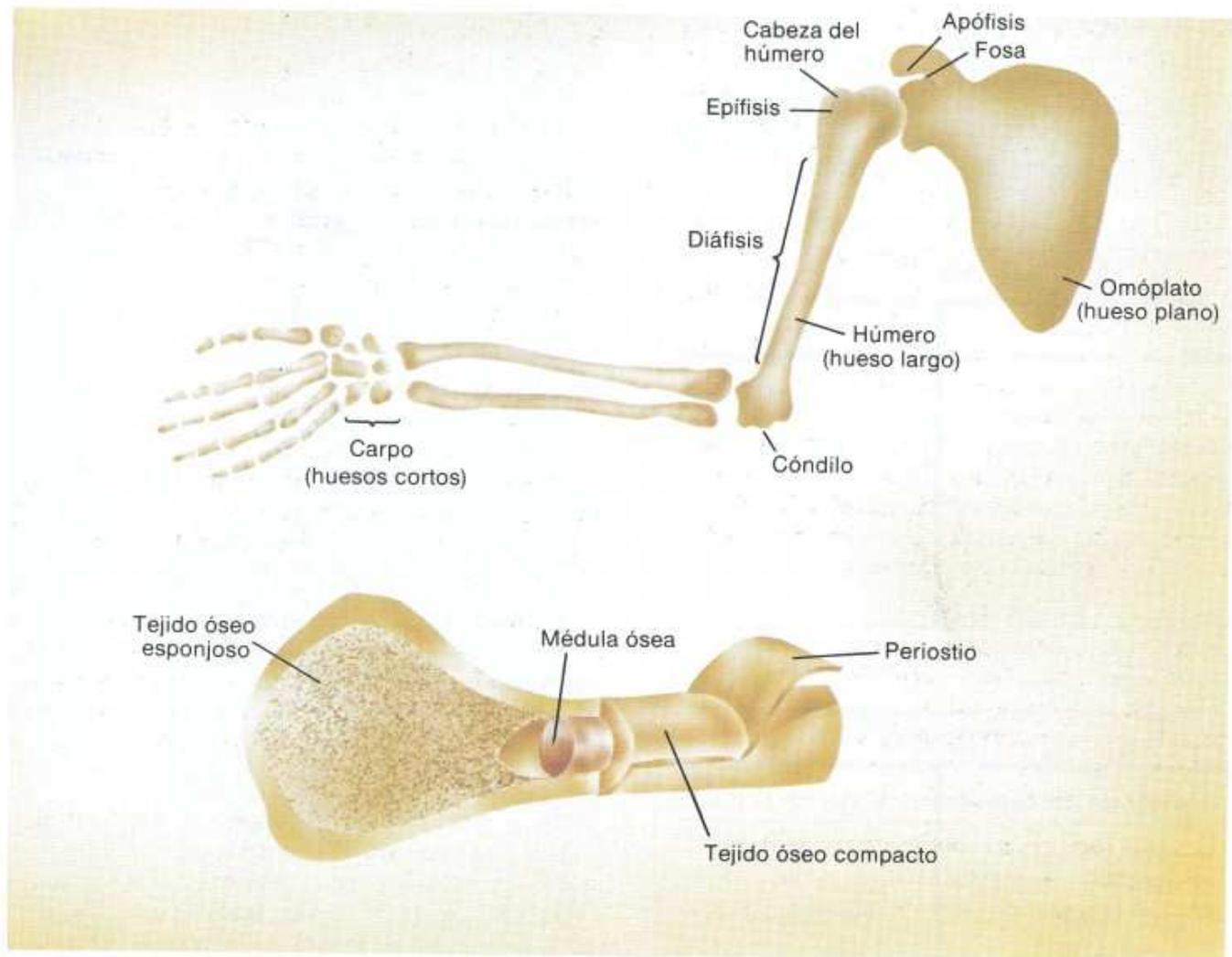
Los huesos están formados por *tejido óseo*, de la variedad *compacta* en la parte externa y de la variedad *esponjosa* en el interior. Externamente se hallan revestidos por una membrana de tejido conjuntivo, denominada *periostio*, que es la responsable de su crecimiento en grosor.

Por la forma podemos distinguir tres tipos de huesos: **huesos cortos**, en los que las tres dimensiones espaciales son prácticamente iguales, como los huesos del carpo; **huesos planos**, en los que predominan claramente dos dimensiones, como ocurre con el omóplato, y **huesos largos**, en los que predomina una dimensión, como el fémur.

En un hueso largo se pueden distinguir dos regiones; los extremos ensanchados constituyen la *epífisis* y la parte central, alargada y hueca, forma la *caña* o *diáfisis*.

El tejido óseo esponjoso de la epífisis está relleno por la *médula ósea roja* que, como sabes, tiene una función hematopoyética. La *médula amarilla* o *tuétano*, de tejido adiposo, rellena la diáfisis, cuyas paredes son de tejido óseo compacto.

Entre epífisis y diáfisis existe una franja de tejido cartilaginoso; es el *cartílago de crecimiento*. Éste va creciendo en longitud, lo que provoca el alargamiento del hueso. A medida que crece, se va osificando, siendo sustituido el tejido cartilaginoso por tejido óseo. La osificación total del cartílago tiene lugar aproximadamente a los veinte años; a partir de entonces, cesa el crecimiento.



Tipos de huesos.

En algunos huesos se observan prominencias como las *apófisis*, que sirven para la inserción de los músculos, o las *cabezas* y *cóndilos*, de forma redondeada, cuya misión es articular. Las depresiones se denominan *fosas* o, si son profundas, *cavidades*, estas últimas de carácter articular.

ósea, lo que origina un esqueleto blando y deformable. Este trastorno se denomina en los niños **raquitismo** y en los adultos **osteomalacia**.

Las causas de esa descalcificación son varias. En primer lugar, pueden deberse a la carencia de vitamina *D* o a un aumento en la movilización del calcio, como ocurre en el embarazo y en la lactancia. También se origina a causa de trastornos endocrinos, concretamente cuando existe una producción exagerada de hormona por parte de la glándula paratiroides (*hiperparatiroidismo*), ya que esta hormona regula la descalcificación ósea.

## DOCUMENTACIÓN

### Enfermedades de los huesos

Los huesos, como órganos vivos que son, están sometidos a múltiples factores, que pueden afectar a su estructura y metabolismo.

Los principales trastornos de los huesos están relacionados con el metabolismo del calcio y del fósforo, y se traducen generalmente en una descalcificación

Con la edad, el balance entre la actividad de las células constructoras del hueso (los osteoblastos) y la de las células destructoras (los osteoclastos), es favorable a estas últimas. El resultado es la **osteoporosis senil**, de efectos parecidos a la osteomalacia; los huesos se hacen frágiles y cualquier pequeño accidente puede producir graves fracturas.

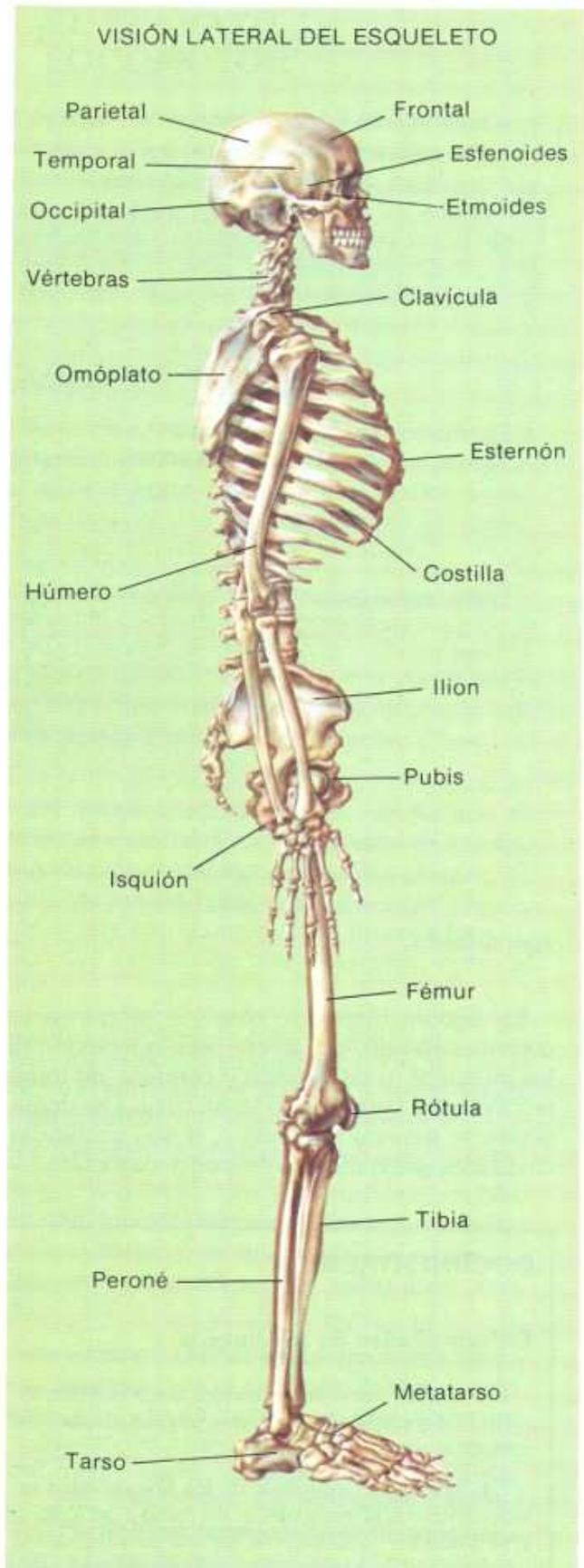
## B) EL ESQUELETO

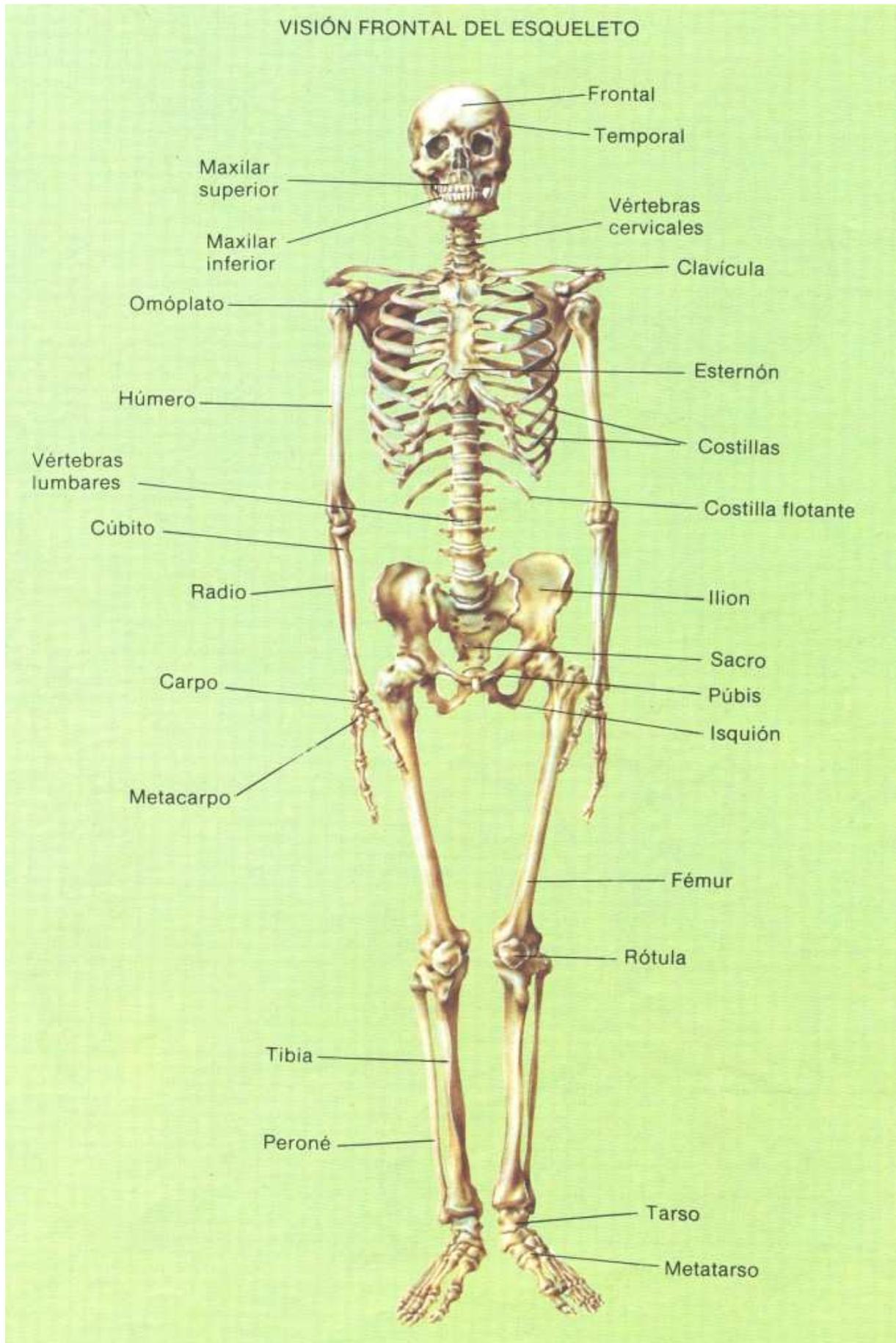
Está constituido por más de 200 piezas, que se articulan entre sí. Los huesos más importantes son los que figuran en estos cuadros:

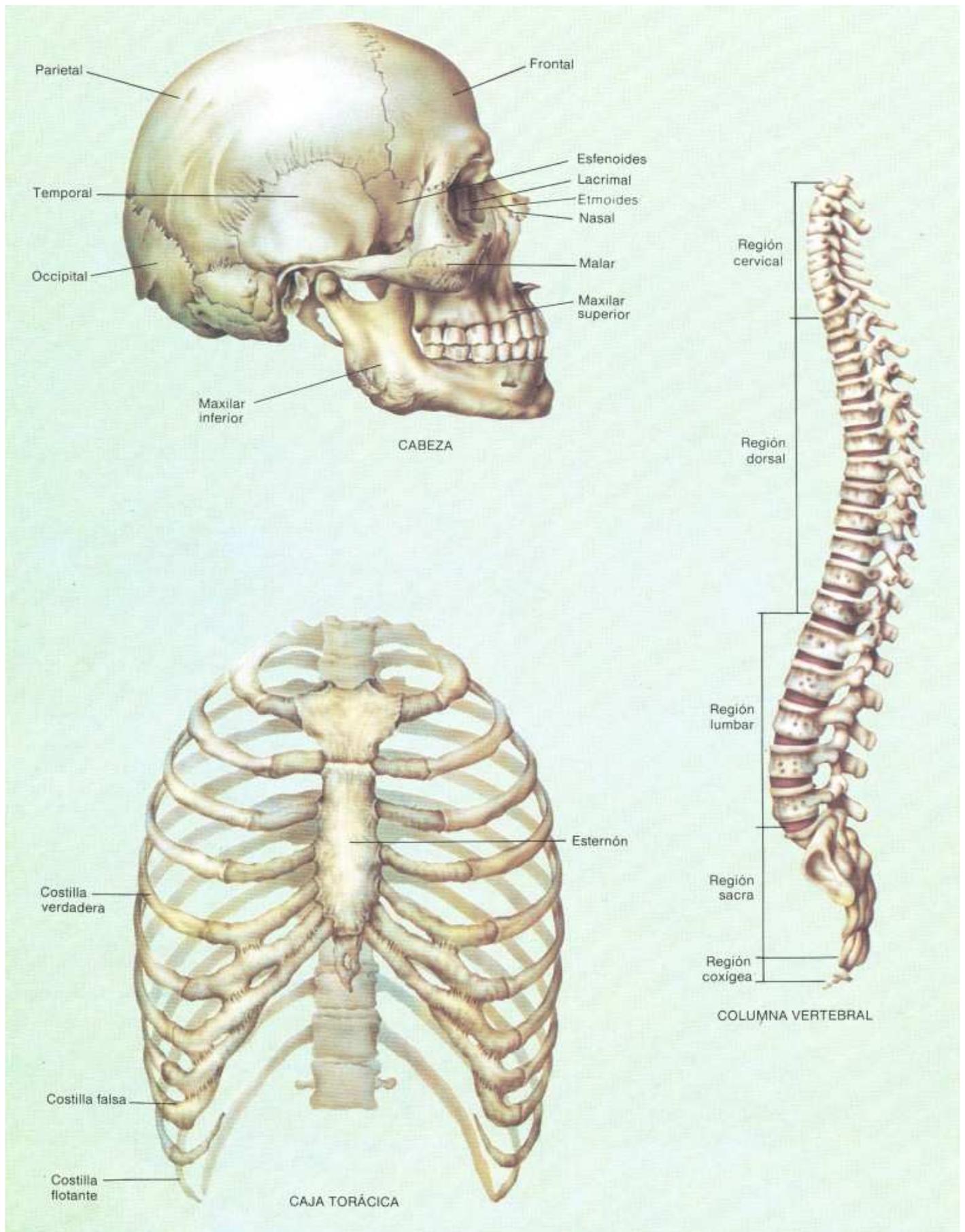
CABEZA			
Cráneo		Cara	
<i>Pares</i>	<i>Impares</i>	<i>Pares</i>	<i>Impares</i>
Temporales Parietales	Frontal Occipital Etmoides Esfenoides	Lacrimales Nasales Cornetes Malares Palatinos Maxilar sup.	Vómer Maxilar inf.

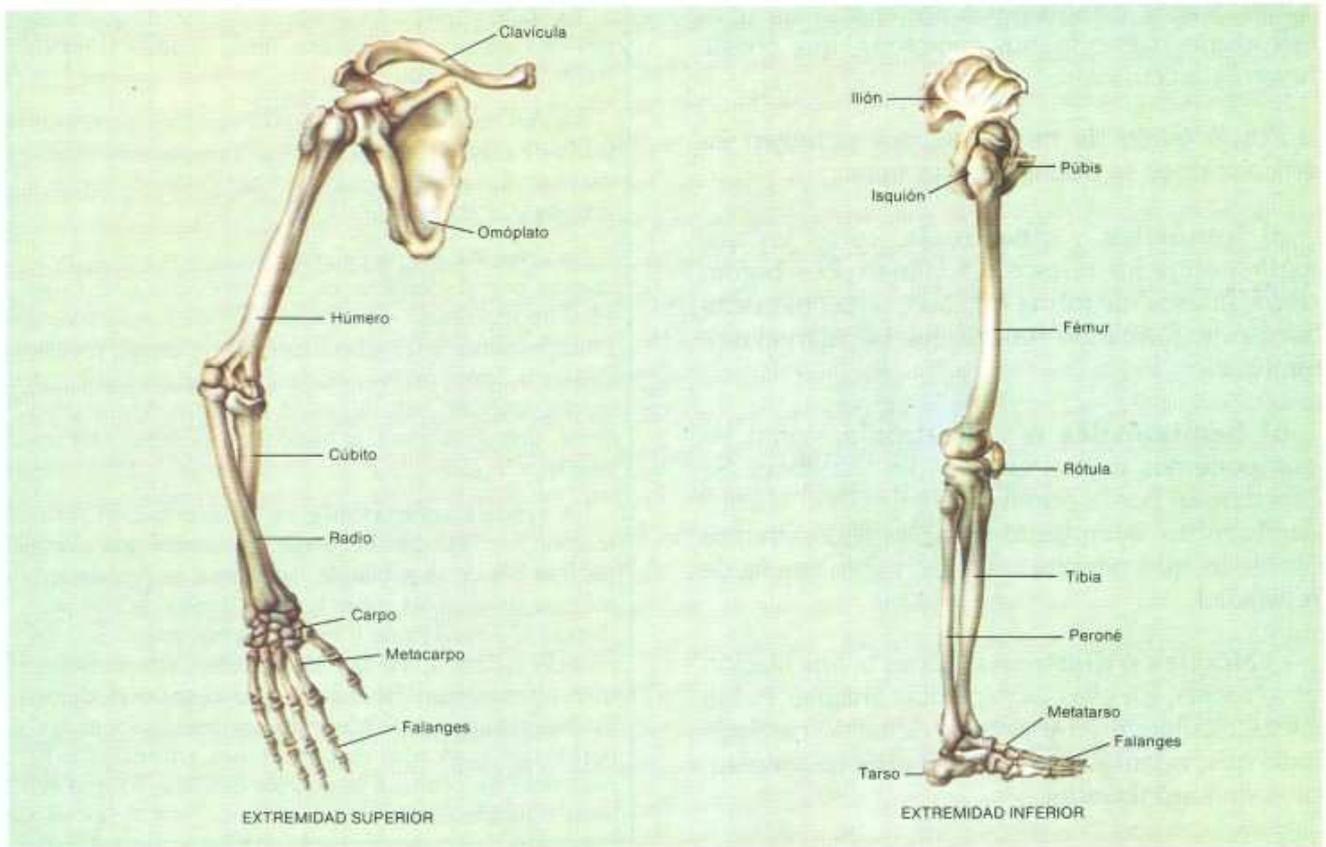
TRONCO	
Columna vertebral	Caja torácica
Región cervical (7 vértebras)	Costillas verdaderas (7 pares)
Región dorsal (12 vértebras)	Costillas falsas (3 pares)
Región lumbar (5 vértebras)	Costillas flotantes (2 pares)
Región sacra (5 vértebras)	Esternón
Región coxígea (4 o 5 vértebras)	

EXTREMIDADES	
Superiores	Inferiores
Cintura escapular (clavícula y omóplato)	Cintura pelviana o coxales (ilión, isquión, pubis)
Brazo (húmero)	Muslo (fémur)
Antebrazo (cúbito y radio)	Pierna (rótula, tibia y peroné)
Mano (carpo y metacarpo)	Pie (tarso y metatarso)
Dedos (falanges)	Dedos (falanges)



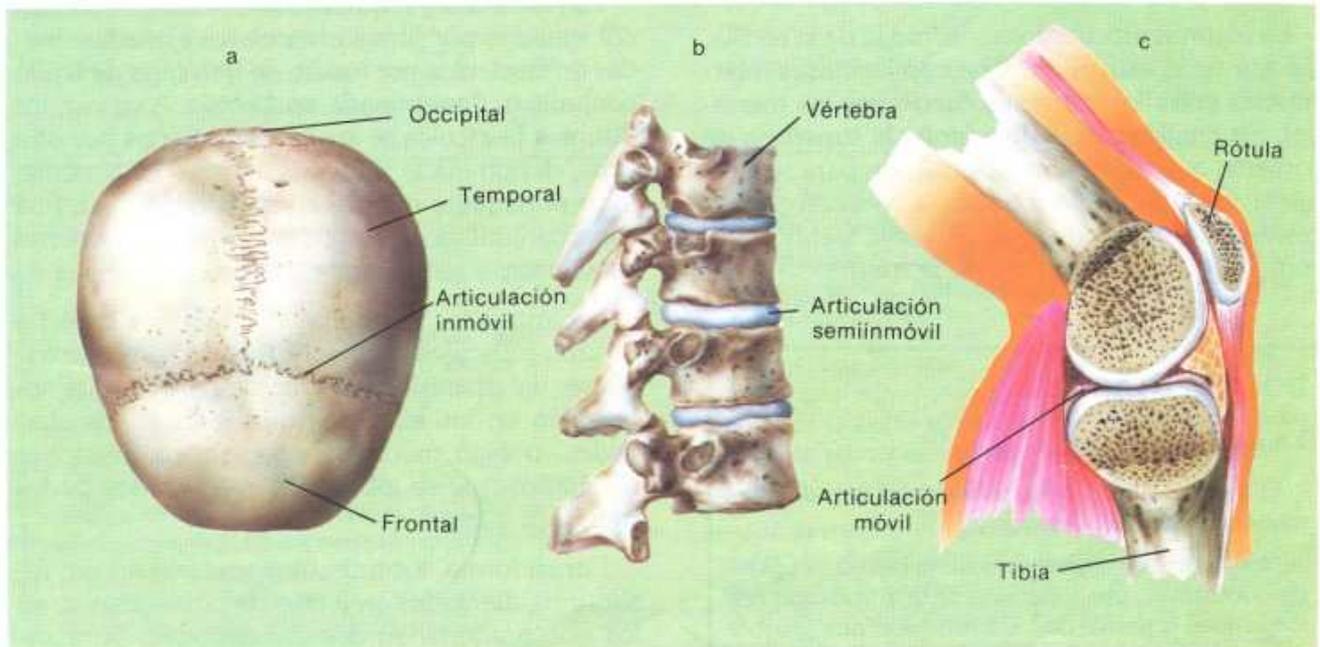






Huesos de las extremidades.

### C) LAS ARTICULACIONES



a) Articulación inmóvil de los huesos del cráneo. b) Articulación semimóvil de los huesos vertebrales. c) Articulación móvil de los huesos de la rodilla.

Los huesos están unidos por medio de unas estructuras más o menos complejas, que constituyen la *articulación*.

Por el grado de movilidad que permiten las articulaciones se distinguen tres tipos:

**a) Inmóviles o sinartrosis**, como las que existen entre los huesos del cráneo. Los bordes de los huesos, de forma dentada, se acoplan mutuamente, formando suturas que impiden el movimiento.

**b) Semimóviles o anfiartrosis**, como las que podemos encontrar entre las vértebras. Se caracterizan por la presencia de un *disco elástico cartilaginoso*, interpuesto entre los dos extremos óseos, lo que permite tan sólo cierto grado de movilidad.

**c) Móviles o diartrosis**, como la articulación de la rodilla. En ellas, la superficie articular es lisa y está recubierta de una capa de tejido cartilaginoso que, además de favorecer el deslizamiento, sirve de amortiguador.

Entre los extremos óseos de una articulación móvil queda una cavidad, la *cápsula articular*, cerrada por una especie de bolsa, la *membrana sinovial*, que rodea toda la articulación. Esa cavidad está rellena de un líquido lubricante, la *sinovia* o líquido sinovial.

En algunas articulaciones, como la de la rodilla, existen unas estructuras fibrocartilaginosas interpuestas entre los extremos óseos; son los *meniscos*. Su finalidad es la de adaptar la superficie de contacto que existe entre los huesos, para repartir mejor la carga. Si se someten a sobrecargas excesivas, puede producirse su lesión, siendo muy complicado el tratamiento de la misma.

## DOCUMENTACIÓN

### La artritis

El término *artritis* designa cualquier tipo de inflamación de las articulaciones.

Algunas son pasajeras, como es el caso del **esguince** o torcedura, una distensión de la articulación con rotura total o parcial de los ligamentos, que provoca un intenso dolor y el derrame inflamatorio intraarticular.

También pueden ser trastornos crónicos, que afectan una articulación tras otra, hasta impedir el movimiento del paciente.

Existen muchos tipos de artritis crónicas, en su mayoría de origen desconocido, aunque pueden clasificarse en dos grandes grupos: la *artritis degenerativa o artrosis* y la *artritis reumatoide*.

La **artrosis** es una enfermedad degenerativa, producida por el desgaste de los cartílagos articulares (deshilachamiento, estrechamiento, etc.), que afecta principalmente a las articulaciones periféricas, rodilla, cadera o dedos de las manos. Se caracteriza por una rigidez articular, con dificultad de movimientos y un dolor, que se produce al inicio de éste o tras una sobrecarga.

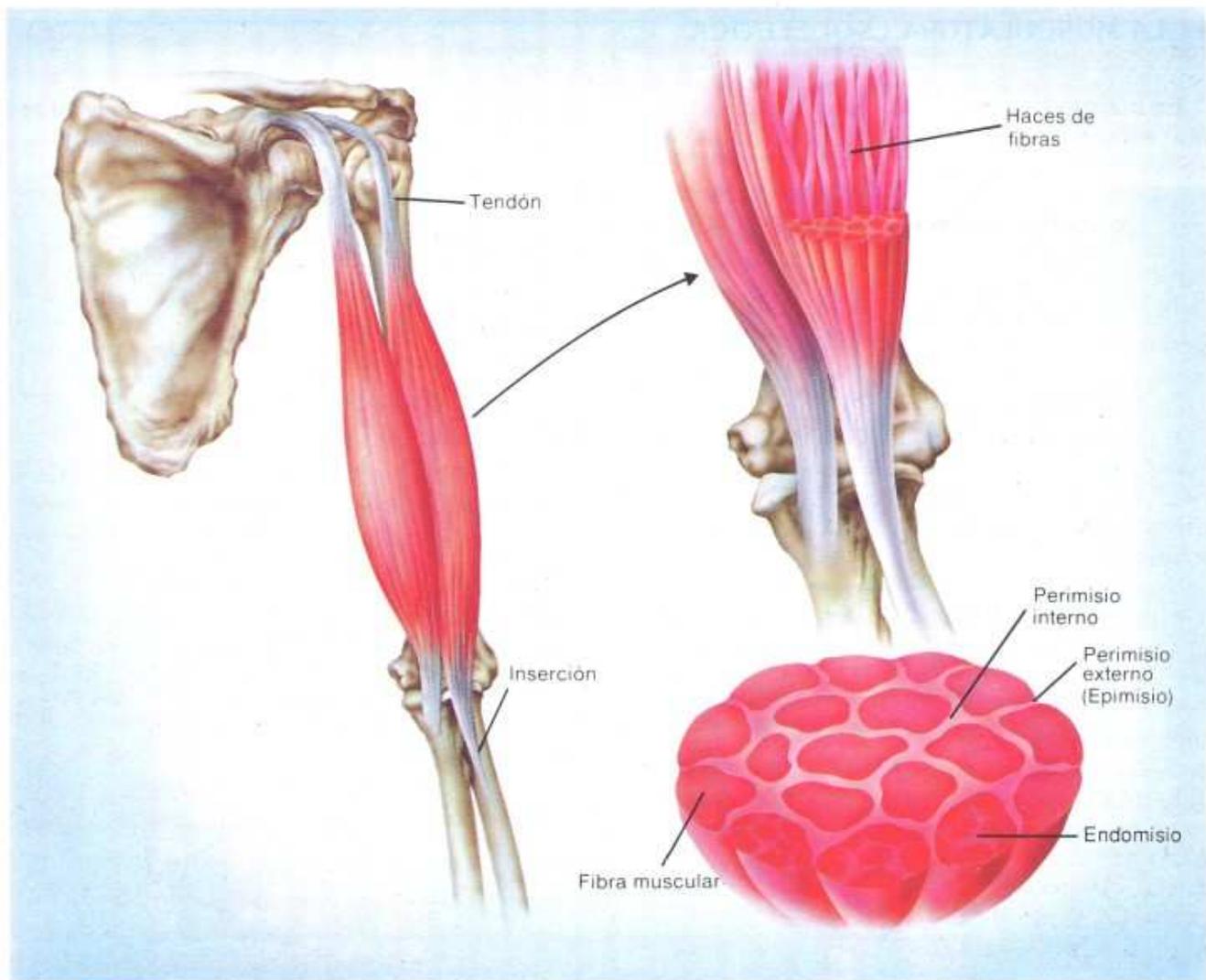
La **artritis reumatoide** es la enfermedad inflamatoria articular más frecuente. Se calcula que afecta del 2 al 5% de la población. Su origen se desconoce, aunque se especula sobre la coincidencia de una predisposición hereditaria y de un agente infeccioso. En primera instancia, afecta a las articulaciones menores, que se presentan hinchadas, provocando el dolor. Posteriormente, se ven afectadas las articulaciones mayores, con marcadas deformaciones articulares y finalmente, se produce anquilosis articular, lo que da lugar a una invalidez.

## D) LOS MÚSCULOS

Los *músculos*, esqueléticos o voluntarios están constituidos por fibras musculares estriadas, unidas en fascículos por medio de una capa de tejido conjuntivo, denominada *endomisio*. A su vez, los distintos fascículos se encuentran unidos por otra capa, denominada *perimisio interno*. Finalmente, todo el paquete muscular está rodeado por una capa conjuntiva, que forma el *perimisio externo* o *epimisio*.

Los músculos se unen a los huesos, a la piel o a otros músculos mediante *tendones*, prolongaciones del epimisio en forma de cordón, que sobresalen en los extremos de los músculos alargados, o bien mediante *aponeurosis*, tendones aplanados que se localizan en los bordes de los músculos planos.

Por su forma, los músculos se clasifican en: *fusiformes*, alargados en forma de huso; *planos*, en los que predominan dos dimensiones; *orbiculares*, de forma semicircular, y *esfínteres*, de forma anular.



Estructura del músculo.

## DOCUMENTACIÓN

### Los esguinces y las distrofias musculares

Los *esguinces* se producen por la incoordinación o desequilibrio de un músculo o de un sistema de músculos, lo que da lugar al desgarro de un músculo o de un tendón.

El tratamiento consiste en la inmovilización del músculo afectado. Sin embargo, si el desgarro es completo es necesaria la intervención quirúrgica.

Se conoce como *distrofias musculares* a una serie de enfermedades, determinadas genéticamente, que se caracterizan por la debilidad y la atrofia muscular.

Una de las formas más frecuente de distrofia muscular es la del tipo *Duchenne*; se trata de una enfermedad ligada al sexo que sólo es padecida por los individuos de sexo masculino ya que es producida por un gen recesivo localizado en el cromosoma X.

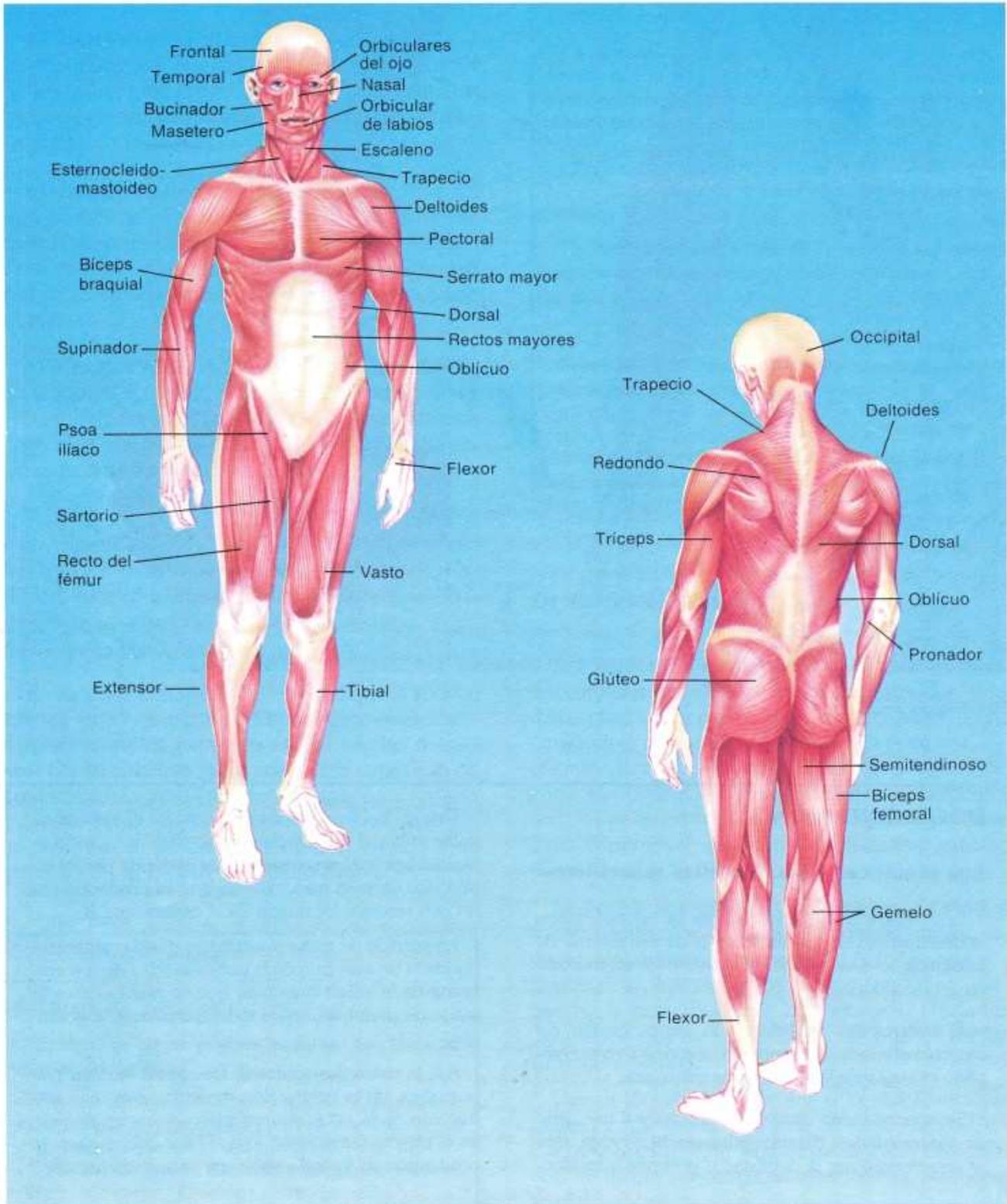
La pérdida de masa muscular es debida, probablemente, a un aumento en la permeabilidad de la membrana de la célula muscular, que se manifiesta en la salida de proteínas, sobre todo enzimáticas, a la sangre.

Así, la *creatinfosfoquinasa*, una de las enzimas responsables de la contracción muscular, está muy disminuida en la célula muscular (y por contra elevada en el plasma sanguíneo), lo que hace que se altere la producción de energía necesaria para la contracción.

### E) LA MUSCULATURA ESQUELÉTICA

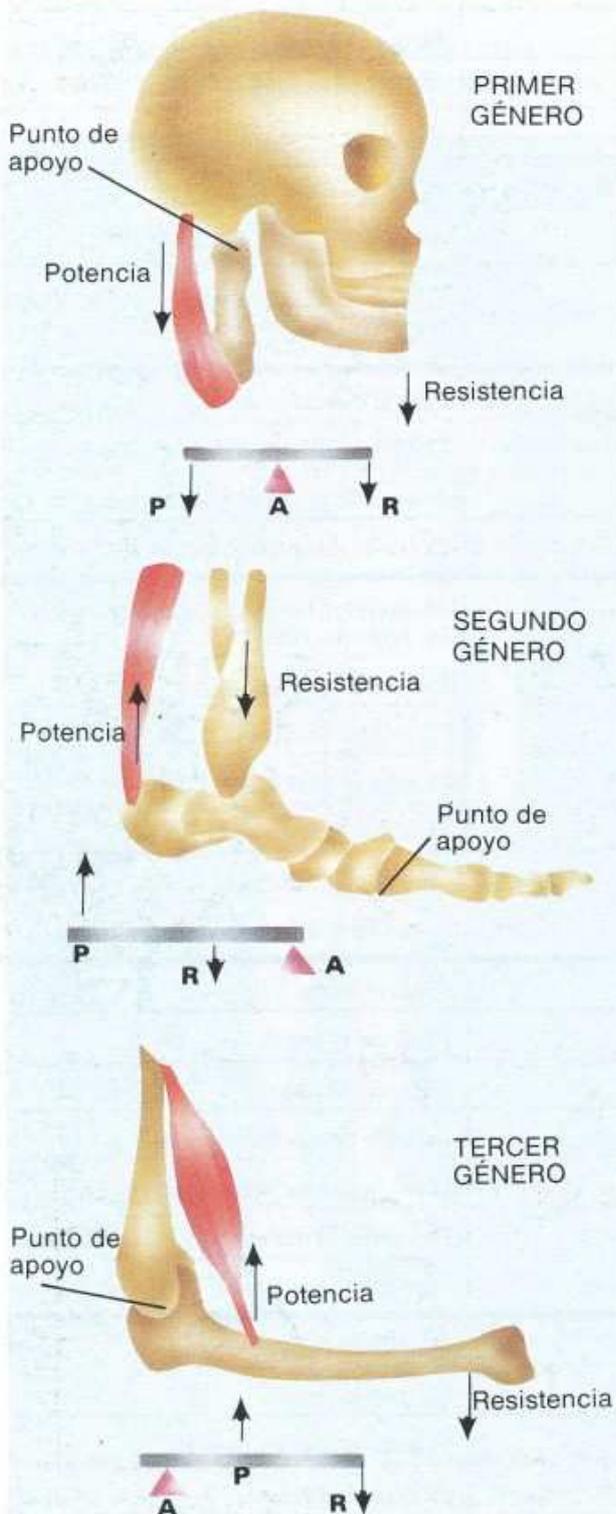
En nuestro cuerpo existen unos 400 músculos, que constituyen del 35 al 40% del peso del or-

ganismo. Los más importantes son los que se resumen en el cuadro de la página siguiente:



<b>C A B E Z A</b>	<b>Mimicos</b>	Frontal	Levanta las cejas
		Nasales	Arrugan la nariz
		Bucinadores	Hinchan los carrillos
		Risorios	Elevan la comisura de los labios
		Orbiculares de labios	Abren y cierran los labios
		Orbiculares de ojos	Abren y cierran los párpados
	<b>Masticadores</b>	Temporales	Elevan la mandíbula inferior y la comprimen contra la superior
		Maseteros	
<b>C U E L L O</b>	<b>Cuello frontal y lateral</b>	Esternocleidomastoideo	Gira la cabeza a derecha o izquierda
		Escalenos	Doblan la cabeza a derecha e izquierda
		Digástrico	Desciende la mandíbula inferior
	<b>Nuca</b>	Trapezio	Dobla la cabeza hacia atrás
<b>T R O N C O</b>	<b>Tronco anterior</b>	Pectorales	Mueven los brazos hacia delante y elevan las primeras costillas
		Serratos mayores	Elevan el hombro
		Intercostales	Elevan las costillas
		Rectos mayores	Doblan el tronco hacia delante
		Oblicuos mayores	Doblan el tronco hacia atrás
	<b>Tronco posterior</b>	Dorsal ancho	Mueve el brazo hacia atrás
		Serratos menores	Bajan las costillas
<b>E X T S U P E R I O R E S</b>	<b>Hombro</b>	Deltoides	Eleva el brazo
	<b>Brazo</b>	Bíceps braquial	Flexiona el brazo
		Tríceps	Extiende el brazo
	<b>Antebrazo</b>	Pronadores	Giran la palma hacia arriba
		Supinadores	Giran la palma hacia abajo
		Palmares	Flexionan la mano sobre el antebrazo
		Flexores y extensores	Flexionan y extienden los dedos
	<b>E X T. I N F E R I O R E S</b>	<b>Región pélvica</b>	Glúteos
Psoas ilíaco			Eleva el muslo
<b>Muslo</b>		Sartorio	Permite cruzar las piernas
		Bíceps femoral	Flexiona la pierna
		Cuádriceps femoral	Extiende la pierna
<b>Pierna</b>		Tibial	Flexiona el pie hacia la pierna
		Gemelo	Levanta el talón
		Flexores y extensores	Flexionan y extienden los dedos

## F) LA ACCIÓN DE LOS MÚSCULOS



Ejemplos de los tres tipos de palancas en el aparato locomotor.

Los movimientos esqueléticos son el resultado de la contracción de los músculos aplicada sobre un complicado sistema de palancas, formadas por los huesos y las articulaciones.

En el organismo podemos encontrar los tres géneros de palanca que existen:

**a) Palanca de primer género,** con el punto de apoyo (A) entre la potencia (P) y la resistencia (R). Un ejemplo de ello es la que forman la articulación de la cabeza con la columna vertebral y el músculo trapecio.

**b) Palanca de segundo género,** con la resistencia entre la potencia y el punto de apoyo. Es la que forman la articulación de los huesos de la pierna con el pie y los músculos gemelos.

**c) Palanca de tercer género,** con la potencia entre el punto de apoyo y la resistencia. Corresponde a la articulación de los huesos del brazo con los del antebrazo y el bíceps braquial.

Como puedes observar, los músculos se insertan en los huesos, a ambos lados de la articulación, de modo que su contracción provoca el acercamiento de uno de los huesos hacia el otro, que permanece relativamente estacionario.

Generalmente, los músculos no actúan de forma independiente, sino en grupos, ejerciendo una acción antagónica. Por ejemplo, el bíceps braquial flexiona el brazo, mientras su antagónico, el tríceps, lo extiende.

## Cuestiones

- Describe la estructura de un hueso largo.
- ¿Qué origina el crecimiento en grosor y el crecimiento en longitud en los huesos?
- Señala las diferencias estructurales más importantes que existen entre los tres tipos de articulaciones.
- Describe la estructura de un músculo fusiforme.
- ¿Qué diferencia existe entre tendones y aponeurosis?
- ¿Cómo ejercen los músculos su acción sobre el esqueleto?
- Cita dos músculos de acción antagónica en la pierna.
- Explica con un ejemplo muscular y esquelético, el funcionamiento de una palanca de tercer género.