



GUÍA DE ESTUDIO

PRINCIPIOS BÁSICOS DE ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA



AUTORES:

KLEBER ADRIAN TENE QUINCHI

DORIAN EMANUEL GUEVARA GALÁRRAGA

GUÍA DE ESTUDIO:

PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA
ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA

EDITORIAL:

Instituto Superior Tecnológico
Riobamba – "Editorial ISTR"

INSTITUCIÓN:

Instituto Superior Tecnológico
Riobamba

CIUDAD, PAÍS:

Riobamba - Ecuador

DISEÑADO Y DIAGRAMADO POR:

Ing. Ana Huilcarema B

REVISADO POR:

Comité Científico Académico y
Propiedad intelectual – EDITORIAL
ISTR

COPYRIGHT: © Todos los derechos
reservados

Serie N°2

ISBN: 978-9907-806-08-3

Queda rigurosamente prohibida, sin la
autorización escrita de los titulares del
«Copyright», bajo las sanciones
establecidas en la Ley de Propiedad
Intelectual, la reproducción parcial o
total de esta obra por cualquier medio
o procedimiento, comprendidos en la
reprografía y tratamiento informático.

AÑO 2026

CONTENIDO

PRÓLOGO	7	2.1.4. Células óseas y formación	32
PRESENTACIÓN	8	2.1.5. División Del Sistema Esquelético	36
INTRODUCCIÓN	9	2.1.6. Enfermedades Óseas Y Medicamentos	39
1. ANATOMÍA GENERAL		2.1.7. Principales Enfermedades Óseas Y Su Tratamiento.....	40
FUNDAMENTOS DE LA ANATOMÍA	10	2.2. Anatomía y fisiología articular	42
1.1. Introducción a la Anatomía y Fisiología	10	2.2.1. Tipos De Articulaciones Y Su Función	42
1.1.1. Importancia Del Estudio De La Anatomía Y Fisiología En El Ámbito Farmacéutico	11	2.2.2. Funciones Generales De Las Articulaciones.....	43
1.1.2. Niveles De Organización	11	2.2.3. Articulación Sinovial: Anatomía y Partes Principales ...	45
1.1.3. Términos Y Planos Anatómicos	13	2.2.4. Movimientos Articulares Básicos	48
1.1.4. La Homeostasis	21	2.2.5. Trastornos Articulares y Medicamentos	50
AUTOEVALUACIÓN	25	2.2.6. Tratamiento Farmacológico De Los Trastornos Articulares.....	50
2. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LOS APARATOS (GENERALIDAD DE ESTRUCTURA Y FUNCIÓN)	27	2.3. Anatomía y fisiología muscular	51
2.1. Anatomía y fisiología del sistema óseo.....	28	2.3.1. Anatomía Muscular	52
2.1.1. Funciones Del Sistema Óseo	28	2.3.2. Funciones De Los Músculos	53
2.1.2. Tipos de huesos.....	29		
2.1.3. Estructura del hueso ...	30		

2.3.3. Tipos De Músculos.....	54	3.1.4. Ciclo cardiaco	83
2.3.4. Estructura Muscular	59	3.1.5. Vasos Sanguíneos	84
2.3.5. Contracción muscular .	60	3.1.6. Circulación Mayor Y Menor	85
2.3.6. Músculos del cuerpo humano	62	3.1.7. La Sangre Y Sus Componentes	88
2.3.7. Localización de los músculos en las diferentes regiones	63	3.1.8. Enfermedades Comunes Del Aparato Cardiocirculatorio Y Tratamiento.....	89
2.3.8. Enfermedades Musculares Y Tratamiento Farmacológico	69	3.2. Aparato Respiratorio y Fonación	90
2.4. Piel y faneras	70	3.2.1. Generalidades.....	90
2.4.1. La Piel.....	70	3.2.2. Pulmones Y Pleuras....	92
2.4.2. Funciones adicionales de la piel y faneras.....	73	92
2.4.3. Capas de la piel	74	3.2.3. Mecánica De La Respiración.....	93
2.4.4. Faneras.....	74	3.2.4. Intercambio Gaseoso ..	94
2.4.5. Alteraciones en la piel y faneras	76	3.2.5. Control De La Respiración.....	96
AUTOEVALUACIÓN	77	3.2.6. Fonación	97
3. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LOS APARATOS Y SISTEMAS PARTE II	79	3.2.7. Patologías Del Aparato Respiratorio Y Fonación.....	99
3.1. Aparato cardiocirculatorio...	79	3.3. Aparato Digestivo.....	100
3.1.1. Generalidades Y Función	79	3.3.1. Funciones del Aparato Digestivo	101
3.1.2. Estructura Del Corazón	80	3.3.2. Anatomía Del Aparato Digestivo	101
3.1.3. Paredes del corazón ...	82	3.3.3. Glándulas Anexas Del Aparato Digestivo	106



3.3.4. <i>Procesos Digestivos..</i>	108	3.6.3. <i>Las Neuronas.....</i>	135
3.3.5. <i>Enfermedades Comunes del Aparato Digestivo y Tratamiento</i>	109	3.7. <i>Sistema Nervioso Central y periférico</i>	137
3.4. <i>Aparato Urinario</i>	110	3.7.1. <i>Sistema Nervioso Central (SNC)</i>	138
3.4.1. <i>Generalidades Del Aparato Urinario.....</i>	110	3.7.2. <i>Sistema Nervioso Periférico</i>	147
3.4.2. <i>Funciones Del Aparato Urinario</i>	111	3.7.3. <i>Enfermedades del Sistema Nervioso y tratamientos</i>	157
3.4.3. <i>Anatomía Del Riñón ..</i>	112	AUTOEVALUACIÓN.....	159
3.4.4. <i>Uréteres, vejiga urinaria y uretra</i>	115	4. <i>ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS (GENERALIDADES, ESTRUCTURA Y FUNCIÓN).....</i>	161
3.4.5. <i>La Nefrona</i>	116	4.1. <i>La visión.....</i>	162
3.4.6. <i>Formación De La Orina</i>	118	4.1.1. <i>Anatomía y Estructura Ocular</i>	162
3.4.7. <i>Regulación Del Equilibrio Hídrico Y Electrolítico.....</i>	120	4.1.2. <i>Mecanismo De La Visión</i>	167
3.4.8. <i>Eliminación De Desechos</i>	120	4.1.3. <i>Fotorreceptores.....</i>	168
3.5. <i>Aparato reproductor masculino y femenino</i>	122	4.2. <i>Audición</i>	169
3.5.1. <i>Aparato Reproductor Masculino</i>	122	4.2.1. <i>Anatomía Funcional del Oído</i>	169
3.5.2. <i>Anatomía Del Aparato Reproductor Femenino</i>	127	4.2.2. <i>El Mecanismo De La Audición</i>	171
3.6. <i>Sistema nervioso.....</i>	131	4.2.3. <i>Equilibrio Y Función Del Sistema Vestibular</i>	172
3.6.1. <i>Organización Del Sistema Nervioso.....</i>	131	4.3. <i>El gusto</i>	173
3.6.2. <i>Funciones Del Sistema Nervioso</i>	133	4.3.1. <i>Anatomía del Gusto ..</i>	173
		4.3.2. <i>Sabores Básicos</i>	175

4.3.3. <i>Vías Nerviosas Del Gusto</i> 176	4.5.2. <i>Distribución De</i> <i>Receptores En El Cuerpo</i> 182
4.3.4. <i>Alteraciones Del Gusto</i> 176	4.5.3. <i>Vías Nerviosas Del Tacto</i> 182
4.4. El olfato..... 177	4.5.4. <i>Funciones Del Tacto..</i> 182
4.4.1. <i>Anatomía del Sistema</i> <i>Olfatorio</i> 178	4.5.5. <i>Alteraciones Del Tacto</i> 182
4.5. El tacto..... 180	AUTOEVALUACIÓN..... 184
4.5.1. <i>Anatomía Del Sentido Del</i> <i>Tacto</i> 180	BIBLIOGRAFÍA 186

PRÓLOGO

El estudio de la anatomía y la fisiología humana representa un pilar esencial para la comprensión integral del cuerpo y sus funciones. En el contexto actual de las ciencias de la salud, caracterizado por avances rápidos y la necesidad de una formación sólida, se hace indispensable disponer de materiales didácticos que integren de manera clara, ordenada y pertinente los conceptos fundamentales de estas disciplinas. El presente manual, *Principios Básicos de Anatomía y Fisiología*, nace de esta necesidad formativa, orientándose a estudiantes que inician su camino académico, a docentes que buscan fortalecer su práctica pedagógica y a profesionales interesados en actualizar conocimientos.

Los contenidos incluidos abarcan desde los fundamentos esenciales de la anatomía y la fisiología, los niveles de organización del cuerpo humano y la homeostasis, hasta el estudio detallado de los principales sistemas y aparatos: óseo, muscular, articular, tegumentario, cardiovascular, respiratorio, digestivo, urinario, reproductor, nervioso y de los órganos de los sentidos. La obra además integra aspectos funcionales, estructurales y clínicos, incluyendo la relación entre las enfermedades más comunes y el uso de medicamentos, con el fin de contextualizar los conceptos en situaciones reales.

Este manual pretende ser un puente entre el conocimiento teórico y su aplicación práctica. Se ha diseñado con un enfoque pedagógico que favorece el aprendizaje progresivo, mediante lenguaje claro, terminología adecuada y la estructuración lógica de los temas. El lector encontrará un recurso accesible, confiable y útil para comprender la complejidad del cuerpo humano y sus mecanismos de funcionamiento.

PRESENTACIÓN

Principios Básicos de la Anatomía y Fisiología es una obra desarrollada como herramienta académica destinada a apoyar procesos de enseñanza y aprendizaje en instituciones educativas, centros de formación técnica y espacios de capacitación relacionados con las ciencias de la salud. Su contenido responde a la necesidad de disponer de un material que reúna, de forma sistemática, los conceptos fundamentales sobre la estructura y función del organismo humano.

La obra inicia con una introducción detallada a la anatomía y fisiología, destacando sus diferencias conceptuales, los niveles de organización del cuerpo, los términos anatómicos básicos y la homeostasis. Posteriormente, cada capítulo se dedica al estudio de un sistema específico, abordando tanto su anatomía como su fisiología: sistema óseo, articular, muscular, piel y faneras, aparato cardiocirculatorio, respiratorio y de fonación, digestivo, urinario, reproductor masculino y femenino, sistema nervioso y órganos de los sentidos.

Cada sección incorpora definiciones fundamentales, estructuras principales, funciones, mecanismos fisiológicos y alteraciones comunes. Se integran también aspectos clínicos y farmacológicos básicos, con el objetivo de relacionar los conocimientos morfológicos y funcionales con situaciones reales presentes en la práctica sanitaria.

Este manual ha sido elaborado para servir como material de apoyo tanto en clases teóricas como en actividades prácticas o de autoaprendizaje. Su organización facilita el estudio gradual, promueve la comprensión profunda y fomenta el pensamiento crítico. Es una herramienta valiosa que busca contribuir al desarrollo académico y profesional de quienes inician o fortalecen su formación en el amplio campo de las ciencias biológicas y de la salud.

INTRODUCCIÓN

El cuerpo humano es una estructura compleja y altamente organizada cuyo estudio ha sido fundamental para el desarrollo de las ciencias biomédicas. La anatomía, encargada de describir las estructuras corporales, y la fisiología, orientada a explicar sus funciones, constituyen disciplinas complementarias y esenciales para entender el funcionamiento integral del organismo. La comprensión conjunta de ambas permite interpretar cómo los tejidos, órganos y sistemas interactúan para mantener la vida, regular el equilibrio interno y responder a los cambios del entorno.

Este manual se ha estructurado para proporcionar al lector una visión clara y progresiva de los principales elementos que conforman la anatomía y fisiología humana. Se inicia con la explicación de los conceptos básicos, los niveles de organización del cuerpo, los términos anatómicos y la relevancia de la homeostasis como mecanismo esencial para el equilibrio corporal. A partir de este fundamento, se desarrolla el estudio detallado de los diversos sistemas, abordando su estructura, función, componentes principales, mecanismos fisiológicos y alteraciones clínicas más frecuentes.

El lector encontrará capítulos dedicados a los principales sistemas del cuerpo humano: el sistema óseo y articular, con la descripción de huesos, articulaciones y movimientos; el sistema muscular, abordando los tipos de músculo y la contracción; y el sistema tegumentario, que incluye la piel y sus faneras. También se desarrolla el estudio del aparato cardiovascular (corazón, vasos sanguíneos y sangre) y del aparato respiratorio y de fonación. Asimismo, se abordan el aparato digestivo, el aparato urinario y la formación de la orina, junto con los sistemas reproductores masculino y femenino. Se incluye un capítulo completo del sistema nervioso y sus divisiones, así como una revisión de los órganos de los sentidos: visión, audición, equilibrio, gusto, olfato y tacto.

El propósito de esta obra es facilitar la comprensión de los fundamentos esenciales del cuerpo humano, proporcionando un recurso accesible, bien estructurado y útil tanto para la enseñanza formal como para el estudio independiente. De esta manera, se busca fortalecer las bases necesarias para el avance hacia conocimientos más especializados y para el desarrollo de competencias en el ámbito de las ciencias de la salud.

UNIDAD 1

ANATOMÍA GENERAL FUNDAMENTOS DE LA ANATOMÍA

1.1. Introducción a la Anatomía y Fisiología

La anatomía y la fisiología son dos ramas fundamentales de la ciencia que permiten comprender la organización y el funcionamiento del cuerpo humano. La anatomía (del griego *ana-* = “sobre” y *-tomía* = “corte”) se encarga del estudio de las estructuras corporales y de las relaciones que existen entre ellas. Por su parte, la fisiología (de *fisio-* = “naturaleza” y *-logía* = “estudio de”) se centra en analizar las funciones del cuerpo y el modo en que cada una de sus partes realiza sus actividades. Dado que la forma y la función están íntimamente relacionadas, el conocimiento del cuerpo humano se enriquece al estudiar conjuntamente la anatomía y la fisiología (Tortora & Dettickson, 2018).

Tabla 1

Diferencias entre Anatomía y Fisiología

	Anatomía	Fisiología
Definición	Ciencia que estudia la estructura del cuerpo humano y sus partes.	Ciencia que estudia las funciones del cuerpo y de cada órgano.
Enfoque principal	¿Cómo está hecho?: Forma, tamaño, localización y relaciones entre órganos y sistemas.	¿Cómo funciona?: Procesos, mecanismos y regulación del organismo.
Métodos de estudio	Diseción, imágenes médicas (rayos X, resonancia, TAC), observación directa.	Experimentos funcionales, mediciones fisiológicas, pruebas bioquímicas.
Niveles de organización	Más orientada a lo macroscópico y microscópico (tejidos, órganos, sistemas).	Más orientada a lo molecular, celular y sistémico (funciones de células, órganos y sistemas).
Ejemplo práctico	Identificar la ubicación y forma del corazón dentro del tórax.	Explicar cómo el corazón bombea la sangre y regula la presión arterial.
Pregunta clave	“¿Qué es esto y dónde está?”	“¿Qué hace y cómo lo hace?”

Nota. Se proporciona una comparativa detallada sobre la anatomía y la fisiología, mostrando sus diferencias en definición, enfoque, métodos y ejemplos, lo que facilita comprender cómo se complementan en el estudio integral del cuerpo humano.

1.1.1. Importancia Del Estudio De La Anatomía Y Fisiología En El Ámbito Farmacéutico

La importancia del estudio de la anatomía y fisiología en el ámbito farmacéutico es esencial en la formación y práctica profesional, ya que permite comprender cómo los medicamentos interactúan con el organismo humano. La anatomía proporciona información sobre la estructura y localización de órganos y sistemas, mientras que la fisiología explica sus funciones y procesos biológicos. Esta integración permite al farmacéutico entender cómo un fármaco llega a su sitio de acción (absorción, distribución) y cómo ejerce su efecto terapéutico o tóxico. Por ejemplo; conocer la anatomía del aparato digestivo y la fisiología de la absorción intestinal es clave para comprender la biodisponibilidad oral de los medicamentos. La variación anatómica y fisiológica entre individuos (edad, sexo, estado patológico) influye en la farmacocinética y farmacodinámica de los medicamentos. Un farmacéutico con bases sólidas puede ajustar dosis, recomendar vías de administración o advertir sobre interacciones (Rodríguez et al., 2019).

1.1.2. Niveles De Organización

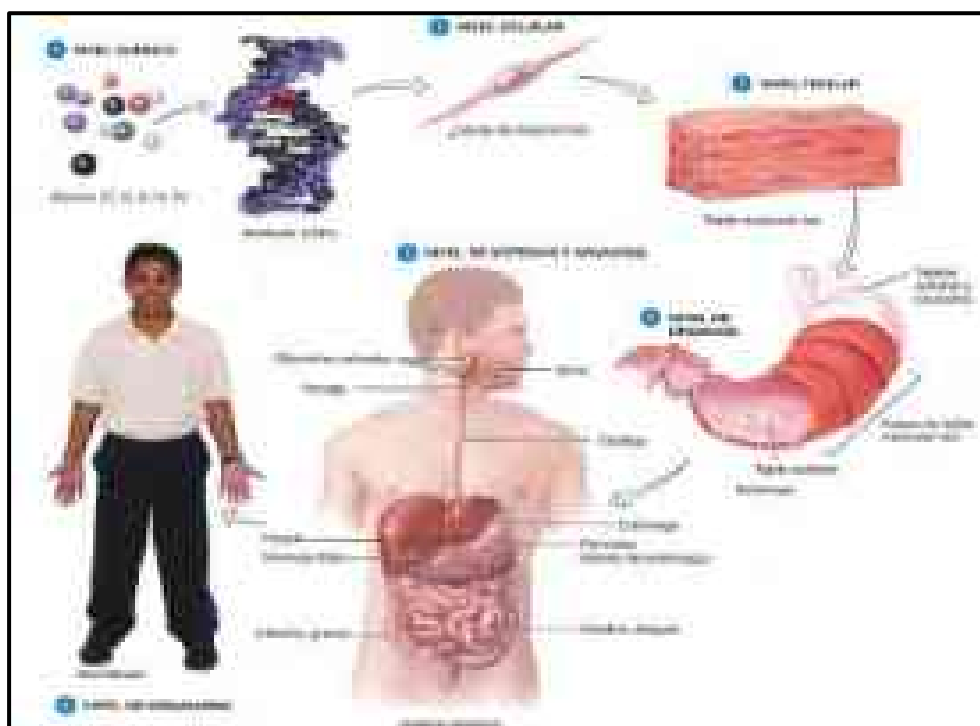
Los niveles de organización de un lenguaje (letras, palabras, oraciones, párrafos, etc.) pueden compararse con los del cuerpo humano. La exploración del cuerpo humano avanzará desde los átomos y las moléculas hasta la persona entera. De lo más pequeño a lo más grande, 6 niveles de organización ayudarán a comprender la anatomía y la fisiología: químico, celular, tejido, órgano, sistema y organismo (Fig. 1).

- **Nivel químico (1):** Base de la organización, comparable a las letras del alfabeto. Incluye átomos (C, H, O, N, P, Ca, S) esenciales para la vida y moléculas como el DNA (material genético) y la glucosa (azúcar en sangre).
- **Nivel celular (2):** Las moléculas forman células, unidades estructurales y funcionales básicas, semejantes a palabras con sentido. Existen distintos tipos, como musculares, nerviosas y epiteliales.
- **Nivel tisular (3):** Conjunto de células con función específica, parecido a frases. Hay 4 tipos: epitelial (recubre y forma glándulas), conectivo (sostiene y protege), muscular (produce movimiento y calor) y nervioso (transmite impulsos).

- **Nivel de órganos (4):** Formados por dos o más tejidos, cumplen funciones concretas y tienen forma definida. Ejemplos: estómago, corazón, hígado, pulmones, cerebro. El estómago combina tejido epitelial, conectivo y muscular para la digestión.
- **Nivel de sistema (5):** Conjunto de órganos con función común, como el aparato digestivo, que degrada y absorbe alimentos. Algunos órganos pertenecen a más de un sistema, como el páncreas (digestivo y endocrino).
- **Nivel de organismo (6):** El organismo es el ser vivo completo, resultado de la integración de todos los sistemas, semejante a un libro formado por capítulos (Tortora & Dettickson, 2018).

Figura 1

Niveles de Organización del cuerpo humano



Nota. Niveles de Organización del cuerpo humano, tomado de Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (16.ª ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

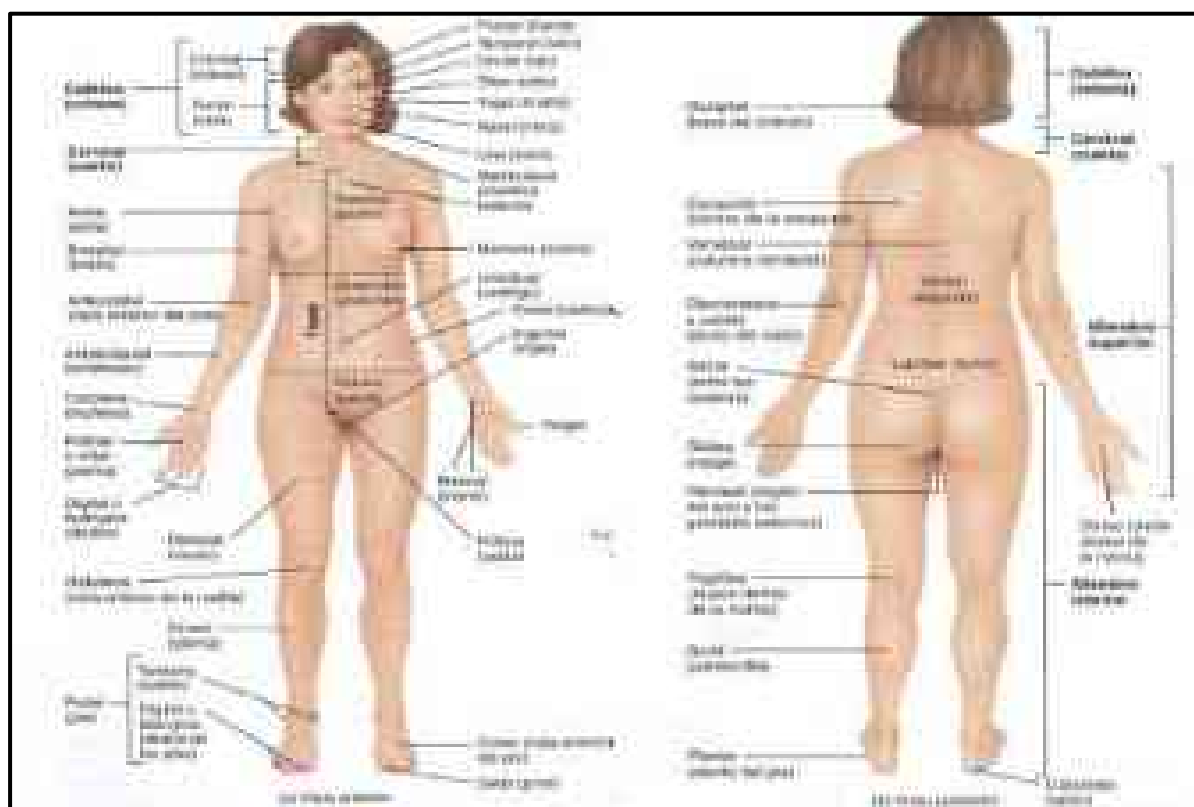
1.1.3. Términos Y Planos Anatómicos

Uno de los principales objetivos en la enseñanza de la anatomía humana es que los estudiantes dominen el lenguaje técnico-médico necesario para su formación profesional. La terminología anatómica, creada para unificar los términos utilizados en la descripción y ubicación de las estructuras corporales, facilita la comunicación científica precisa entre especialistas. Aunque esta disciplina ha evolucionado constantemente para adaptarse a los avances del conocimiento, el aprendizaje de la anatomía sigue siendo complejo por su extenso vocabulario. Por ello, el uso correcto de la terminología y de las posiciones anatómicas estándar resulta esencial para evitar confusiones y garantizar una comunicación clara sobre la localización y relación de las partes del cuerpo (Tortora & Dettickson, 2018; Vidal et al., 2023).

Posiciones del cuerpo

Figura 2

Posición anatómica del cuerpo humano

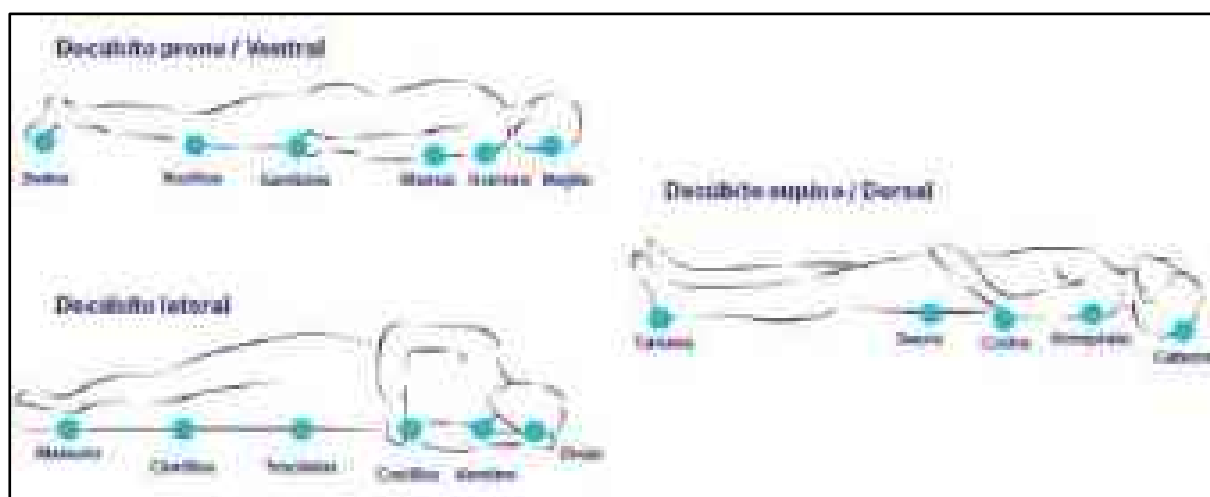


Nota. Posiciones del cuerpo, tomado Tortora, G. J., & Derr8ickson, B. H. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (16.ª ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

Las descripciones de cualquier parte del cuerpo presuponen que se halla en una posición de referencia estándar, denominada posición anatómica. En ella, el sujeto está de pie mirando al observador, con la cabeza nivelada y los ojos dirigidos justo al frente. Los miembros inferiores se hallan paralelos, los pies apoyados planos sobre el piso y dirigidos al frente, y los miembros superiores a los lados, con las palmas vueltas hacia adelante (Fig. 2). Dos son los términos que describen un cuerpo recostado: si se encuentra con la cara hacia abajo, está en decúbito prono, mientras que si se encuentra con la cara hacia arriba, se halla en decúbito supino (Tortora & Dettickson, 2018).

Figura 3

Posiciones del cuerpo prono, supino y lateral



Nota. Feel Recovery. (2023). *Imagen de posiciones del cuerpo prono y supino* [Imagen]. En *Acupresión: qué es, beneficios y cómo se aplica* m <https://feelrecovery.com/es/terapias/acupresion/>

Nombres de las regiones

El cuerpo humano se divide en varias regiones principales que pueden ser identificadas desde el exterior. Estas son: cabeza, cuello, tronco, miembros superiores y miembros inferiores (Fig. 2).

- **Cabeza:** cráneo (protege el encéfalo) y cara (ojos, nariz, boca, frente, mejillas y mentón).
- **Cuello:** sostiene la cabeza y la conecta con el tronco.
- **Tronco:** incluye tórax, abdomen y pelvis.
- **Miembros superiores:** hombro, axila, brazo, antebrazo, muñeca y mano.

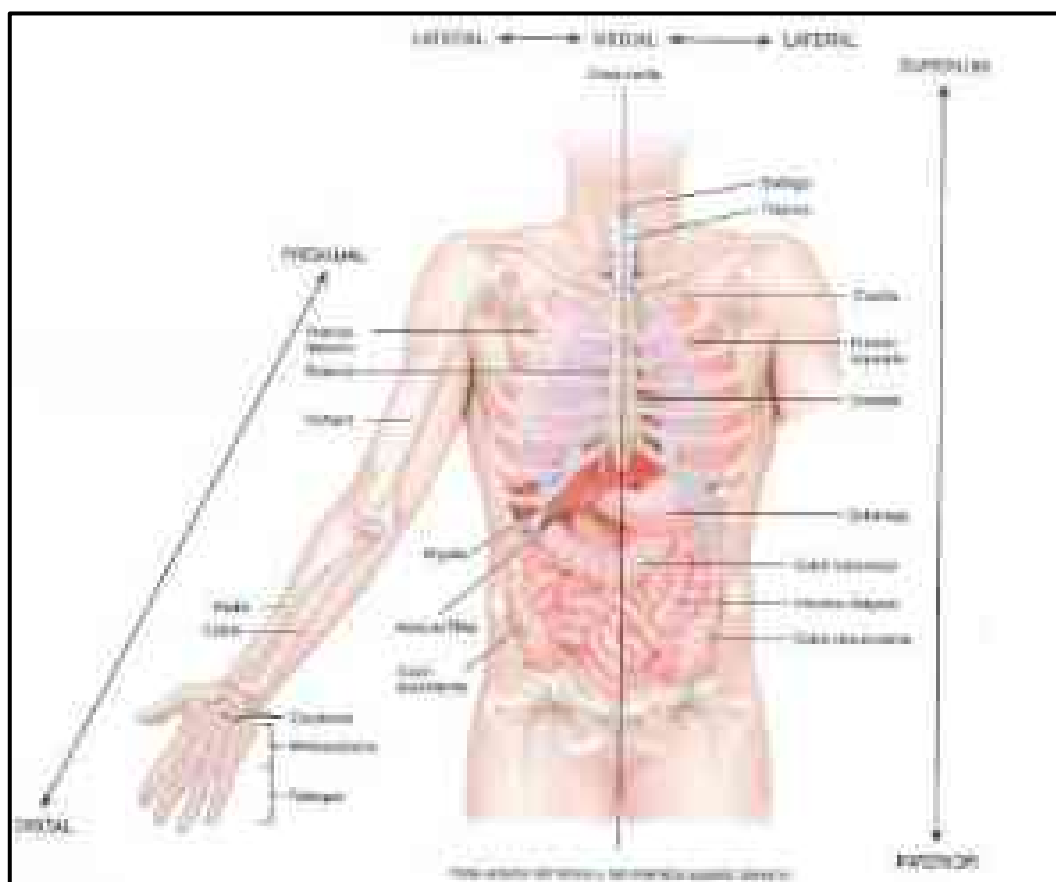
- **Miembros inferiores:** nalga, muslo, pierna, tobillo y pie; la ingle conecta el miembro inferior con el tronco.

Términos direccionales

Los anatomistas emplean términos direccionales específicos para identificar la ubicación de las distintas estructuras corporales. Estas palabras permiten describir la posición de una parte del cuerpo en relación con otra y, por lo general, se presentan en pares con significados opuestos, como *anterior* (hacia adelante) y *posterior* (hacia atrás). Es fundamental recordar que dichos términos solo adquieren sentido cuando se utilizan comparativamente entre estructuras. Por ejemplo, la rodilla se encuentra por encima del tobillo, aunque ambas pertenecen a la región inferior del cuerpo (Vidal et al., 2023).

Figura 4

Términos direccionales



Nota. Los términos direccionales localizan con precisión diversas partes del cuerpo respecto de otras. Tomado de Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (16.ª ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

Tabla 2

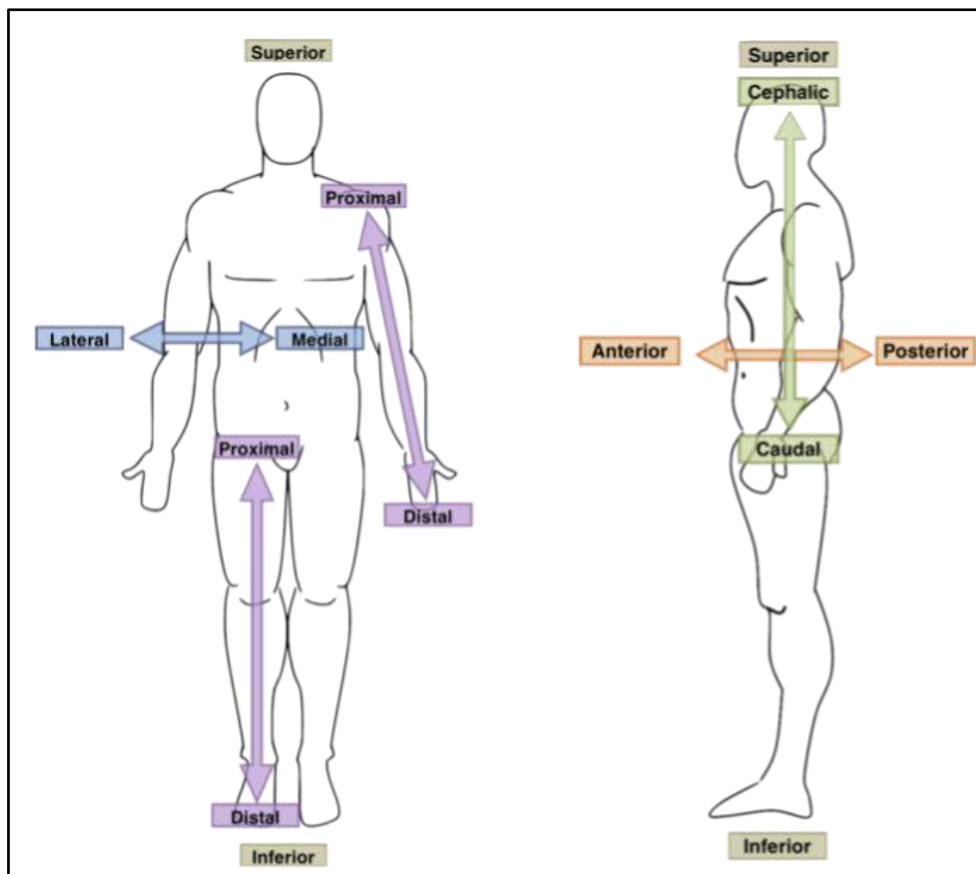
Términos direccionales

TÉRMINOS DIRECCIONALES	DEFINICIÓN	EJEMPLO DE USO
Superior (cefálico o craneal)	En dirección a la cabeza o a la parte superior del cuerpo	El corazón es superior con relación al hígado
Inferior (caudal)	Alejado de la cabeza, o la parte inferior de una estructura	El estómago es inferior con relación a los pulmones
Anterior (ventral)	Cerca del frente del cuerpo	El esternón es anterior al corazón
Posterior (dorsal)	Cercano al dorso del cuerpo o en el dorso	El esófago es posterior a la tráquea
Medial	Cercano a la línea media (una línea vertical imaginaria que divide al cuerpo en lados iguales, derecho e izquierdo)	El cúbito es medial con relación al radio
Lateral	Alejado de la línea media	Los pulmones son laterales al corazón
Intermedio	Entre dos estructuras	El colon transverso es intermedio entre el colon ascendente y el colon descendente
Homolateral (ipsilateral)	Del mismo lado del cuerpo que otra estructura	La vesícula biliar y el colon ascendente son ipsilaterales
Contralateral	Del lado opuesto del cuerpo o de otra estructura	El colon ascendente y el colon descendente son contralaterales
Proximal	Más cercano a la unión de un miembro con el tronco; más cercano al punto de origen de una estructura	El húmero (hueso del brazo) es proximal al radio
Distal	Más alejado de la unión de un miembro con el tronco; más alejado del origen de una estructura	Las falanges (huesos de los dedos) son distales a los huesos carpianos (huesos de la muñeca)
Superficial (externo)	En dirección a la superficie del cuerpo o en esa superficie	Las costillas son superficiales a los pulmones
Profundo (interno)	Alejado de la superficie del cuerpo	Las costillas son profundas en relación con la piel del pecho y la espalda

Nota. Se facilita la comprensión y el uso correcto de los términos direccionales anatómicos, permitiendo describir con precisión la ubicación y relación de las estructuras del cuerpo humano en estudios médicos y anatómicos.

Figura 5

Los términos direccionales anatómicos anteriores



Nota. Los términos direccionales anatómicos anteriores se utilizan para describir la ubicación de las partes del cuerpo. Imágenes procedentes de Wikimedia Commons.

Planos y cortes

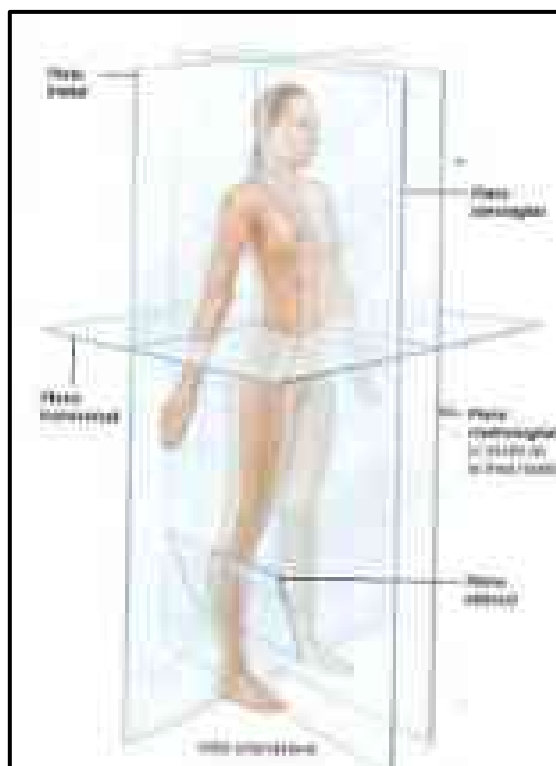
El estudio anatómico también considera las partes del cuerpo en relación con los planos corporales, que son superficies planas imaginarias que atraviesan el cuerpo o sus órganos. El plano sagital es una línea vertical que divide el cuerpo en porciones derecha e izquierda. Cuando este plano pasa exactamente por la línea media y separa el cuerpo en mitades iguales, se denomina plano sagital medio o plano mediano. En cambio, si el plano no pasa por la línea media y produce divisiones desiguales, se llama plano parasagital.

El plano frontal o coronal divide el cuerpo en una parte anterior (frontal) y otra posterior (dorsal), mientras que el plano transversal u horizontal lo separa en regiones superior e inferior. Estos tres planos sagital, frontal y transversa, se intersectan formando ángulos rectos entre sí.

Por otro lado, el plano oblicuo atraviesa el cuerpo o un órgano en un ángulo que no es de 90° , es decir, en dirección diagonal. Al analizar una región anatómica, se suele realizar un corte o sección siguiendo uno de estos planos, lo que permite observar con claridad la disposición y relación entre las diferentes estructuras internas.

Figura 6

Planos que pasan a través del cuerpo humano



Nota. Planos que pasan a través del cuerpo humano, tomado de Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (16.ª ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

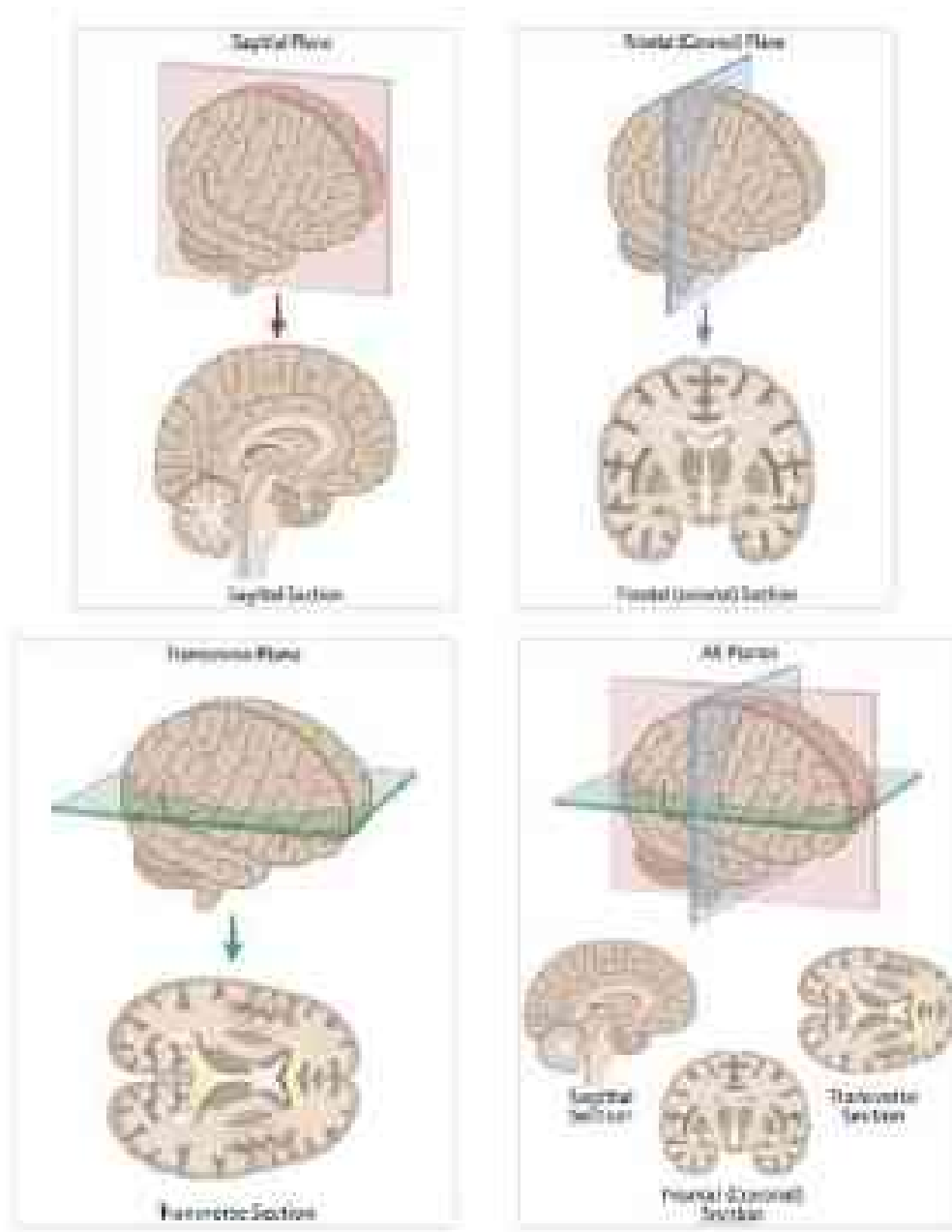
Ejemplos de cortes en el cerebro

- **Plano Sagital:** Un corte sagital medio divide el cerebro en dos mitades simétricas derecha e izquierda, pasando por la línea media. Este corte es útil para ver la simetría y las estructuras que se extienden a lo largo del eje del cerebro.
- **Plano Coronal:** Un corte coronal crea una "rebanada" de oreja a oreja, dividiendo el cerebro en partes anterior y posterior. Es útil para visualizar estructuras que corren verticalmente o para comparar los hemisferios derecho e izquierdo en diferentes puntos.

- **Plano Transverso:** Un corte transverso horizontal corta el cerebro en una mitad superior y una inferior. Es útil para examinar la organización interna de las estructuras cerebrales en diferentes niveles.

Figura 7

Planos y cortes del cerebro



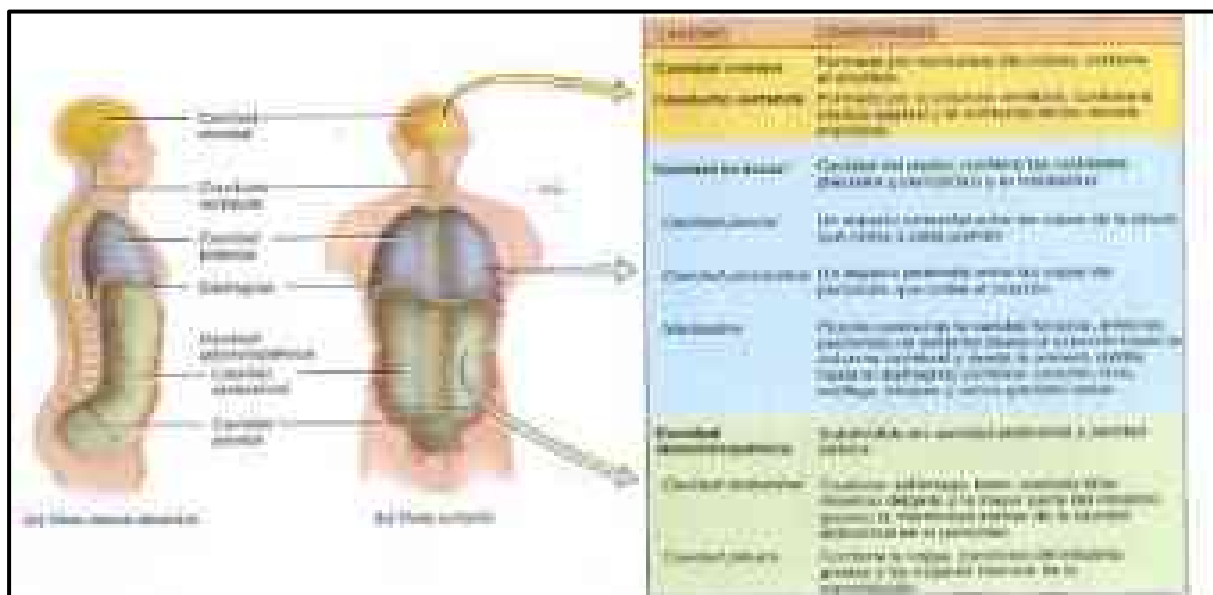
Nota. El cerebro controla movimiento, habla, memoria y emociones. Está protegido por cráneo y meninges, y se divide en cortes sagital, frontal (coronal) y transversal (horizontal).

Cavidades del cuerpo

Las cavidades del cuerpo humano son espacios llenos de fluido que albergan y protegen los órganos internos. Se clasifican en dos grupos principales: dorsal y ventral.

Figura 8

Las cavidades corporales



Nota. Cavidades corporales. Tomado de Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). Principles of Anatomy and Physiology (16th ed.). Wiley

Cavidad dorsal: Ubicada en la parte posterior del cuerpo, está conformada por dos secciones:

- Cavidad craneal: se encuentra dentro del cráneo y protege el encéfalo.
- Conducto vertebral o raquídeo: recorre la columna vertebral y resguarda la médula espinal.

Cavidad ventral: Es la cavidad más amplia del cuerpo, situada en la parte anterior del tronco. Está separada por el diafragma, un músculo en forma de cúpula, en dos regiones principales:

- Cavidad torácica: ubicada en la parte superior del tronco, dentro de la caja torácica. Contiene los pulmones, el corazón, el esófago, la tráquea y los grandes vasos sanguíneos, como la aorta.

- Cuidad abdominopélvica: se localiza debajo del diafragma y se subdivide en:
 - Cuidad abdominal: aloja órganos del sistema digestivo y otros vitales, como el hígado, estómago, intestinos, bazo, páncreas y riñones.
 - Cuidad pélvica: situada en la parte inferior, contiene la vejiga urinaria, los órganos reproductores y el recto.

Estas cuidades permiten la correcta disposición, protección y funcionamiento de los órganos del cuerpo humano (Bautista & Villacresis, 2018).

1.1.4. La Homeostasis

La homeostasis (del griego *homeo-* = “igual” y *-stasis* = “estabilidad”) se refiere al proceso mediante el cual el organismo mantiene condiciones internas relativamente constantes gracias a la acción coordinada de diversos sistemas de regulación. Este equilibrio es dinámico, ya que responde continuamente a los cambios del entorno, permitiendo que las variables corporales se mantengan dentro de rangos compatibles con la vida. Por ejemplo, la concentración normal de glucosa en sangre varía entre 70 y 110 mg por cada 100 ml. Todas las estructuras del cuerpo, desde las células hasta los sistemas orgánicos, participan en el mantenimiento de este equilibrio interno (Tortora & Dettickson, 2018).

Importancia De La Homeostasis

La homeostasis es un proceso vital para la supervivencia del organismo, ya que le permite mantener un funcionamiento adecuado ante los cambios del ambiente interno y externo. Gracias a este equilibrio, el cuerpo humano puede:

- Conservar la temperatura corporal dentro de límites normales.
- Regular la presión arterial y el volumen sanguíneo.
- Mantener el balance de agua y electrolitos.
- Controlar los niveles hormonales y metabólicos necesarios para el correcto desempeño fisiológico.

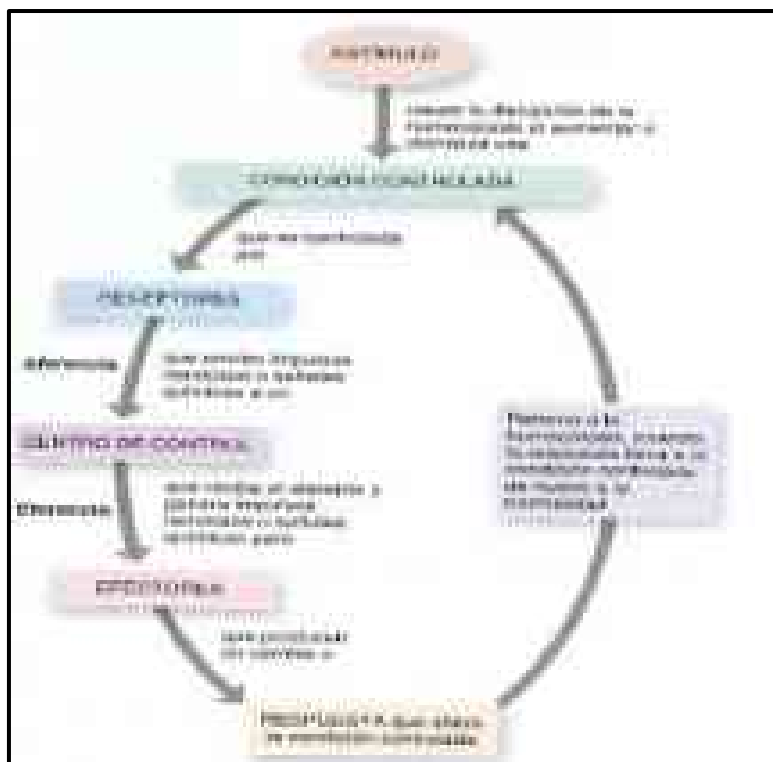
Cuando los mecanismos de regulación homeostática se alteran o fallan, se genera un desequilibrio interno que puede provocar trastornos o enfermedades graves, e incluso poner en riesgo la vida si no se restablece el control fisiológico (Billman, 2020).

Componentes del Mecanismo de Regulación Homeostática

El equilibrio interno del cuerpo se conserva mediante un sistema de control formado por tres elementos principales:

Figura 9

Componentes básicos de un sistema de retroalimentación



Nota. Los tres componentes básicos de un sistema de retroalimentación son: receptor, centro de control y efector, tomado de Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (16.^a ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

- Receptor (sensor): Percibe los cambios o estímulos en el medio interno o externo.
Ejemplo: los termorreceptores ubicados en la piel y el hipotálamo detectan variaciones en la temperatura corporal.
- Centro de control: Procesa la información recibida por los receptores y determina la respuesta apropiada.
Ejemplo: el hipotálamo coordina las acciones necesarias para mantener la temperatura estable.

- Efector: Ejecuta la respuesta que restaura o amplifica el equilibrio alterado. Ejemplo: las glándulas sudoríparas eliminan calor mediante la transpiración cuando la temperatura del cuerpo aumenta.

Tipos de Mecanismos de Retroalimentación

La regulación de la homeostasis se lleva a cabo mediante mecanismos de retroalimentación, que ajustan las funciones fisiológicas según las variaciones detectadas.

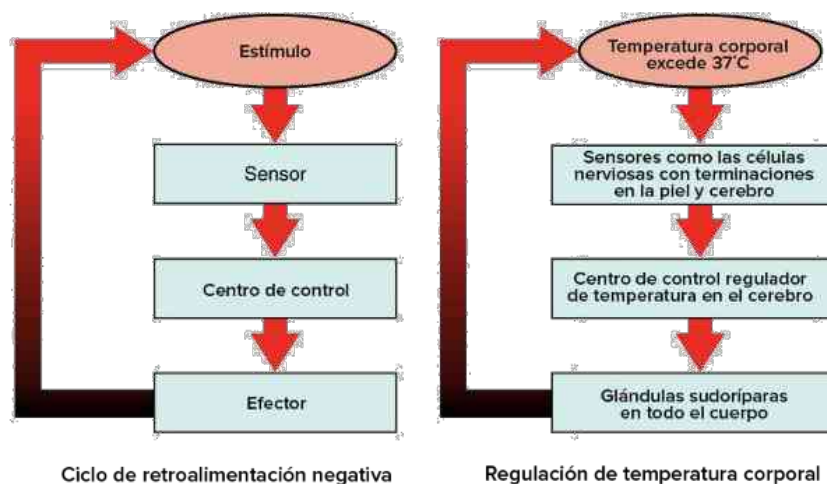
Retroalimentación negativa

Es el mecanismo más frecuente. Su función es revertir los cambios y devolver al cuerpo a su estado normal.

Ejemplo: cuando la concentración de glucosa en sangre se eleva, el páncreas secreta insulina, que facilita su entrada a las células, reduciendo el nivel de glucemia.

Figura 10

Ejemplo de retroalimentación negativa



Nota. Regulación homeostática de la temperatura corporal, recuperado de Khan Academy. (s. f.). Homeostasis. <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-communication-and-cell-cycle/feedback/a/homeostasis>.

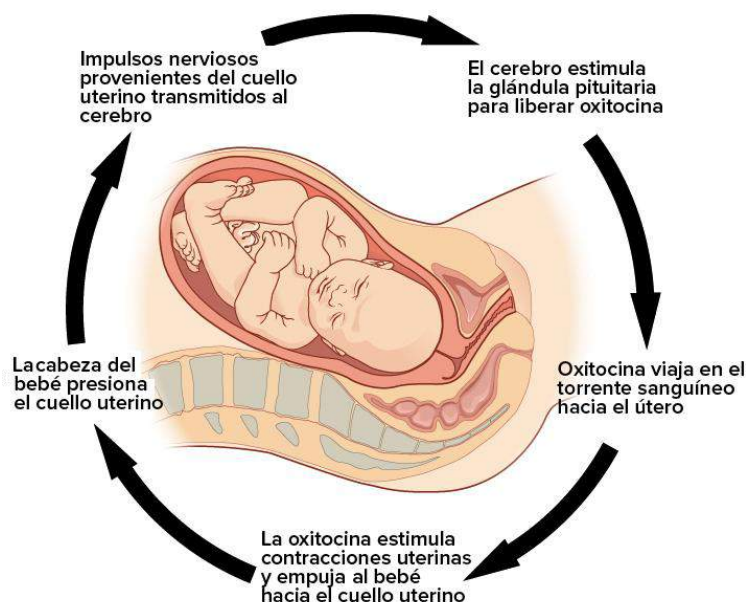
Retroalimentación positiva

En este tipo de mecanismo, la respuesta refuerza o amplifica el estímulo inicial en lugar de contrarrestarlo. Aunque menos común, es crucial en ciertos procesos fisiológicos.

Ejemplo: durante el parto, la liberación de oxitocina intensifica las contracciones uterinas hasta que ocurre el nacimiento del bebé.

Figura 11

Ejemplo de retroalimentación positiva



Nota. Ejemplo de retroalimentación positiva. Tomado de OpenStax College, Homeostasis por, Anatomy & Physiology, CC BY 4.0.

Alteraciones de la Homeostasis

La pérdida de la homeostasis ocurre cuando los sistemas de control no logran mantener el equilibrio interno, generando trastornos fisiológicos o enfermedades. Entre las causas más comunes se incluyen:

- Factores ambientales: exposición a temperaturas extremas, toxinas o agentes infecciosos.
- Factores genéticos y metabólicos: alteraciones hereditarias o disfunciones en procesos bioquímicos.
- Estrés físico o emocional prolongado: que altera la respuesta fisiológica normal del organismo.

Restablecer la homeostasis es esencial para favorecer la recuperación y adaptación del cuerpo ante las variaciones internas y externas que lo afectan.

AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Qué estudia la anatomía?

- a) Las funciones de los órganos y sistemas.
- b) Las estructuras del cuerpo humano y sus partes
- c) Los mecanismos de regulación hormonal
- d) La reproducción celular y genética

2. ¿Cuál es el enfoque principal de la fisiología?

- a) Describir la forma y localización de los órganos
- b) Estudiar los mecanismos y procesos que permiten el funcionamiento del cuerpo
- c) Clasificar los tejidos del organismo
- d) Observar estructuras mediante técnicas de imagen

3. En el nivel de organización del cuerpo humano, un tejido se caracteriza por:

- a) Ser la unidad funcional básica
- b) Estar formado por dos o más tejidos
- c) Ser un conjunto de células con función específica
- d) Corresponder al organismo completo

4. ¿Cuál de los siguientes ejemplos describe un término direccional correctamente?

- a) El estómago es superior respecto a los pulmones
- b) El corazón es posterior al esternón
- c) El radio es medial al cúbito
- d) El esternón es anterior al corazón

5. El plano sagital medio divide el cuerpo en:

- a) Mitades anterior y posterior
- b) Mitades superior e inferior
- c) Dos porciones desiguales
- d) Dos mitades derecha e izquierdas iguales

6. ¿Cuál de las siguientes estructuras pertenece a la cavidad dorsal?

- a) Estómago
- b) Corazón
- c) Médula espinal
- d) Pulmones

7. La homeostasis se define como el proceso mediante el cual el organismo:

- a) Mantiene un ambiente externo constante
- b) Controla únicamente los niveles hormonales
- c) Mantiene condiciones internas relativamente estables
- d) Produce energía durante la respiración celular

8. En un mecanismo de retroalimentación negativa, la respuesta fisiológica:

- a) Amplifica el estímulo inicial
- b) Revierte el cambio detectado por el cuerpo
- c) Se mantiene sin modificaciones
- d) Genera un impulso nervioso constante

9. ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de retroalimentación positiva?

- a) Regulación de la temperatura corpórea
- b) Disminución de la glucosa por acción de la insulina
- c) Incremento progresivo de las contracciones uterinas durante el parto
- d) Control de la presión arterial

10. ¿Cuál de los siguientes NO es un componente de un sistema de regulación homeostática?

- a) Receptor
- b) Centro de control
- c) Efector
- d) Hormona tiroidea

UNIDAD 2

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LOS APARATOS (GENERALIDAD DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN)

La anatomía y fisiología de los aparatos del cuerpo humano son fundamentales para comprender cómo funciona nuestro organismo en su conjunto. A continuación, se presenta un resumen de los principales aparatos, incluyendo su estructura anatómica y sus funciones fisiológicas:

Figura 12

Principales aparatos del cuerpo humano

<p>Aparato locomotor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anatomía: Está formado por huesos, músculos, articulaciones, tendones y ligamentos. • Fisiología: Proporciona soporte estructural, permite el movimiento, protege órganos internos y participa en la producción de células sanguíneas (hemopoyesis en la médula ósea).
<p>Aparato nervioso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anatomía: Incluye el cerebro, médula espinal, nervios periféricos y órganos sensoriales. • Fisiología: Controla y coordina las funciones del cuerpo, procesa información sensorial, regula respuestas motoras y mantiene la homeostasis.
<p>Aparato cardiovascular:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anatomía: Compuesto por el corazón, vasos sanguíneos (arterias, venas y capilares) y sangre. • Fisiología: Distribuye oxígeno y nutrientes a las células, elimina desechos metabólicos, regula la temperatura corporal y mantiene la presión arterial.
<p>Aparato respiratorio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anatomía: Incluye nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios y pulmones. • Fisiología: Permite el intercambio de gases (oxígeno y dióxido de carbono) entre el aire y la sangre, ayuda en la regulación del pH sanguíneo.
<p>Aparato digestivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anatomía: Compuesto por boca, esófago, estómago, intestinos, hígado, páncreas, vesícula biliar y otros órganos asociados. • Fisiología: Procesa los alimentos para absorber nutrientes, elimina desechos no digeribles y participa en la regulación del metabolismo.
<p>Aparato urinario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anatomía: Incluye riñones, uréteres, vejiga y uretra. • Fisiología: Elimina productos de desecho y exceso de agua y sales, regula el volumen y la composición de la sangre, mantiene el equilibrio ácido-base.
<p>Aparato reproductor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anatomía: Varía entre masculino y femenino, incluyendo órganos como ovarios, trompas de Falopio, útero, pene, testículos y próstata. • Fisiología: Permite la reproducción, produce gametos y hormonas sexuales, y mantiene las características sexuales secundarias.

2.1. Anatomía y fisiología del sistema óseo

El sistema óseo se compone de huesos, cartílagos y ligamentos que cumplen funciones de soporte, protección, movimiento, y almacenamiento de minerales y células sanguíneas, siendo el tejido óseo un tejido conectivo dinámico con componentes orgánicos e inorgánicos y diversas células (osteoblastos, osteocitos, osteoclastos) que realizan la remodelación ósea. La anatomía del sistema óseo se divide en esqueleto axial y apendicular, mientras que su fisiología implica la mineralización para la dureza, la producción de células en la médula ósea y el metabolismo del calcio y fósforo. El óseo es un tejido vivo, complejo y dinámico. Se encuentra en un constante proceso denominado remodelado óseo: formación de tejido óseo nuevo y degradación de tejido óseo viejo (Clarke, 2008).

El hueso es un órgano compuesto por diversos tejidos que funcionan en forma coordinada: tejido óseo, cartílago, tejido conectivo denso, epitelio, tejido adiposo y tejido nervioso. Toda la estructura de los huesos y sus cartílagos constituye el sistema esquelético. El estudio de la estructura ósea y el tratamiento de los trastornos óseos se denomina osteología (osteo= hueso; -logía = estudio) (Clarke, 2008).

2.1.1. Funciones Del Sistema Óseo

Los huesos brindan estabilidad estructural y permiten la postura erguida y la locomoción bípeda, además de proteger órganos vitales mediante su rigidez y disposición (cráneo, caja torácica, pelvis). También reducen fricción en ciertas articulaciones (huesos sesamoideos). En su interior contienen médula ósea, esencial para la producción de células sanguíneas, y funcionan como reserva de minerales como calcio y fosfato (Cowa, Paul et al., 2024).

Tabla 3

Funciones del sistema óseo

Función	Descripción	Ejemplo
Sostén	Forma el almacén estructural del cuerpo, soporta tejidos blandos y es punto de inserción de tendones musculares.	La columna vertebral sostiene el tronco.

Protección	Protege órganos vitales de lesiones.	Cráneo → encéfalo; Caja torácica → corazón y pulmones.
Asistencia al movimiento	Los músculos se insertan en los huesos; al contraerse generan movimiento.	Bíceps se inserta en radio → flexión del codo.
Homeostasis mineral	Almacena minerales (Ca y P), que dan dureza al hueso y se liberan a la sangre para mantener el equilibrio mineral.	99% del calcio corporal está en huesos.
Producción de células sanguíneas (hematopoyesis)	La médula ósea roja produce eritrocitos, leucocitos y plaquetas.	Presente en fémur, húmero, pelvis, costillas, esternón, vértebras y cráneo.
Depósito de triglicéridos	La médula ósea amarilla almacena grasas en forma de triglicéridos, fuente potencial de energía.	Abundante en huesos largos de adultos.

Nota. Principales funciones del sistema óseo, facilita la comprensión de su papel estructural, protector, metabólico y hematopoyético, destacando su importancia en el mantenimiento y funcionamiento integral del cuerpo humano.

2.1.2. Tipos de huesos

Los huesos del cuerpo humano se clasifican según su forma en largos, cortos, planos, irregulares y sesamoideos. Cada tipo tiene características estructurales específicas que determinan su función, como soporte, protección, movimiento o almacenamiento de médula ósea. Además, existen huesos suturales, pequeños huesos ubicados entre las suturas craneales.

Tabla 4

Tipos de huesos

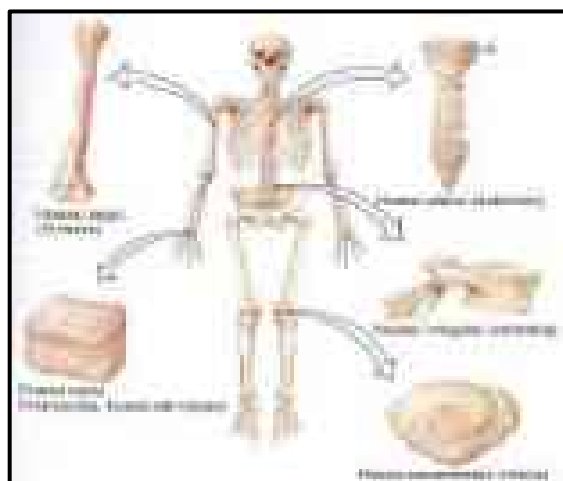
Tipo de hueso	Características principales	Ejemplos
Largos	- Mayor longitud que espesor. - Formados por diáfisis (tejido compacto) y epífisis (tejido esponjoso). - Leve curvatura que distribuye el peso.	Fémur, tibia, peroné, húmero, cúbito, radio, falanges.
Cortos	- Forma cúbica (largo ≈ ancho).	

	- Principalmente tejido esponjoso, con capa superficial de compacto.	Huesos del carpo (muñeca) y tarso (tobillo).
Planos	- Delgados, con dos capas de tejido compacto y una de esponjoso en medio. - Proveen protección y gran superficie para inserción muscular.	Cráneo, esternón, costillas, escápulas.
Irregulares	- Formas complejas que no encajan en otras categorías. - Mezcla variable de hueso compacto y esponjoso.	Vértebrae, huesos de la cadera, algunos huesos faciales, calcáneo.
Sesamoideos	- Se desarrollan en tendones sometidos a fricción y tensión. - Protegen tendones y cambian dirección de la tracción muscular. - Generalmente pequeños, excepto la rótula.	Rótulas, pequeños sesamoideos en manos y pies.
Sutúrales (accesorios)	- Huesos pequeños dentro de las suturas craneales. - Cantidad variable entre individuos.	Huesos sutúrales del cráneo.

Nota. Se facilita la identificación y clasificación de los tipos de huesos según su forma, estructura y función, ayudando a comprender su adaptación al soporte, movimiento y protección del cuerpo humano.

Figura 13

Tipos de huesos de acuerdo con su forma



Nota. Tipos de huesos de acuerdo con su forma, Tomado de Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). Principles of Anatomy and Physiology (16th ed.). Wiley

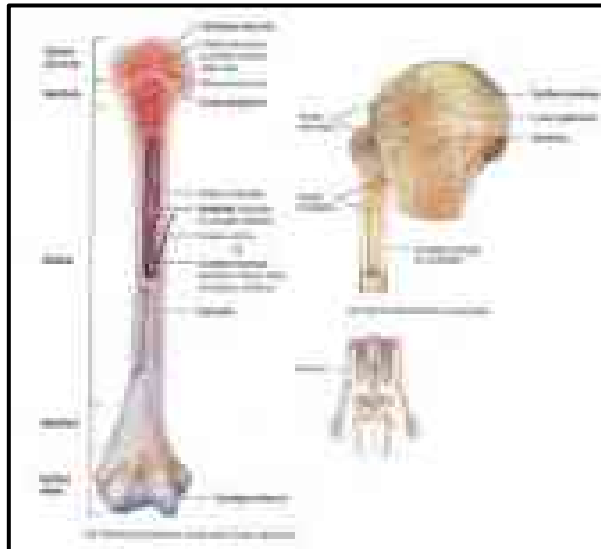
2.1.3. Estructura del hueso

En esta sección se examinará la estructura del hueso en un nivel macroscópico. La estructura ósea macroscópica se puede conocer analizando las partes de un hueso

largo, como por ejemplo el húmero (hueso del brazo). Un hueso largo es el que tiene mayor longitud que diámetro. Un típico hueso largo consta de las siguientes partes:

Figura 14

Estructura del hueso



Nota. Estructura del hueso, Tomado de Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). Principles of Anatomy and Physiology (16th ed.)

Tabla 5

Estructuras de los huesos

Estructura	Descripción principal	Función
Diáfisis	Tallo largo y cilíndrico del hueso.	Proporciona soporte, resistencia y palanca para el movimiento.
Epífisis	Extremos proximal y distal del hueso.	Permite la articulación con otros huesos y aumenta la superficie de contacto.
Metáfisis	Zona de transición entre diáfisis y epífisis.	Sitio del crecimiento longitudinal del hueso.
Placa epifisaria / Línea epifisaria	Cartílago hialino que luego es reemplazado por hueso.	Responsable del crecimiento en longitud durante la juventud.
Cartílago articular	Capa de cartílago hialino que cubre la epífisis.	Reduce fricción, absorbe impactos y protege la articulación.

Periostio	Membrana de tejido conectivo que recubre el hueso.	Crecimiento en diámetro, nutrición, reparación ósea e inserción de tendones y ligamentos.
Fibras de Sharpey	Fibras colágenas que fijan el periostio al hueso.	Anclaje firme del periostio a la matriz ósea.
Cavidad medular	Espacio central de la diáfisis con médula ósea amarilla.	Almacena grasa, aloja vasos sanguíneos y reduce el peso del hueso.

Nota. La información de la tabla se basa en descripciones anatómicas estándar de los huesos largos y su función estructural y fisiológica en el sistema esquelético humano. Tomado de Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2021). *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.

2.1.4. Células óseas y formación

El hueso es un órgano vivo que contiene células y vasos sanguíneos que le aportan oxígeno y nutrientes. Se encuentra en constante proceso de remodelación, aumenta de tamaño tanto en longitud como en grosor durante la infancia y la adolescencia, y es capaz de autor regenerarse después de sufrir una fractura, proceso que se conoce como consolidación ósea (Šromová et al., 2023).

Tejido óseo

El tejido óseo es el componente principal del hueso, está formado por células y sustancia extracelular, también llamada matriz ósea. Las células representan únicamente el 2 % del tejido, mientras que la matriz extracelular es el 98 %.

- **Células:** Las células pueden ser de varios tipos: células osteoprogenitoras (células madre), osteocitos, osteoblastos y osteoclastos.
- **Matriz extracelular:** Está formada en un 70 % por sustancia inorgánica rica en calcio y fósforo (hidroxiapatita) y en un 30 % por materia orgánica, principalmente fibras de colágeno. Los cristales de hidroxiapatita se disponen alrededor de las fibras de colágeno formando un armazón con excepcionales propiedades mecánicas que le da al hueso su gran resistencia (Šromová et al., 2023).

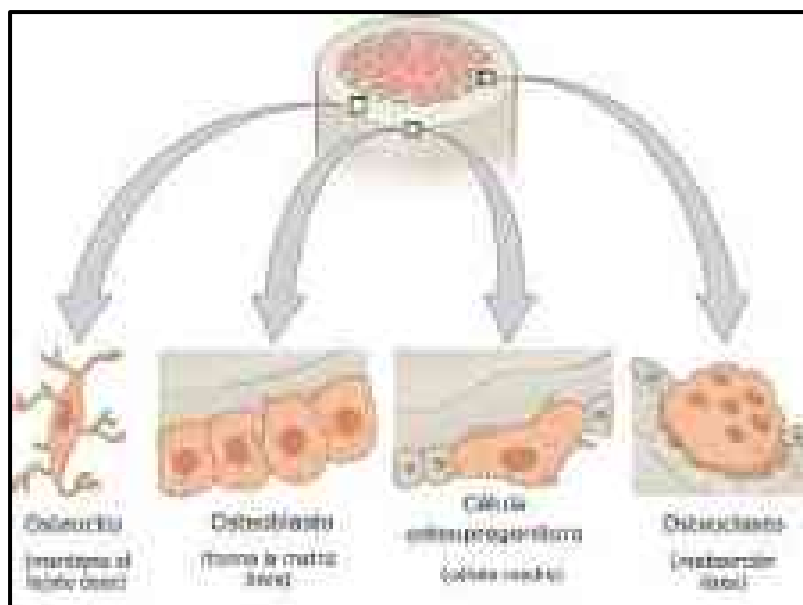
2.1.4.1. Células

En el tejido óseo maduro y en desarrollo, se pueden diferenciar cuatro tipos de células: osteoprogenitoras, osteoblastos, osteocitos y osteoclastos. Los tres primeros son estadios funcionales de un único tipo celular (Šromová et al., 2023).

- **Células osteoprogenitoras u osteógenas:** Son células madre derivadas del tejido mesenquimal, se dividen activamente y dan origen a los osteoblastos.
- **Osteoblastos:** Son células formadoras de matriz ósea. Son células muy voluminosas que se localizan en la superficie ósea, contienen fosfatasa alcalina y producen colágeno de tipo I.
- **Osteocitos:** Representan más del 90 % de las células del tejido óseo. Proceden de los osteoblastos y su función principal es mantener y renovar la matriz ósea. Son residentes fijos del hueso y su vida media es de alrededor de 25 años.
- **Osteoclastos:** Tienen como función la resorción ósea. Se localizan en el endostio, donde liberan enzimas lisosómicas y ácido que actúan sobre la matriz ósea digiriéndola.

Figura 15

Tipos de células oseas



Nota. Wikiwand. (2025). Hueso. En Wikiwand. Recuperado de <https://www.wikiwand.com/es/articles/Hueso>

2.1.4.2. Formación de los huesos

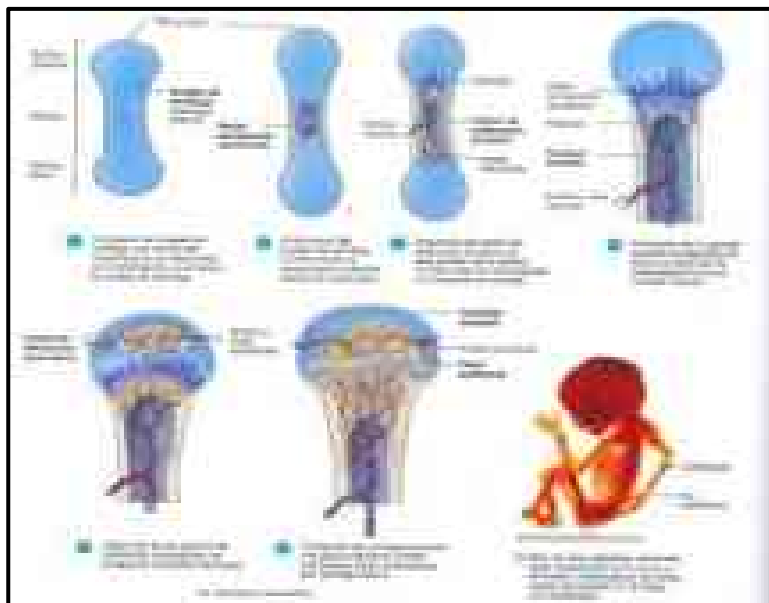
En el periodo embrionario no existen huesos, las estructuras equivalentes están formadas por un molde de tejido mesenquimal o por cartílago hialino. A medida que se produce el crecimiento, tiene lugar de forma progresiva el proceso de osteogénesis (formación de hueso) y osificación. Este se inicia en los puntos de osificación que son en realidad cúmulos de células formadoras de hueso u osteoblastos.

Existen dos tipos de osificación:

- **Osificación intramembranosa (alostasis o directa):** La osificación tiene lugar a partir de un molde mesenquimatoso que se transforma en hueso. Es típica de los huesos planos que constituyen el cráneo.
- **Osificación endocondrala (autostosis o indirecta):** El molde mesenquimatoso se transforma en primer lugar en tejido cartilaginoso y posteriormente a través de puntos de osificación en tejido óseo maduro. Es típica de los huesos largos como los que forman las extremidades. Se forma un punto de osificación en la diáfisis que avanza en dirección a las epífisis, posteriormente aparecen centros secundarios en las epífisis. Mientras persiste el periodo de crecimiento en longitud de los huesos, existe una estructura denominada cartílago de crecimiento que se sitúa entre las epífisis y la diáfisis de los huesos largos. Cuando los huesos alcanzan su longitud máxima este cartílago desaparece (Tortora & Dettickson, 2018).

Figura 16

Proceso de osificación endocondral



Nota. Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.). Editorial Médica Panamericana / John Wiley & Sons.

2.1.4.3. Remodelación ósea

El hueso es un tejido dinámico que se encuentra en un proceso continuo de renovación. Se ha calculado que en un año se reemplaza alrededor del 5 % del hueso cortical y un 20 % del trabecular, por lo que el esqueleto se renueva totalmente cada 10 años por término medio. La renovación del hueso es necesaria entre otros motivos para la reparación del daño tisular.

El proceso se inicia por la actividad de los osteoclastos que destruyen el hueso en pequeñas áreas localizadas, a continuación los osteoblastos lo reparan creando nueva matriz intercelular y facilitando la mineralización. El balance entre la reabsorción y la formación ósea es un proceso complejo que está determinado en parte genéticamente y en el que influyen factores nutricionales y hormonales. El remodelado óseo tiene lugar durante toda la vida de un individuo, pero solo es positivo hasta los 30 años en la especie humana, edad en la que se alcanza el máximo de masa ósea, la cual se mantiene bastante estable hasta los 50, momento en que empieza a disminuir, lo que condiciona mayor tendencia a las fracturas (Silva & Sasso, 2015).

2.1.4.4. Vascularización e inervación de los huesos

Las arterias penetran el hueso a través del periostio, que actúa como una barrera nutritiva. Las arterias periósticas lo atraviesan en múltiples puntos, garantizando la irrigación del hueso. Una arteria nutricia penetra de forma oblicua por el hueso compacto para alimentar la médula ósea y el tejido esponjoso. En los extremos óseos (metáfisis y epífisis) la irrigación proviene de arterias metafisarias y epifisarias. Las venas acompañan a las arterias a la hora de salir del hueso, por los mismos orificios nutricios.

Los vasos linfáticos se encuentran especialmente abundantes en el periostio. Los nervios también acompañan a los vasos sanguíneos que nutren el hueso: el periostio está ricamente inervado por fibras sensitivas responsables del dolor, por eso una fractura produce dolor tan intenso al romperse el periostio. Por el contrario, el interior del hueso apenas tiene terminaciones sensitivas. Además, las fibras vasomotoras regulan el flujo sanguíneo dentro del hueso al contraer o dilatar los vasos que recorren la médula ósea (Marenzana & Arnett, 2013).

2.1.5. División Del Sistema Esquelético

El esqueleto humano consta de 206 huesos, a su vez se divide en axial y apendicular; el axial protege órganos internos y sostiene el cuerpo, mientras que el apendicular permite el movimiento y conecta los miembros al tronco.

Tabla 6

División del esqueleto del cuerpo humano

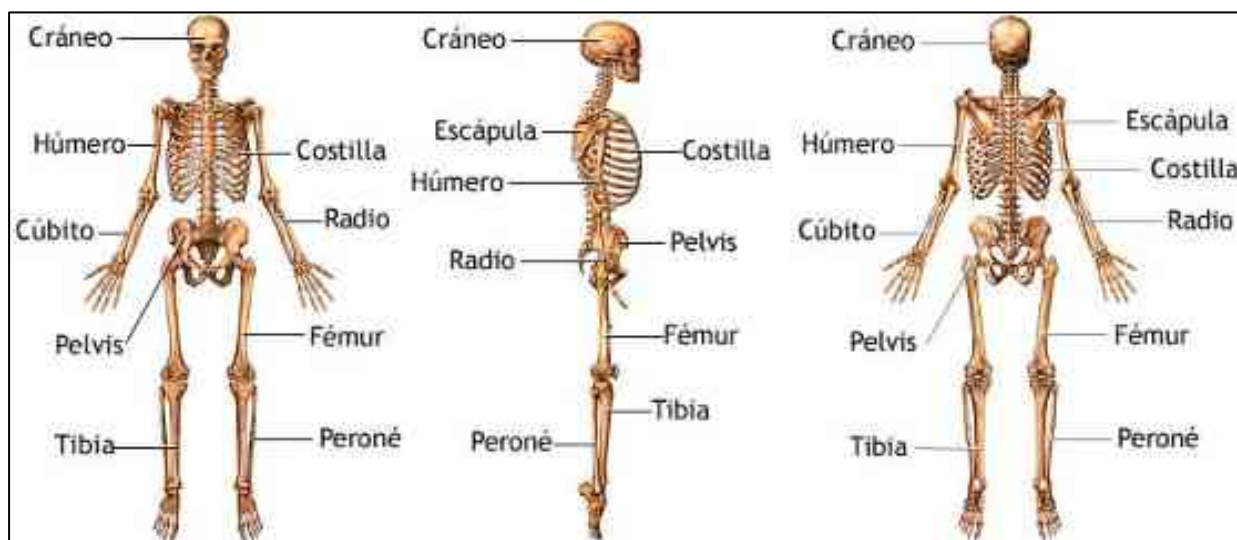
Tipo de esqueleto	Número de huesos	Componentes principales
Axial	80	Cabeza (cráneo), cuello, tronco (columna vertebral, costillas y esternón)
Apendicular	126	Miembros superiores e inferiores, incluyendo cinturas escapular y pélvica

Nota. El esqueleto axial sostiene y protege órganos vitales, mientras que el apendicular facilita el movimiento y la manipulación del entorno mediante los miembros y sus cinturas correspondientes. Tomado de Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2021). *Principios de anatomía y fisiología* (15.^a ed.). Editorial Médica Panamericana.

2.1.5.1. Huesos de las diferentes regiones del cuerpo

Figura 17

Esqueleto: vista anterior, lateral y posterior



Nota. Universidad Veracruzana. (2012). Sistema esquelético: Funciones. Huesos: estructura y clasificación. <https://www.uv.mx/personal/cblazquez/files/2012/01/sistema-oseo.pdf>

Tabla 7

Huesos del esqueleto axial y apendicular

Parte del cuerpo	Nombre del hueso	Número
ESQUELETO AXIAL (80 huesos)		
CABEZA (28 huesos)		
Cráneo (8 huesos)		
	frontal	1
	parietal	2
	temporal	2
	occipital	1
	esfenoides	1
	etmoides	1
Cara (14 huesos)		
	nasales	2
	maxilar superior	2
	malar o cigomático	2
	maxilar inferior	1
	unguis o hueso lagrimal	2
	palatino	2
	cornetes inferiores	2

	vómer	1
CUELLO (1 hueso)	hioides	1
COLUMNA VERTEBRAL O RAQUIS (26 huesos)		
	Vértebras cervicales	7
	vértebras dorsales	12
	vértebras lumbares	5
	sacro	1
	Cóccix	1
TÓRAX (25 huesos)		
	esternón	1
	Costillas (7 pares verdades y 5 pares falsas)	12 pares

ESQUELETO APENDICULAR (126 huesos)

CINTURA ESCAPULAR (4 huesos)		
	Clavícula	2
	omóplato	2
EXTREMIDAD SUPERIOR (60 huesos)		
	humero	2
	radio	2
	cúbito	2
	huesos del carpo (escafoides, semilunar, piramidal, pisiforme, trapecio, trapezoide, grande, gancho)	16
	metacarpianos	10
	falanges	28
CINTURA PELVIANA (2 huesos)		
	coxales o huesos de la pelvis	2
EXTREMIDAD INFERIOR (60 huesos)		
	fémur	2
	tibia	2
	peroné	2
	huesos del tarso (calcáneo, astrágalo, escafoides, primer, segundo y tercer cuneiforme, cuboides)	14
	metatarsianos	10
	falanges	28

Nota. El esqueleto axial consta de 80 huesos distribuidos en cabeza, cuello, columna y tórax, mientras que el apendicular tiene 126 huesos, incluyendo cinturas y extremidades superiores e inferiores.

Figura 18

Huesos de las diferentes regiones corporales



Nota. Universidad Veracruzana. (2012). Sistema esquelético: Funciones. Huesos: estructura y clasificación. <https://www.uv.mx/personal/cblazquez/files/2012/01/sistema-oseo.pdf>

2.1.6. Enfermedades Óseas Y Medicamentos

El sistema óseo cumple funciones vitales de soporte, locomoción, protección de órganos internos, hematopoyesis y almacenamiento de minerales. Alteraciones en la homeostasis ósea pueden conducir a patologías que afectan de forma significativa la calidad de vida de los pacientes. Las enfermedades óseas incluyen un amplio grupo de trastornos relacionados con el esqueleto que causan limitaciones de movilidad y mortalidad. El tratamiento de las enfermedades óseas requiere la administración oral y en bolo de altas dosis de fármaco para alcanzar concentraciones eficaces en el tejido óseo. Estas altas concentraciones de fármaco en sangre pueden inducir efectos adversos secundarios en otros órganos y tejidos. Por lo tanto, es fundamental optimizar la administración de concentraciones eficaces de fármaco en la zona afectada sin alcanzar niveles tóxicos en sangre (Chindamo et al., 2020).

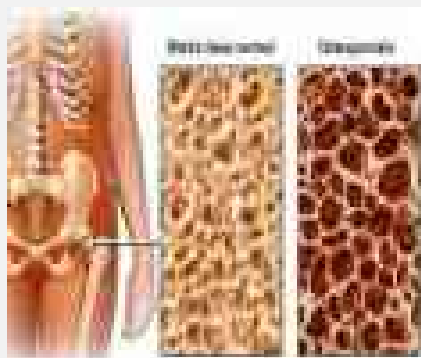
2.1.7. Principales Enfermedades Óseas Y Su Tratamiento

Tabla 8

Principales enfermedades óseas y tratamiento

<p>Osteomalacia y raquitismo</p> 	<p>Alteración en la mineralización ósea; en adultos se denomina osteomalacia y en niños raquitismo.</p> <p>Causas: Déficit de vitamina D, alteraciones renales crónicas, trastornos de absorción intestinal.</p> <p>Manifestaciones clínicas: Dolor óseo y dificultad para caminar. Deformidades esqueléticas como piernas arqueadas, engrosamiento de muñecas y tobillos. Retraso en el crecimiento y desarrollo. Problemas dentales, como esmalte débil.</p> <p>Tratamiento farmacológico:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Suplementación con vitamina D (colecalfiferol, calcitriol). + Suplementación con calcio.
<p>Osteomielitis</p> 	<p>Infección del hueso causada comúnmente por <i>Staphylococcus aureus</i>.</p> <p>Causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Vía sanguínea (hematógena): Los gérmenes se propagan desde otra parte del cuerpo, como la piel o músculos cercanos, a través del torrente sanguíneo. + Por contigüidad (exógena): La infección comienza en el hueso o sus tejidos circundantes, a menudo después de una lesión, cirugía o una herida abierta <p>Clínica: Dolor localizado, fiebre, inflamación, fístulas crónicas.</p> <p>Tratamiento farmacológico:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Antibióticos prolongados (vancomicina, cefalosporinas, fluoroquinolonas según antibiograma)(Delgado et al., 2020).
<p>Enfermedad metabólica caracterizada por disminución de la densidad mineral ósea y deterioro de la microarquitectura ósea, lo que aumenta el riesgo de fracturas.</p>	

Osteoporosis



Factores de riesgo: Menopausia, edad avanzada, déficit de vitamina D y calcio, sedentarismo, tabaquismo, uso crónico de corticoides.

Manifestaciones clínicas: Fracturas vertebrales, de cadera y de radio distal; dolor óseo crónico; disminución de talla.

Tratamiento:

- + Bifosfonatos (alendronato, risedronato): Inhiben la resorción ósea mediada por osteoclastos.
- + Denosumab: Anticuerpo monoclonal anti-RANKL, disminuye la actividad osteoclástica.
- + Terapia hormonal (estrógenos, raloxifeno): Útil en mujeres postmenopáusicas.
- + Anabólicos óseos (teriparatida): Estimulan formación ósea.



Enfermedad de Paget ósea

Trastorno crónico caracterizado por remodelación ósea desorganizada, con áreas de resorción excesiva seguidas de formación ósea anómala.

Causa: En lugar de reemplazar el hueso viejo por hueso nuevo de manera ordenada, la enfermedad causa un ciclo anormal de descomposición y crecimiento óseo, resultando en huesos más grandes y débiles que pueden deformarse y fracturarse fácilmente.

Manifestaciones clínicas: Dolor óseo, deformidades, fracturas, artrosis secundaria.

Tratamiento:

- + Bifosfonatos: como primera línea.
- + Calcitonina: en casos refractarios o intolerancia.



Nota. Se presenta las principales enfermedades del sistema óseo, sus causas, manifestaciones clínicas y tratamientos farmacológicos más utilizados. Su propósito es orientar al lector en la identificación de las alteraciones óseas más relevantes y comprender cómo se relacionan los mecanismos fisiopatológicos con las estrategias terapéuticas actuales.

2.2. Anatomía y fisiología articular

El esqueleto humano necesita moverse, pero los huesos son demasiado rígidos para doblarse sin sufrir daño. Afortunadamente, los tejidos conectivos flexibles sostienen los huesos unidos entre sí en puntos de contacto llamados articulaciones.

2.2.1. Tipos De Articulaciones Y Su Función

Las articulaciones se clasifican según su movimiento en sinartrosis (inmóviles), anfiartrosis (semimóviles) y diartrosis (móviles o sinoviales). Su función principal es unir los componentes del esqueleto, como los huesos, para permitir movimientos mecánicos, proporcionar estabilidad y proteger órganos internos. Las sinartrosis ofrecen máxima estabilidad, las anfiartrosis permiten un movimiento muy limitado y las diartrosis posibilitan un amplio rango de movimiento gracias al líquido sinovial (Tortora & Dettickson, 2018).

Figura 19

Tipos de articulación y su función



Nota. Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2021). *Principios de anatomía y fisiología* (15.^a ed.). Editorial Médica Panamericana.

2.2.2. Funciones Generales De Las Articulaciones

Las articulaciones desempeñan roles vitales en el sistema musculoesquelético:

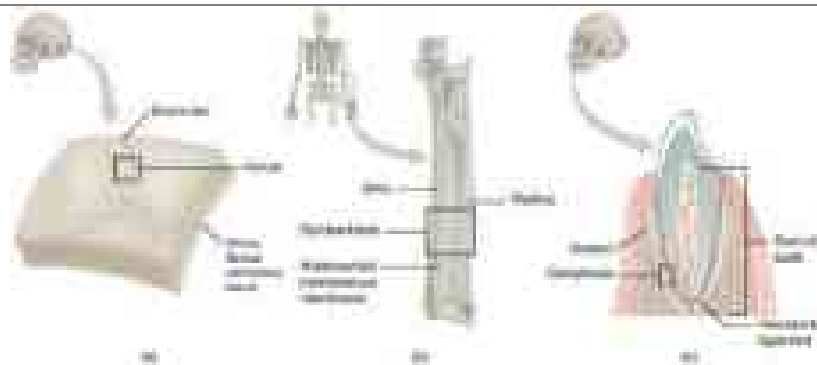
- **Unión y conexión:** Las articulaciones son los puntos donde se encuentran dos o más huesos, un hueso y un cartílago, o incluso un hueso y un diente. Esta unión es fundamental para mantener la estructura y la integridad del esqueleto.
- **Facilitar el movimiento:** La función más reconocida de las articulaciones es posibilitar una amplia gama de movimientos mecánicos, como la flexión, extensión, rotación, abducción y aducción. Las articulaciones sinoviales, por ejemplo, son altamente móviles y permiten el movimiento libre en las extremidades, como en el codo, el hombro y la rodilla.
- **Proporcionar estabilidad:** Además de la movilidad, las articulaciones, junto con los ligamentos y tendones circundantes, aseguran la estabilidad necesaria para mantener el control del movimiento y la postura corporal. Algunas articulaciones, como las suturas del cráneo (articulaciones fibrosas), son completamente inmóviles (sinartrosis) y su función es proporcionar una unión fuerte y rígida para proteger órganos vitales.
- **Amortiguación y protección:** El cartílago articular y el líquido sinovial dentro de algunas articulaciones ayudan a reducir la fricción, amortiguar los golpes y transferir y distribuir las cargas de peso, protegiendo las extremidades de los huesos del desgaste.
- **Proporcionar elasticidad y plasticidad:** Permiten que el cuerpo se adapte a diferentes fuerzas y posiciones, contribuyendo a la flexibilidad general del esqueleto (Eschweiler et al., 2021).

Articulación Sinartrosis-Fibrosas (Inmóviles)

Las sinartrosis son articulaciones en las que los huesos están unidos por tejido conectivo fibroso denso, lo que permite escasa o nula movilidad. Su función principal es ofrecer protección, estabilidad y soporte estructural (Lories & Luyten, 2013).

Tabla 9

Articulaciones sinartrosis



Tipo de Sinartrosis	Descripción científica	Ubicación / Ejemplos	Movilidad
Suturas	Unen huesos mediante tejido conectivo fibroso delgado; brindan protección y permiten crecimiento craneal durante la infancia.	Cráneo: sutura coronal, sagital, lambdaidea.	Inmóviles
Sindesmosis	Unión por ligamentos o membranas interóseas que proporcionan estabilidad con movimiento mínimo.	Tibiofibular distal, membrana interósea radio-cúbito.	Movilidad muy limitada
Gonfosis	Articulación tipo clavija-hueco; el diente se fija mediante el ligamento periodontal.	Diente-alveolo en maxilar y mandíbula.	Inmóvil

Nota. Las sinartrosis son articulaciones fibrosas inmóviles que brindan estabilidad estructural. Incluyen suturas, sindesmosis y gonfosis, esenciales para proteger órganos, soportar cargas y mantener la integridad del esqueleto.

Anfiartrosis – Articulaciones Cartilagosas

Las anfiartrosis son un tipo de articulaciones cartilagosas que se caracterizan por permitir un movimiento limitado o semimóvil. Los huesos se unen mediante cartílago hialino o fibrocartílago, lo que proporciona firmeza y flexibilidad (Lories & Luyten, 2013).

Tabla 10

Articulaciones cartilagosas



Tipo	Descripción	Tejido	Ejemplos
Sincondrosis	Unión rígida entre huesos mediante cartílago hialino; movilidad muy limitada. Algunas permiten crecimiento óseo.	Cartílago hialino	Placas epifisarias, primera costilla–esternón
Sínfisis	Unión resistente mediante fibrocartílago; permite pequeños movimientos y absorción de cargas.	Fibrocartílago	Discos intervertebrales, sínfisis púbica

Nota. La tabla resume las anfiartrosis, articulaciones cartilagosas semimóviles esenciales para amortiguar impactos, permitir movilidad limitada y proporcionar estabilidad estructural. Destaca diferencias entre sincondrosis y sínfisis, reforzando su valor biomecánico.

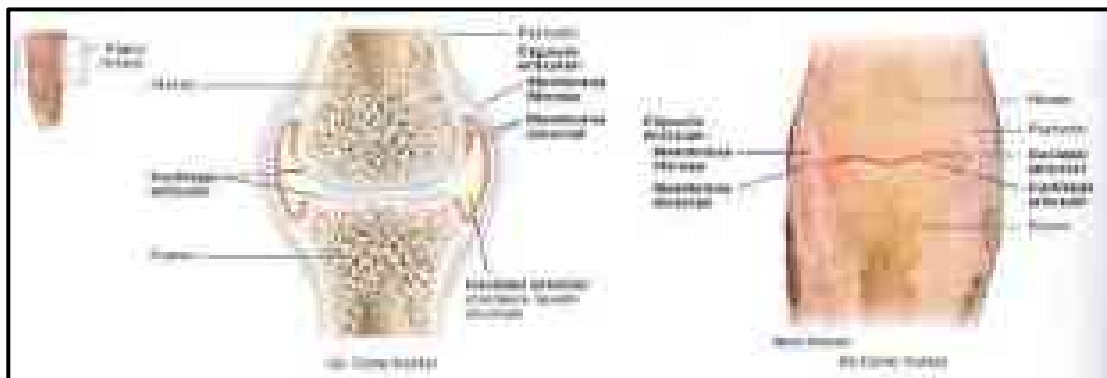
2.2.3. Articulación Sinovial: Anatomía y Partes Principales

Las articulaciones sinoviales son las más móviles del cuerpo humano y permiten movimientos amplios y variados. Están formadas por una estructura compleja diseñada para movilidad, estabilidad, lubricación y distribución de cargas.

Estructuras principales:

Figura 20

Estructuras de las articulaciones sinoviales



Nota. Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2021). *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.

Figura 21

Estructura y Función de la Articulación Sinovial

Superficies articulares

- Extremos de los huesos recubiertos por cartílago hialino.
- Función: evitar fricción, resistir presión y distribuir cargas.

Cápsula articular

- Estructura fibrosa que rodea la articulación.
- Tiene dos capas:
 - Membrana fibrosa externa: tejido denso, protege y limita movimientos excesivos.
 - Membrana sinovial interna: produce líquido sinovial.

Líquido sinovial

- Sustancia viscosa compuesta por ácido hialurónico, proteínas y células fagocíticas.
- Funciones: lubricar, nutrir el cartílago, absorber impactos y eliminar desechos.

Ligamentos

- Bandas de tejido conectivo que refuerzan la articulación.
- Pueden ser:
 - Extracapsulares (ejemplo: ligamento colateral de la rodilla).
 - Intracapsulares (ejemplo: ligamento cruzado anterior).

Meniscos y discos articulares

- Estructuras de fibrocartílago que mejoran la congruencia entre huesos, estabilizan y amortiguan.

Bursas sinoviales

- Pequeños sacos con líquido sinovial que reducen la fricción entre tendones, músculos y huesos.

Tabla 11

Tipos de articulación sinovial



Tipo de Articulación Sinovial	Descripción	Movimientos Principales	Ejemplos
Artrodia (Plana)	Superficies óseas planas o ligeramente curvas.	Deslizamiento	Articulaciones intercarpianas, intertarsianas, acromioclavicular
Troclear (Gínglimo / Bisagra)	Superficie convexa encaja en cóncava.	Flexión–extensión	Codo (húmero–cúbito), interfalángicas
Trocoide (Pivote)	Un hueso gira alrededor de un eje central.	Rotación	Atlantoaxoidea (C1–C2), radiocubital proximal
Condílea (Elipsoidea)	Superficie oval convexa con cavidad elíptica.	Flexión, extensión, abducción, aducción, circunducción	Muñeca (radiocarpiana), metacarpofalángicas
Silla de Montar (Selar)	Ambas superficies en forma de silla.	Flexión, extensión, abducción, aducción, oposición	Carpometacarpiana del pulgar
Esferoidea (Enartrosis)	Cabeza esférica encaja en cavidad profunda.	Todos los movimientos (triaxial): flexión, extensión, abducción, aducción, rotación, circunducción	Hombro (glenohumeral), cadera (coxo femoral)

Nota. Los tipos de articulaciones sinoviales permiten distintos rangos de movimiento según su forma. Son esenciales para la movilidad, estabilidad y funcionalidad corporal, posibilitando actividades complejas como caminar, manipular objetos y mantener equilibrio.

2.2.4. Movimientos Articulares Básicos

Los movimientos articulares son los desplazamientos realizados por los huesos en una articulación, facilitados principalmente por las articulaciones sinoviales. Se clasifican según el plano y el eje en el que ocurren.

Tabla 12

Movimientos Articulares Básicos

Movimiento	Definición	Ejemplo
Flexión	Disminuye el ángulo entre dos huesos.	Flexión del codo.
Extensión	Aumenta el ángulo entre dos huesos.	Extensión de la rodilla.
Abducción	Separa un segmento de la línea media.	Separar brazos.
Aducción	Acerca un segmento a la línea media.	Juntar piernas.
Rotación interna	Gira el miembro hacia la línea media.	Hombro al rotar hacia dentro.
Rotación externa	Gira el miembro alejándose de la línea media.	Hombro hacia fuera.
Circunducción	Movimiento circular que combina flexión, extensión, abducción y aducción.	Hombro al hacer un círculo con el brazo.
Pronación	Palma hacia abajo.	Girar la mano para escribir.
Supinación	Palma hacia arriba.	Sostener un plato.
Inversión	Planta del pie hacia adentro.	Pie sobre borde externo.
Eversión	Planta del pie hacia afuera.	Pie sobre borde interno.
Deslizamiento	Superficies óseas planas se mueven una sobre otra.	Intercarpianas.

Nota: La tabla resume los movimientos articulares básicos que permiten desplazar segmentos corporales en distintos planos. Su comprensión es esencial para evaluar movilidad, diagnosticar limitaciones, planificar rehabilitación y optimizar el rendimiento funcional.

Figura 22

Terminologías de los movimientos articulares



Nota. Movimientos articulares básicos [Video]. (2023, marzo 20). YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=n68S4Garc28>

NOTAS IMPORTANTES

- Aunque cada articulación parece tener movimientos "limitados", en realidad el cuerpo humano puede combinar varios al mismo tiempo, creando acciones complejas y fluidas. Por ejemplo, al lanzar una pelota, el hombro realiza circunducción, el codo hace extensión, la muñeca una pronación y los dedos una flexión, todo en una sola acción coordinada.
- Lo interesante es que, gracias a esta coordinación, el cuerpo humano puede ejecutar más de 1.000 combinaciones diferentes de movimientos, lo que nos hace una de las especies con mayor precisión y variedad motora en el reino animal.

2.2.5. Trastornos Articulares y Medicamentos

Los trastornos articulares son afecciones que afectan las articulaciones, provocando dolor, inflamación, rigidez y dificultad para moverse. Estos trastornos pueden ser causados por lesiones (como fracturas o desgarros), enfermedades autoinmunes (como la artritis reumatoide), desgaste (osteoartritis) o infecciones. Algunas condiciones comunes incluyen la osteoartritis, la artritis reumatoide, la bursitis y la tendinitis. El tratamiento varía según la causa, e incluye reposo, ejercicio, medicamentos antiinflamatorios y, en algunos casos, cirugía (Tortora & Dettickson, 2018).

Figura 23

Principales trastornos articulares

	<p>Osteoartritis (artrosis)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Degeneración progresiva del cartílago articular. • Síntomas: dolor, rigidez, pérdida de movilidad. • Frecuente en personas mayores.
	<p>Artritis reumatoide</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enfermedad autoinmune que produce inflamación crónica. • Puede deformar las articulaciones.
	<p>Gota</p> <ul style="list-style-type: none"> • Depósito de cristales de ácido úrico en articulaciones. • Produce ataques de dolor intenso (podagra en el dedo gordo del pie).
	<p>Bursitis y tendinitis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inflamación de bursas o tendones por sobreuso o traumatismo.
	<p>Luxaciones y esguinces</p> <ul style="list-style-type: none"> • Luxación: desplazamiento completo del hueso fuera de su cavidad. • Esguince: lesión de ligamentos por estiramiento o desgarramiento.

2.2.6. Tratamiento Farmacológico De Los Trastornos Articulares

El tratamiento farmacológico de los trastornos articulares varía ampliamente según la causa subyacente (como osteoartritis o artritis reumatoide) y generalmente busca aliviar el dolor, reducir la inflamación y, en algunos casos, frenar la progresión de la enfermedad (Hughes et al., 2023).

Figura 24

Clasificación de Fármacos en Reumatología.

Analgésicos:
•Paracetamol: primera opción en dolor leve-moderado.
Antiinflamatorios no esteroideos (AINEs):
•Ibuprofeno, naproxeno, diclofenaco. •Reducen dolor e inflamación.
Corticoides:
•Prednisona, metilprednisolona (oral o infiltrada en la articulación). •Útiles en artritis reumatoide y crisis de gota.
Fármacos modificadores de la enfermedad (DMARDs):
•Metotrexato, sulfasalazina, leflunomida. •Usados en artritis reumatoide y otras enfermedades autoinmunes.
Biológicos:
•Adalimumab, infliximab (anti-TNF). •Etanercept. •Mayor eficacia, pero alto costo.
Fármacos para la gota:
•Colchicina (ataque agudo). •Alopurinol y febuxostat (disminuyen ácido úrico).
Condroprotectores:
•Glucosamina y condroitina. •Usados como complemento en artrosis, aunque su eficacia es discutida.

2.3. Anatomía y fisiología muscular

El sistema muscular es el conjunto de más de 600 músculos que existen en el cuerpo humano. Sus componentes participan en el movimiento voluntario e involuntario, la circulación, la digestión, la respiración y la comunicación.

- Representa entre el 40 y 50% del peso corporal.
- Los músculos están formados por tejido muscular especializado en contraerse y relajarse, lo que permite transformar energía química (ATP) en energía mecánica.

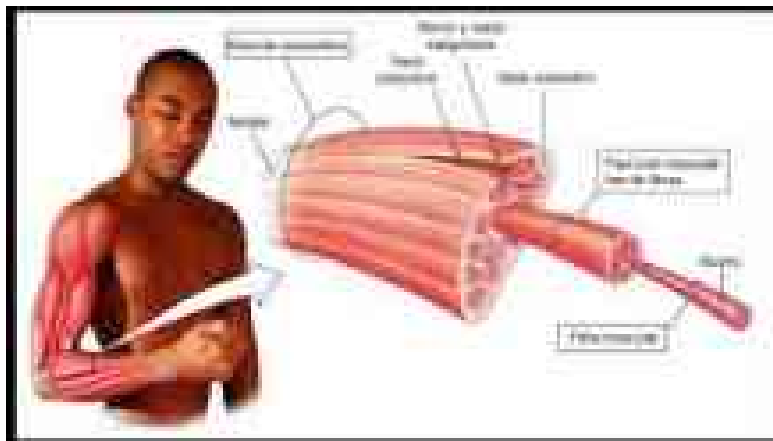
- El músculo está altamente vascularizado para recibir oxígeno y nutrientes, y innervado por fibras motoras y sensitivas que regulan la contracción y percepción.

El estudio conjunto de anatomía (estructura) y fisiología (función) del músculo es básico para comprender la locomoción y las patologías musculares (Frontera & Ochala, 2015).

2.3.1. Anatomía Muscular

Figura 25

Anatomía muscular



Nota. Universidad Benshortiana. (aprox. 2015). *Introducción a la anatomía del sistema muscular* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=hVCrWUWx76I>

El músculo es un órgano contráctil que determina la forma y el contorno de nuestro cuerpo. Cuenta con células capaces de elongarse a lo largo de su eje de contracción.

Figura 26*Tipos de tejido muscular*

Existen tres tipos de tejido muscular, que a su vez conforma tres tipos de músculo y estos son:

Tejido muscular esquelético: Puede describirse como músculo voluntario o estriado. Se denomina voluntario debido a que se contrae de forma voluntaria. Un músculo consta de un gran número de fibras musculares. Pequeños haces de fibras están envueltos por el perimisio, y la totalidad del músculo por el epimisio.

Tejido muscular liso: Este describe como visceral o involuntario. No está bajo el control de la voluntad. Se encuentra en las paredes de los vasos sanguíneos y linfáticos, el tubo digestivo, las vías respiratorias, la vejiga, las vías biliares y el útero.

Tejido muscular cardíaco: Este tipo de tejido muscular se encuentra exclusivamente en la pared del corazón. No está bajo el control voluntario sino por automatismo. Entre las capas de las fibras musculares cardíacas, las células contráctiles del corazón, se ubican láminas de tejido conectivo que contienen vasos sanguíneos, nervio y el sistema de conducción del corazón.

2.3.2. Funciones De Los Músculos

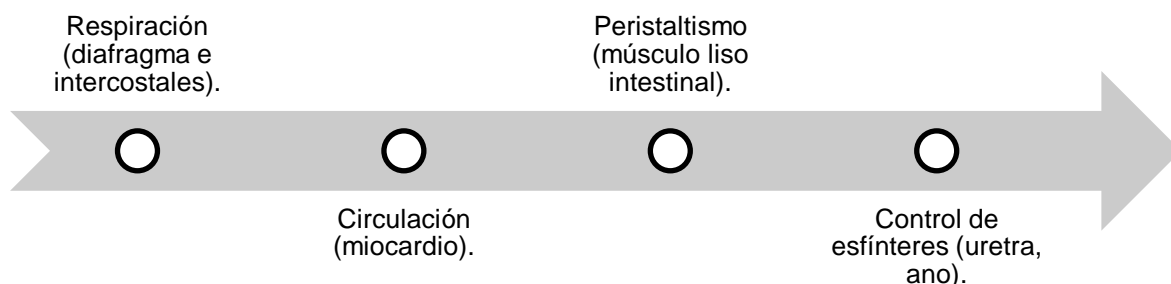
Los músculos cumplen roles esenciales para la homeostasis:

- **Movimiento corporal:** permiten desplazamientos, gestos y acciones como hablar o escribir.
- **Estabilidad y postura:** músculos tónicos mantienen el equilibrio frente a la gravedad.
- **Producción de calor (termogénesis):** la contracción muscular genera hasta el 85% del calor corporal.
- **Protección de órganos:** músculos abdominales, intercostales y faciales protegen vísceras y estructuras vitales.
- **Estabilidad articular:** refuerzan ligamentos y cápsulas articulares.

Funciones vitales específicas:

Figura 27

Funciones vitales específicas



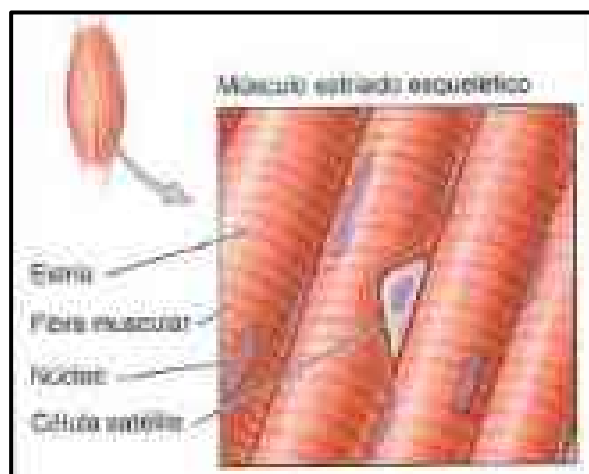
2.3.3. Tipos De Músculos

Músculo esquelético (estriado voluntario)

El músculo esquelético es un tipo de tejido muscular estriado (con bandas) y voluntario, lo que significa que está bajo el control consciente del sistema nervioso central para producir movimiento. Este músculo se une a los huesos a través de los tendones y está compuesto por fibras musculares alargadas con múltiples núcleos, que se organizan en haces para generar fuerza (Frontera & Ochala, 2015).

Figura 28

Musculo estriado esquelético



Nota. Leman, J., & Alshahrani, A. (2023). Physiology, Muscle. StatPearls Publishing. www.ncbi.nlm.nih.gov

Ejemplos de Músculo Estriado Esquelético

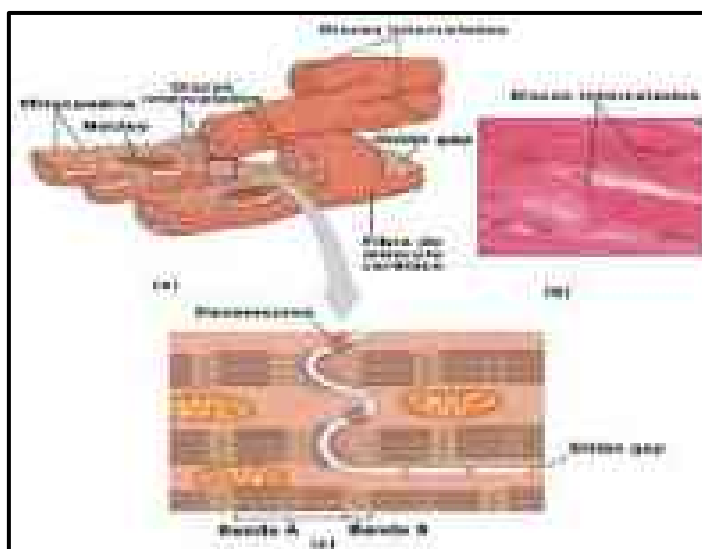
- **Músculos del cuerpo:** Los músculos que nos permiten movernos, como el bíceps, los isquiotibiales y los músculos abdominales, son músculos estriados.
- **Músculos faciales:** Los músculos de la cara que permiten hacer gestos y expresiones son estriados.
- **Músculo diafragma:** Este músculo, crucial para la respiración, es un músculo estriado.
- **Músculos de los ojos:** Los músculos que controlan el movimiento de los ojos son también de tipo estriado.
- **Músculos de la lengua y faringe:** Estos también forman parte de los músculos estriados.

Músculo cardíaco (estriado involuntario)

El tejido muscular cardíaco, también conocido como miocardio, es un tipo de tejido muscular estriado que forma la mayor parte de la pared del corazón. Este tejido se especializa en la contracción continua e involuntaria, permitiendo al corazón bombear sangre a través de los vasos sanguíneos para suministrar oxígeno y nutrientes a todo el cuerpo (Tortora & Dettickson, 2018).

Figura 29

Musculo cardiaco



Nota. StatPearls. (2024). Anatomy, Skeletal Muscle. National Center for Biotechnology Information. www.ncbi.nlm.nih.gov

Características clave del músculo cardíaco:

- **Estriado:** Al igual que el músculo esquelético, las células del músculo cardíaco (cardiomiocitos) presentan estriaciones o bandas transversales debido a la disposición organizada de las proteínas contráctiles (actina y miosina) en sarcómeros.
- **Involuntario:** Su contracción está controlada por el sistema nervioso autónomo (SNA), no por la voluntad consciente. Funciona de manera continua, día y noche, sin requerir un pensamiento consciente.
- **Autorrítmico:** Una característica distintiva es su capacidad de autorritmicidad. El corazón contiene células marcapasos especializadas (como el nódulo sinoauricular) que generan sus propios impulsos eléctricos para contraerse espontánea y rítmicamente sin estimulación nerviosa externa.
- **Células ramificadas:** Los cardiomiocitos son células ramificadas, relativamente cortas, que generalmente contienen un solo núcleo ubicado en el centro.
- **Discos intercalares:** Las células musculares cardíacas están interconectadas por estructuras especializadas llamadas discos intercalares. Estos discos contienen uniones gap (nexos) que permiten una rápida comunicación eléctrica entre las células, asegurando que el músculo se contraiga como una unidad sincronizada.
- **Alto contenido de mitocondrias:** Estas células contienen numerosas mitocondrias, lo que les proporciona una gran resistencia a la fatiga y la energía necesaria (ATP) para bombear sangre durante toda la vida.

Histología

- Células llamadas cardiomiocitos, cortas y ramificadas.
- Un solo núcleo central (a veces dos).
- Estriado, como el esquelético, pero con discos intercalares (uniones especializadas que permiten la contracción sincronizada).
- Riquísimo en mitocondrias para el metabolismo aeróbico.

Fisiología

- Contracción rítmica, continua y automática (automatismo cardíaco).
- Controlado por el sistema nervioso autónomo y marcapasos naturales (nódulo SA).
- No se fatiga durante la vida.

Ubicación

- Exclusivo del miocardio (pared del corazón).
- También en las porciones iniciales de la aorta y arterias pulmonares.

Funciones

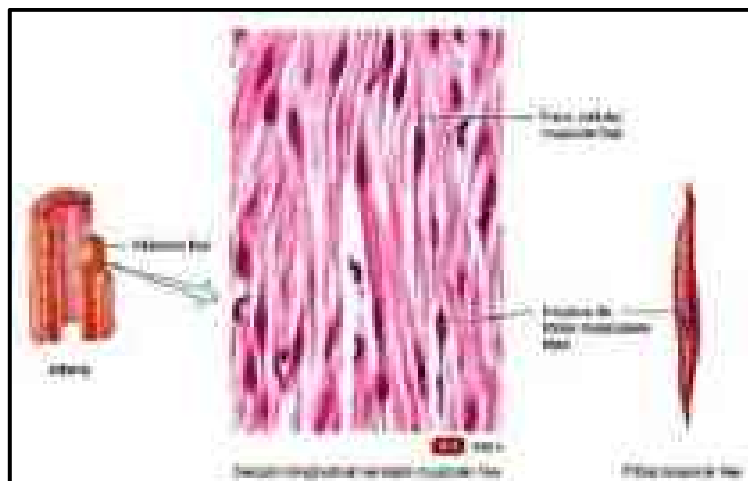
- Bombeo de la sangre de forma rítmica y continua.

Músculo liso (no estriado involuntario)

El músculo liso (o involuntario) es un tipo de músculo no estriado que se encuentra en las paredes de órganos internos y vasos sanguíneos, como el estómago, intestinos, útero y arterias. A diferencia del músculo esquelético, su contracción no está bajo el control consciente ni voluntario, sino que es regulada por el sistema nervioso autónomo, hormonas y factores locales. Se caracteriza por su capacidad de mantener el tono muscular y realizar contracciones lentas y sostenidas para funciones como la digestión (peristaltismo) o la regulación del flujo sanguíneo (Tortora & Dettickson, 2018).

Figura 30

Musculo liso del estomago



Nota. StatPearls Publishing. (2024). Special senses. En StatPearls. National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532258/>

Ejemplos de su ubicación y función

- **Tracto gastrointestinal:** Forma las paredes de órganos como el intestino, permitiendo movimientos como el peristaltismo para movilizar el contenido.
- **Vasos sanguíneos:** Regula el diámetro de la luz para controlar el flujo sanguíneo.
- **Vías respiratorias:** Controla la constricción y dilatación de los bronquios y bronquiolos.
- **Ojo:** Los músculos ciliares controlan el enfoque del ojo y los músculos del iris controlan el tamaño de la pupila.
- **Vejiga urinaria:** Permite la contracción y relajación para la evacuación de la orina.
- **Piel:** Los músculos erectores del pelo causan la "piel de gallina".
- **Útero:** Sus contracciones son fundamentales durante el parto.

Resumen general tipos de músculos

Tabla 13

Tipos de músculos

Característica	Esquelético	Cardíaco	Liso
Estriaciones	Sí	Sí	No
Núcleos	Múltiples, periféricos	1-2, centrales	1 central
Control	Voluntario (SN somático)	Involuntario (SNA, nódulo SA)	Involuntario (SNA, hormonas)
Velocidad contracción	Rápida	Rítmica, continua	Lenta, sostenida
Fatiga	Sí	No	No
Ubicación	Huesos, lengua, cara	Corazón	Órganos huecos, vasos, iris

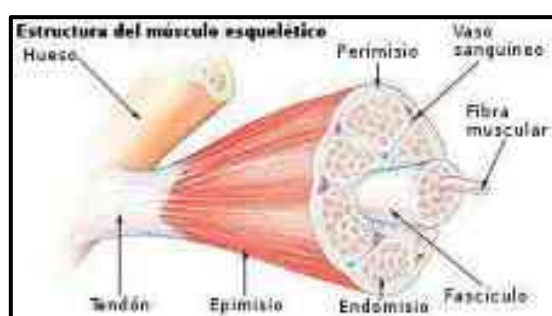
Nota. Los músculos esqueléticos, cardíacos y lisos difieren en estructura y control. Permiten movimiento voluntario, contracción rítmica cardíaca y funciones internas. Su acción coordinada sostiene postura, circulación y regulación de órganos.

2.3.4. Estructura Muscular

La estructura muscular se organiza en varios niveles: los músculos están formados por fascículos (grupos de fibras), cada fibra muscular (célula) contiene miofibrillas con filamentos de actina y miosina que se deslizan para la contracción. El tejido muscular tiene características como la contracción, excitabilidad, extensibilidad y elasticidad. Además, existen tres tipos de tejido muscular: esquelético, liso y cardíaco.

Figura 31

Estructura de los músculos



Nota. StatPearls Publishing. (2024). Special senses. En StatPearls. National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532258/>

Figura 32

La organización jerárquica del músculo esquelético:

Tipo o músculo	
	Epimisio
	Perimisio
	Endomisio
	Miofibrillas
	Sarcómero
	Proteínas reguladoras
	Actina Miosina

- Epimisio: recubre todo el músculo.
- Perimisio: envuelve fascículos de fibras.
- Endomisio: rodea cada fibra muscular.
- Fibra muscular: célula alargada multinucleada, contiene miofibrillas.
- Miofibrillas: estructuras contráctiles compuestas por sarcómeros.
- Sarcómero: unidad funcional, formado por:
 - Actina (filamentos delgados).
 - Miosina (filamentos gruesos).
 - Proteínas reguladoras: troponina y tropomiosina.

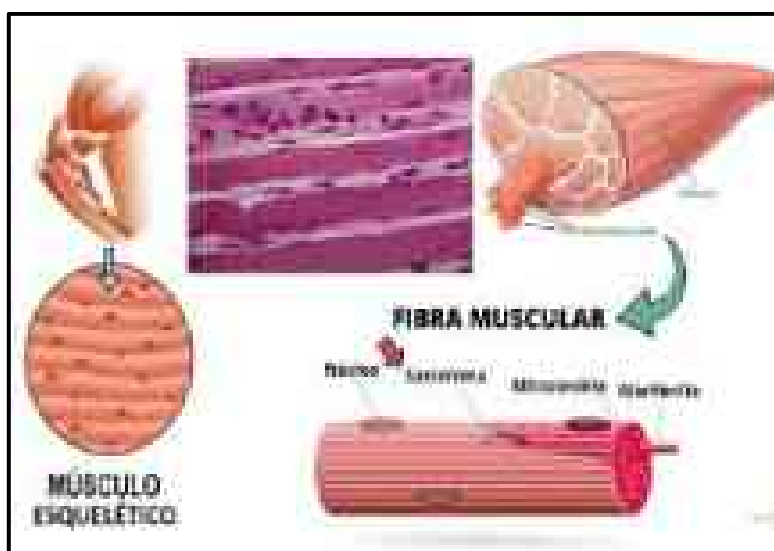
2.3.5. Contracción muscular

El movimiento dirigido, facilitado por la contracción muscular, es una característica distintiva del reino animal. Los músculos han evolucionado para generar contracción, fuerza y movimiento. Existen tres tipos principales de músculo: el músculo esquelético, un órgano biomecánico responsable del movimiento; el músculo cardíaco, encargado de bombear sangre por el cuerpo; y el músculo liso, responsable de modular la digestión, la respiración y el flujo sanguíneo(Wang & Raunser, 2023).

La contracción muscular es el proceso en el que las fibras musculares generan tensión, ya sea alargándose o acortándose, lo que resulta en movimiento o mantenimiento de la postura. Este proceso es iniciado por una señal del sistema nervioso y ocurre cuando las proteínas actina y miosina dentro de las fibras musculares se deslizan entre sí, gracias a la energía del ATP. Las contracciones se clasifican en isométricas (sin cambio de longitud), concéntricas (acortamiento) y excéntricas (alargamiento)(Wang & Raunser, 2023).

Figura 33

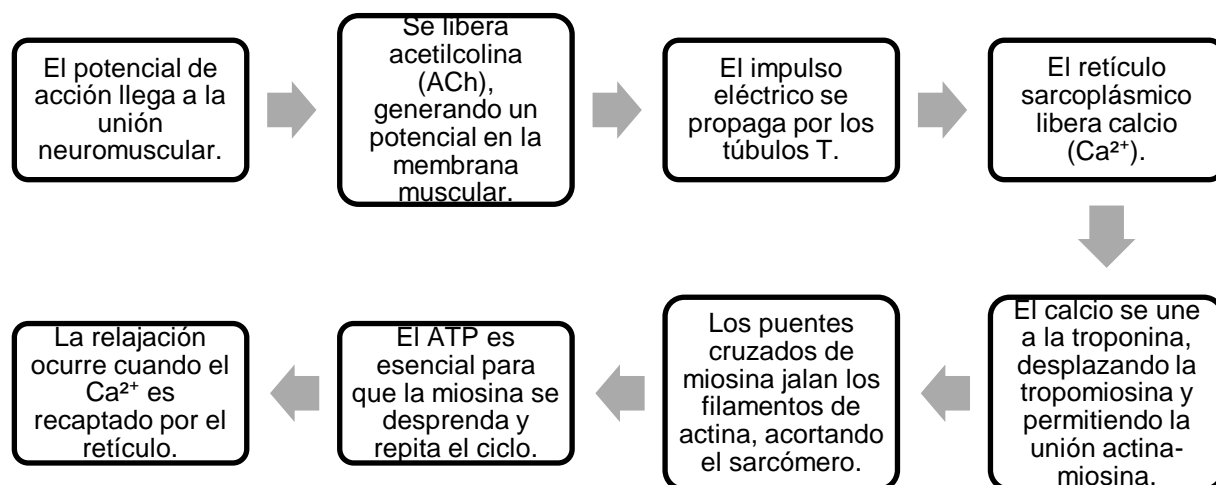
Estructura de la fibra muscular



Nota. Tortora, G. J., y Derrickson, B. (2018). Principios de Anatomía y Fisiología (15.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.

Figura 34

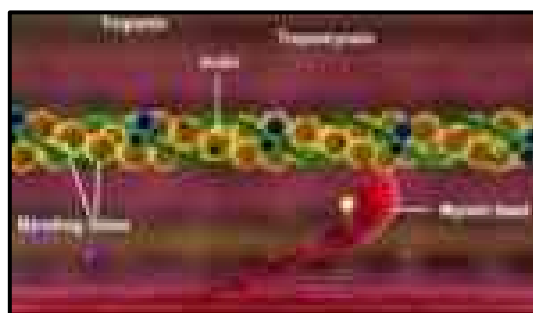
Teoría del filamento deslizando



Nota. Describe la fisiología de la contracción muscular mediada por calcio y ATP. Adaptado de Principios de Anatomía y Fisiología, por G. Tortora y B. Derrickson, 2018, Editorial Médica Panamericana.

Figura 35

Proceso de contracción muscular

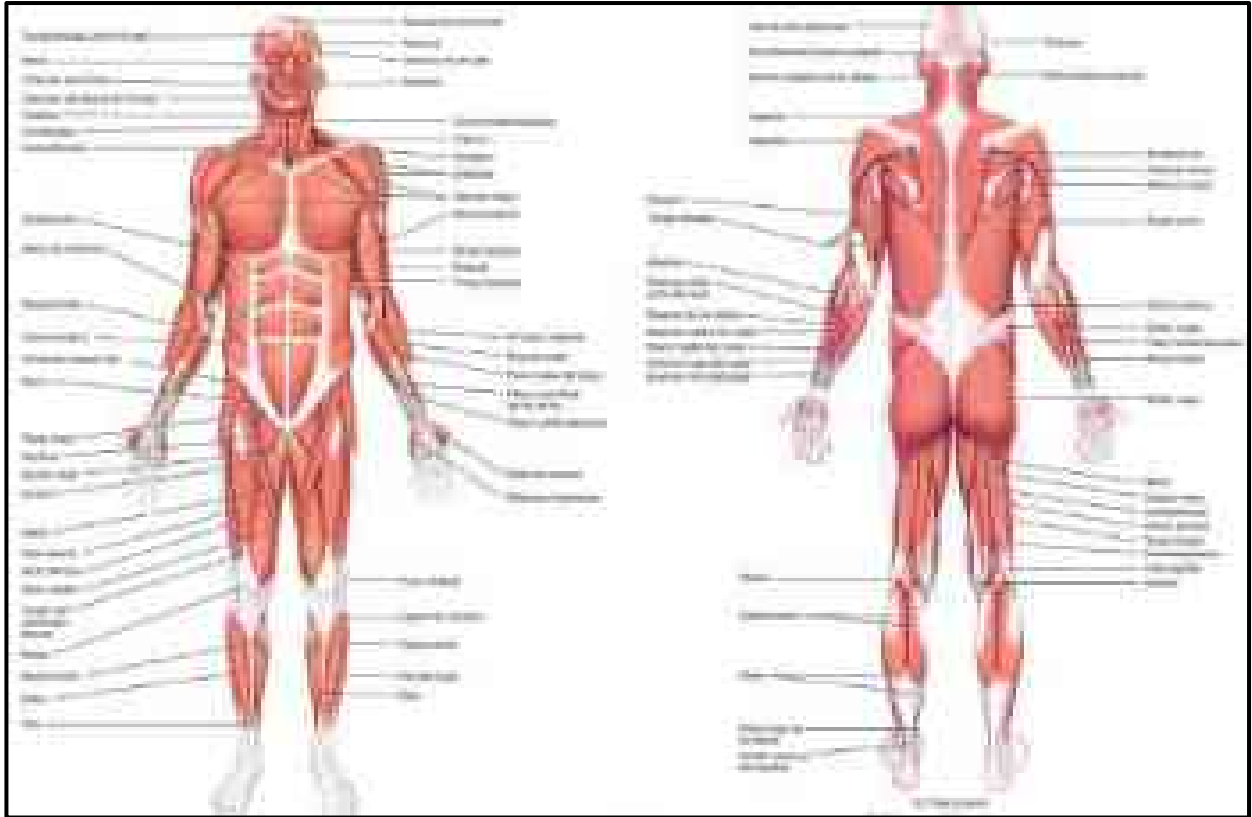


Nota. ¿Cómo funciona la contracción muscular (y qué significa la hiperactina)? (2025, agosto 31). YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=C4fmTtO1bbo>

2.3.6. Músculos del cuerpo humano

Figura 36

Localización muscular



Nota. Bordoni, B., Packer, M. & Varacallo, M. (2023). Physiology, Muscle. StatPearls Publishing.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532258/>

2.3.7. Localización de los músculos en las diferentes regiones

Tabla 14

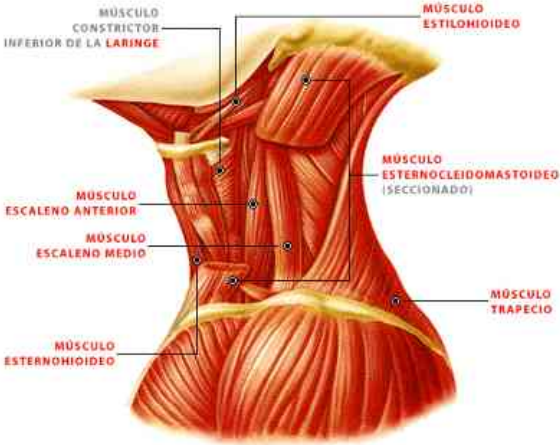
Localización de los músculos de la cabeza

Localización	Nombre del músculo
Masticación	Temporal, Masetero, Pterigoideo lateral, Pterigoideo medial.
Expresión facial	Orbicular de los párpados, Orbicular de los labios, Buccinador, Cigomático mayor, Cigomático menor, Risorio, Depresor del ángulo de la boca, Elevador del labio superior, Frontalis (frontal), Occipital (occipital), Nasal.
Músculos del globo ocular	Recto superior, Recto inferior, Recto medial, Recto lateral, Oblicuo superior, Oblicuo inferior.
Músculos del oído	Auriculares anterior, superior y posterior.
Músculos de la lengua	Geniogloso, Hiogloso, Estilgloso, Palatogloso.

Nota. La tabla organiza los principales músculos de la cabeza según su función, facilitando comprender cómo intervienen en masticación, expresión facial, movimientos oculares, audición y habla, esenciales para comunicación y funciones vitales.

Tabla 15

Músculos del cuello

Localización	Nombre del músculo
	
Región anterior	Suprahioideos (Miloideo, Genioideo, Estiloideo), Infraioideos (Esternoideo, Omohioideo, Esternotiroideo, Tiroideo).
Región lateral	Esternocleidomastoideo, Escaleno anterior, Escaleno medio, Escaleno posterior.
Región posterior	Trapezio superior, Esplenio de la cabeza, Esplenio del cuello, Semiespinoso de la cabeza, Suboccipitales.

Nota. La tabla organiza los músculos del cuello por regiones, mostrando su función en soporte, movimiento y protección. Son esenciales para la postura, respiración, deglución y movilidad precisa de cabeza y cuello.

Tabla 16

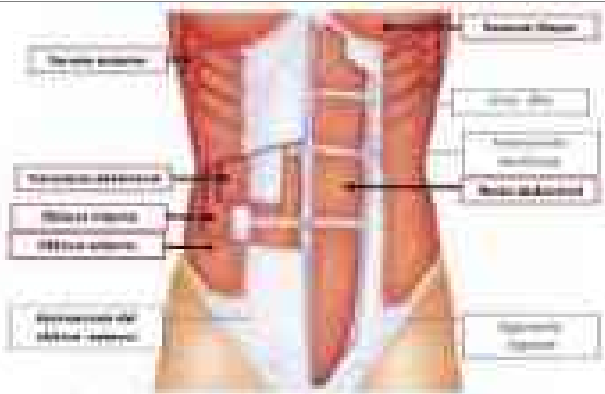
Músculos de la caja torácica

Localización	Nombre del músculo
Pared torácica	Intercostales externos, Intercostales internos, Intercostales íntimos, Serrato anterior, Serrato posterior superior, Serrato posterior inferior.
Músculos grandes del tórax	Pectoral mayor, Pectoral menor, Dorsal ancho, Subclavio.
Diafragma	Músculo principal de la respiración. Orificios: Hiato esofágico, Hiato aórtico, Orificio de la vena cava inferior.

Nota. Se resume los músculos torácicos responsables de la respiración y movilidad del tórax. Son esenciales para la ventilación, protección de órganos vitales y coordinación de movimientos del tronco y cintura escapular.

Tabla 17

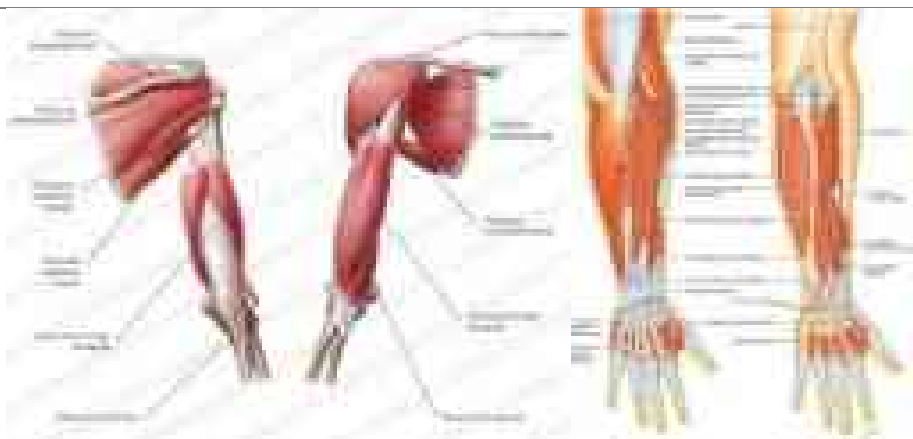
Músculos del abdomen

Localización	Nombre del músculo
	
Pared abdominal	Recto abdominal, Piramidal, Oblicuo externo, Oblicuo interno, Transverso del abdomen.
Región lumbar	Cuadrado lumbar, Psoas mayor, Psoas menor, Iliaco.

Nota. La tabla organiza los músculos abdominales y lumbares que brindan estabilidad al tronco, permiten la flexión y rotación corporal, protegen vísceras y participan en la respiración, postura y movimientos funcionales esenciales.

Tabla 18

Músculos de la extremidad superior

MÚSCULOS DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR	
Localización	Nombre del músculo
	
HOMBRO	
Cintura escapular	Trapezio, Elevador de la escápula, Romboides mayor, Romboides menor, Serrato anterior.

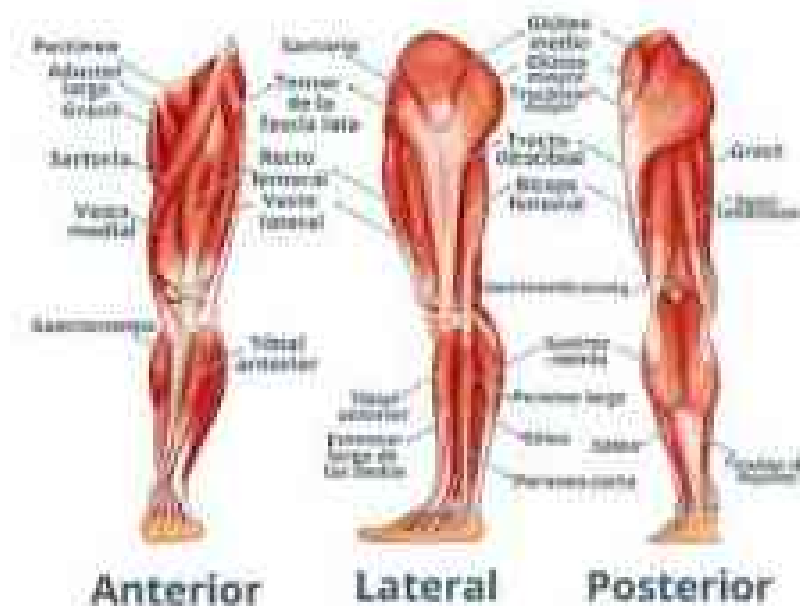
Articulación del hombro	Deltoides, Pectoral mayor, Dorsal ancho, Redondo mayor.
Manguito rotador	Supraespinoso, Infraespinoso, Redondo menor, Subescapular.
BRAZO	
Compartimento anterior (flexores)	Bíceps braquial (cabeza larga y corta), Braquial, Coracobraquial.
Compartimento posterior (extensores)	Tríceps braquial (cabeza larga, medial y lateral), Ancóneo.
ANTEBRAZO	
Compartimento anterior (flexores)	Pronador redondo, Pronador cuadrado, Flexor radial del carpo, Flexor ulnar del carpo, Palmar largo, Flexor superficial de los dedos, Flexor profundo de los dedos, Flexor largo del pulgar.
Compartimento posterior (extensores)	Extensor radial largo del carpo, Extensor radial corto del carpo, Extensor ulnar del carpo, Extensor de los dedos, Extensor del meñique, Extensor del índice, Extensor largo del pulgar, Extensor corto del pulgar, Abductor largo del pulgar, Supinador.
MANO	
Eminencia tenar	Abductor corto del pulgar, Flexor corto del pulgar, Oponente del pulgar, Aductor del pulgar.
Eminencia hipotenar	Abductor del meñique, Flexor corto del meñique, Oponente del meñique.
Región central	Lumbricales, Interóseos dorsales (4), Interóseos palmares (3).

Nota. La tabla agrupa los músculos de la extremidad superior que permiten movimientos precisos y de fuerza. Son esenciales para manipulación, estabilidad del hombro, movilidad del brazo, antebrazo y mano en actividades funcionales.

Tabla 19

Músculos de la extremidad inferior

MÚSCULOS DE LA EXTREMIDAD INFERIOR



LOCALIZACIÓN	NOMBRE DEL MÚSCULO
PELVIS	
Región glútea superficial	Glúteo mayor, Glúteo medio, Glúteo menor.
Región profunda	Piriforme, Obturador interno, Obturador externo, Gémino superior, Gémino inferior, Cuadrado femoral.
MUSLO	
Compartimento anterior (extensores)	Cuádriceps (Recto femoral, Vasto lateral, Vasto medial, Vasto intermedio), Sartorio.
Compartimento medial (aductores)	Aductor largo, Aductor corto, Aductor mayor, Pectíneo, Grácil.
Compartimento posterior (flexores)	Bíceps femoral (cabeza larga y corta), Semitendinoso, Semimembranoso.
PIERNA	
Compartimento anterior	Tibial anterior, Extensor largo de los dedos, Extensor largo del hallux.
Compartimento lateral	Peroneo largo, Peroneo corto.
Compartimento posterior superficial	Gastrocnemio (gemelos), Sóleo, Plantar delgado.
Compartimento posterior profundo	Tibial posterior, Flexor largo de los dedos, Flexor largo del hallux, Poplíteo.

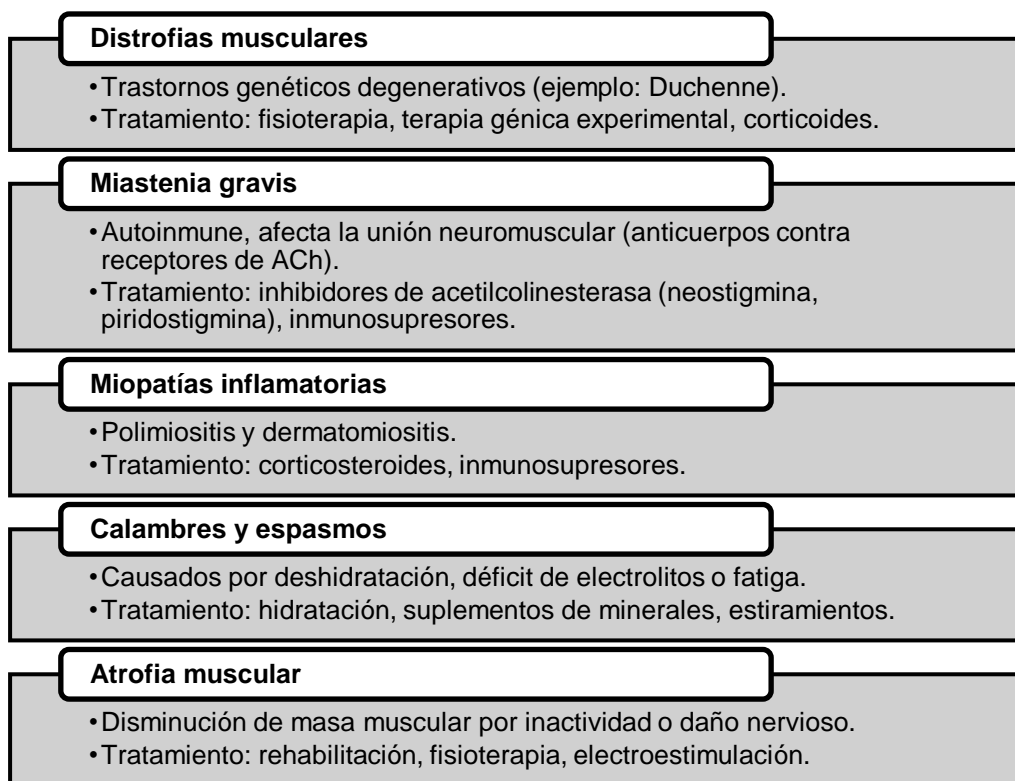
PIE	
Dorsales	Extensor corto de los dedos, Extensor corto del hallux.
Plantares (10 capas)	Abductor del hallux, Flexor corto del hallux, Flexor corto de los dedos, Cuadrado plantar, Lumbricales, Interóseos plantares, Interóseos dorsales, Abductor del meñique, Flexor corto del meñique, Oponente del meñique (variable).

Nota. La tabla organiza los músculos de la extremidad inferior responsables de sostén, equilibrio y locomoción. Son fundamentales para caminar, correr, mantener postura, absorber impacto y generar fuerza en las actividades diarias.

2.3.8. Enfermedades Musculares Y Tratamiento Farmacológico

Figura 37

Enfermedades musculares y su tratamiento



(Guo & Deng, 2025)

**NOTAS IMPORTANTES**

El conocimiento anatómico y fisiológico del músculo es esencial en farmacología porque explica cómo actúan fármacos que modifican la contracción muscular. Un ejemplo claro es el uso de bloqueadores neuromusculares como el rocuronio, que paralizan temporalmente el músculo durante cirugías, y su reversión con neostigmina, que restaura la contracción al aumentar la acetilcolina en la unión neuromuscular.

2.4. Piel y faneras

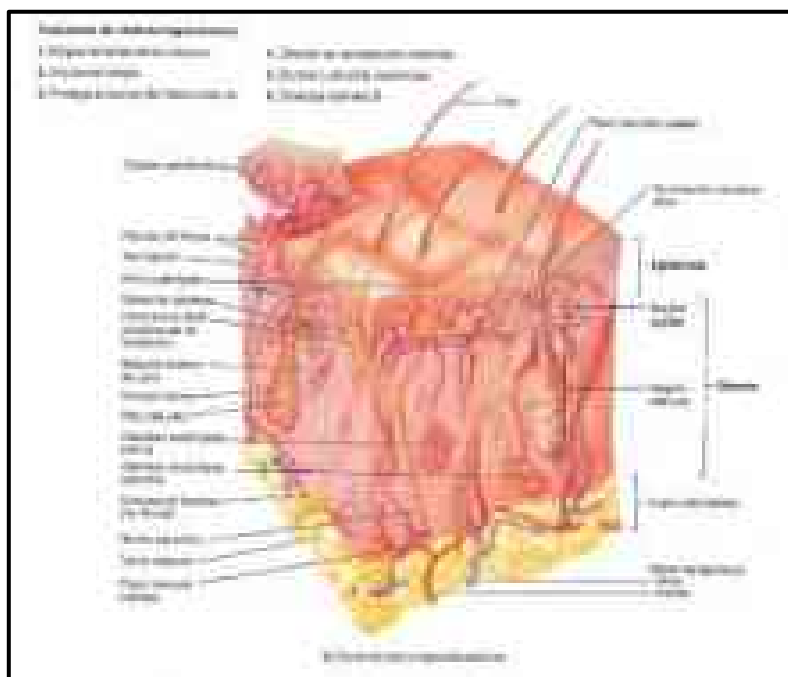
El sistema tegumentario ayuda a mantener una temperatura corporal constante, protege el cuerpo y brinda información sensitiva acerca del medio externo. La piel es el sistema del cuerpo más fácil de examinar y el más expuesto a infección, enfermedad y lesión. Debido a su ubicación, la piel es más vulnerable a lesiones por traumatismo, luz solar, microbios y contaminación ambiental, pero tiene características que la protegen de estos daños. La piel es visible; por lo tanto, refleja nuestras emociones (enojo, rubor) y algunos aspectos de la fisiología normal (como la transpiración).

2.4.1. La Piel

La piel es el órgano más extenso del cuerpo humano, con una superficie aproximada de 1,5 a 2 m² en el adulto y un peso cercano al 15% del total corporal. Forma parte del sistema tegumentario e incluye las faneras, que son estructuras anexas derivadas de la piel: pelo, uñas, glándulas sebáceas y sudoríparas (Marieb EN, 2008).

Figura 38

Estructura anatomía de la piel



Nota. Marieb EN. (2008). Anatomía y fisiología humana (9.a ed.). Ed. Madrid: Pearson Educación.

Características principales:

- Cubre y protege todo el organismo.
- Es dinámica: se regenera constantemente gracias a la actividad de sus células basales.
- Presenta variaciones de grosor:
- Delgada: mayor parte del cuerpo.
- Gruesa: palmas de manos y plantas de pies.

2.4.1.1. Funciones de la piel

La piel cumple múltiples funciones esenciales para mantener la homeostasis del organismo. Entre ellas destacan la protección, la regulación térmica, la sensibilidad, la secreción, la inmunovigilancia, la síntesis de vitamina D y la excreción.

- **Función protectora:** La piel actúa como una barrera física y química frente a agresiones externas. Su estructura evita traumatismos mecánicos, daños físicos como la radiación UV y la penetración de sustancias químicas. El estrato córneo y la compactación celular impiden la pérdida de agua y

electrolitos. La dermis y la hipodermis sirven como amortiguadores, mientras que la melanina contribuye a absorber radiación ultravioleta.

- **Termorregulación:** El control de la temperatura corporal se logra mediante la vasodilatación y vasoconstricción de los plexos vasculares cutáneos. En ambientes cálidos, la sudoración ecrina favorece la disipación del calor mediante evaporación.
- **Función sensitiva:** Diversos receptores cutáneos captan estímulos como tacto, presión, vibración, temperatura, dolor y prurito. Estas señales se transmiten al sistema nervioso central a través de las vías sensitivas.
- **Secreción:** La piel contiene glándulas que producen distintos tipos de secreciones:
 - ✓ **Ecrinas:** sudoríparas ecrinas que liberan sudor.
 - ✓ **Apocrinas:** sudoríparas apocrinas y glándula mamaria.
 - ✓ **Holocrinas:** glándulas sebáceas, donde la secreción implica la destrucción completa de la célula. Asimismo, los melanocitos liberan melanina mediante citocrinia.
- **Función inmunológica:** Los queratinocitos participan activamente en el sistema inmune cutáneo (SALT), interactuando con células de Langerhans y linfocitos T. Además, la epidermis produce péptidos antimicrobianos (defensinas y catelicidinas) que actúan como antibióticos naturales y aumentan su producción ante infecciones o heridas, favoreciendo el reclutamiento de neutrófilos y la respuesta inflamatoria.
- **Producción de vitamina D:** La piel es el único órgano capaz de sintetizar vitamina D3 de forma completa, transformando el 7-dehidrocolesterol en calcitriol mediante radiación UVB. El calcitriol también regula la proliferación y diferenciación de los queratinocitos, razón por la cual se emplean análogos de vitamina D en patologías dermatológicas hiperproliferativas.
- **Excreción:** Aunque la piel elimina pocas sustancias, puede haber pérdidas relevantes de proteínas y azufre en enfermedades con hiperproducción de capa córnea. También se produce la perspiración insensible, una pérdida continua de agua no relacionada con el sudor

ecrino, que en un adulto de 70 kg equivale aproximadamente a 350 mL diarios (Tortora & Dettickson, 2018).

2.4.2. Funciones adicionales de la piel y faneras

Figura 39

Funciones de la piel y faneras

	<p>Protección: actúa como barrera frente a agentes físicos, químicos, mecánicos y microorganismos.</p>
	<p>Sensibilidad: contiene receptores táctiles, de presión, temperatura y dolor.</p>
	<p>Termorregulación: mediante sudoración y vasodilatación/vasoconstricción cutánea.</p>
	<p>Metabólica: síntesis de vitamina D a partir de la radiación UV.</p>
	<p>Excreción: eliminación de agua, sales y sustancias de desecho por glándulas sudoríparas.</p>
	<p>Estética y comunicación social: el pelo, uñas y características cutáneas participan en la apariencia e identidad individual.</p>

2.4.3. Capas de la piel

La piel es un órgano complejo compuesto por tres capas principales: epidermis, dermis e hipodermis (o tejido subcutáneo). Cada una presenta características histológicas y funcionales particulares que contribuyen a la homeostasis corporal.

Figura 40

Capas de la piel



Nota. Segura S. Capas de la piel [Internet]. Scribd; 2022 [citado el 31 ago 2025]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/581303383/CAPAS-DE-LA-PIEL-SIMONE-SEGURA-GRUPO-6>

2.4.4. Faneras

Las faneras son estructuras epidérmicas que forman parte del sistema tegumentario, anejas a la piel, e incluyen el pelo, las uñas, las plumas y las glándulas (sebáceas y sudoríparas), que se componen principalmente de queratina. Su función principal es la protección del organismo frente a factores externos, la regulación de la temperatura y la integridad de la barrera entre el medio interno y el externo.

2.4.5. Alteraciones en la piel y faneras

Figura 43

Alteraciones en la piel y faneras

Dermatitis (inflamación de la piel)
<ul style="list-style-type: none">• Tipos: atópica, de contacto, seborreica.• Tratamiento: corticoides tópicos, antihistamínicos, emolientes.
Acné
<ul style="list-style-type: none">• Inflamación de folículos pilosos y glándulas sebáceas.• Tratamiento: peróxido de benzoilo, antibióticos tópicos (clindamicina), retinoides, isotretinoína en casos graves.
Psoriasis
<ul style="list-style-type: none">• Enfermedad autoinmune con proliferación excesiva de queratinocitos.• Tratamiento: corticoides tópicos, análogos de vitamina D, fototerapia, inmunomoduladores (biológicos).
Micosis cutáneas
<ul style="list-style-type: none">• Infecciones por hongos (pie de atleta, tiña, candidiasis).• Tratamiento: antifúngicos tópicos (clotrimazol, terbinafina) y sistémicos en casos graves.
Alopecia
<ul style="list-style-type: none">• Pérdida anormal del cabello.• Tratamiento: minoxidil tópico, finasteride oral en varones.
Urticaria
<ul style="list-style-type: none">• Lesiones cutáneas por liberación de histamina.• Tratamiento: antihistamínicos, corticoides en casos graves.

(Tortora & Dettickson, 2018)

AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Cuál de las siguientes NO es una función del sistema óseo?

- a) Protección de órganos vitales
- b) Producción de células sanguíneas
- c) Regulación directa del impulso nervioso
- d) Almacenamiento de minerales

2. Los huesos que se caracterizan por ser anchos y delgados, como el esternón y los huesos del cráneo, se clasifican como:

- a) Huesos largos
- b) Huesos cortos
- c) Huesos planos
- d) Huesos irregulares

3. La parte del hueso largo que corresponde al cuerpo o tallo principal se denomina:

- a) Epífisis
- b) Metáfisis
- c) Diáfisis
- d) Periostio

4. ¿Qué tipo de tejido óseo se localiza principalmente en las epífisis y contiene médula ósea roja?

- a) Tejido óseo compacto
- b) Tejido óseo esponjoso
- c) Cartílago hialino
- d) Fibrocartílago

5. La célula ósea encargada de la formación de nuevo tejido óseo es:

- a) Osteoclasto
- b) Osteocito
- c) Osteoblasto
- d) Condrocito

6. El sistema esquelético se divide en:

- a) Esqueleto axial y apendicular

- b) Esqueleto interno y externo
- c) Esqueleto largo y corto
- d) Esqueleto compacto y esponjoso

7. Una enfermedad ósea caracterizada por disminución de la densidad ósea y aumento del riesgo de fracturas es:

- a) Artritis
- b) Osteoporosis
- c) Artrosis
- d) Raquitismo

8. Las articulaciones que permiten mayor grado de movimiento y poseen cavidad articular se denominan:

- a) Fibrosas
- b) Cartilaginosas
- c) Sinoviales
- d) Inmóviles

9. El líquido que se encuentra dentro de la cavidad de una articulación sinovial tiene como función principal:

- a) Producir hueso
- b) Lubricar y nutrir el cartílago articular
- c) Unir los músculos
- d) Endurecer la articulación

10. ¿Cuál de los siguientes fármacos se utiliza con mayor frecuencia en el tratamiento farmacológico de trastornos articulares inflamatorios?

- a) Antibióticos
- b) Antiinflamatorios no esteroideos (AINEs)
- c) Anticonvulsivantes
- d) Antidepresivos

UNIDAD 3

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LOS APARATOS Y SISTEMAS

PARTE II

3.1. Aparato cardiocirculatorio

El aparato cardiocirculatorio, también conocido como sistema cardiovascular, es fundamental para mantener la vida, ya que asegura la distribución de la sangre, oxígeno y nutrientes a todas las células del organismo, además de eliminar los desechos metabólicos. Este sistema está compuesto por el corazón, los vasos sanguíneos y la sangre (Marieb EN, 2008).

3.1.1. Generalidades Y Función

El aparato cardiocirculatorio es un sistema cerrado, doble y eficiente que trabaja en conjunto para garantizar la homeostasis del organismo. Está formado por:

- El corazón: órgano muscular que funciona como bomba.
- Los vasos sanguíneos: conductos por donde circula la sangre.
- La sangre: medio de transporte que lleva oxígeno, nutrientes y elimina desechos. Este sistema regula la presión arterial, la distribución de la sangre y mantiene la temperatura corporal, además de colaborar en la defensa inmunológica.

Funciones del aparato cardiovascular

La función principal del sistema cardiovascular es el transporte. Mediante la sangre como vehículo de transporte, el sistema lleva oxígeno, nutrientes, desechos celulares, hormonas y muchas otras sustancias vitales para la homeostasis corporal desde las células y hasta éstas. La fuerza para mover la sangre por el cuerpo se proporciona mediante los latidos cardiacos y la tensión arterial.

Figura 44

Funciones Fisiológicas del Sistema Cardiovascular.

<p>Transporte de oxígeno desde los pulmones hacia los tejidos y de dióxido de carbono desde los tejidos hacia los pulmones.</p>	<p>Distribución de nutrientes derivados de la digestión.</p>	<p>Eliminación de productos de desecho metabólico a los órganos excretores (riñones, piel).</p>
<p>Distribución de hormonas y otras sustancias químicas.</p>	<p>Regulación de la temperatura corporal y del equilibrio ácido-base.</p>	<p>Defensa inmunológica mediante la circulación de células inmunitarias.</p>

3.1.2. Estructura Del Corazón

El corazón es un órgano muscular hueco cuya arquitectura interna está organizada en cámaras, tabiques y válvulas especializadas que permiten mantener un flujo sanguíneo unidireccional y continuo. Su función depende de la interacción precisa entre sus estructuras principales: aurículas, ventrículos y válvulas cardíacas. Se encuentra situado en la cavidad torácica entre los pulmones, ligeramente hacia la izquierda (Rehman & Rehman, 2025).

Sus partes principales son:

Aurículas

Las aurículas representan las cámaras superiores del corazón y cumplen la función primordial de recibir la sangre proveniente del sistema venoso sistémico o pulmonar.

- La **aurícula derecha** recibe sangre desoxigenada a través de las venas cavas superior e inferior, así como del seno coronario, estructura encargada del drenaje venoso del miocardio. Su pared es relativamente delgada debido a que su función principal es almacenar y conducir la sangre hacia el ventrículo derecho con una mínima resistencia.
- La **aurícula izquierda**, por otro lado, recibe sangre oxigenada procedente de los pulmones mediante las cuatro venas pulmonares. Su pared muestra un

grosor ligeramente mayor que la aurícula derecha, ya que participa activamente en el llenado del ventrículo izquierdo, especialmente al final de la diástole.

Estas cavidades se caracterizan por su capacidad para actuar como reservorios y, al mismo tiempo, como bombas auxiliares que contribuyen al adecuado llenado ventricular, un componente esencial del ciclo cardíaco (Rehman & Rehman, 2025).

Ventrículos

Los ventrículos constituyen las cámaras inferiores del corazón y son responsables del bombeo efectivo de la sangre hacia la circulación pulmonar (ventrículo derecho) y sistémica (ventrículo izquierdo).

- El **ventrículo derecho** posee una pared de espesor moderado y se encarga de impulsar la sangre hacia la arteria pulmonar. Dado que la circulación pulmonar es un circuito de baja resistencia, la presión generada por este ventrículo es menor en comparación con la del ventrículo izquierdo.
- El **ventrículo izquierdo** se distingue por presentar la pared más gruesa de todo el corazón, característica necesaria para generar la fuerza requerida para expulsar sangre hacia la aorta y mantener la perfusión de todos los órganos del cuerpo. Este ventrículo es el componente fundamental de la hemodinamia sistémica y su integridad estructural es vital para la función cardiovascular.

Los ventrículos, por tanto, funcionan como verdaderas bombas musculares cuya contracción coordinada impulsa el volumen sistólico a través de los grandes vasos arteriales.

Válvulas Cardíacas

Las válvulas cardíacas son estructuras especializadas compuestas por tejido conectivo denso recubierto de endocardio, cuya función es mantener el flujo sanguíneo en una sola dirección y evitar el reflujo entre las cavidades.

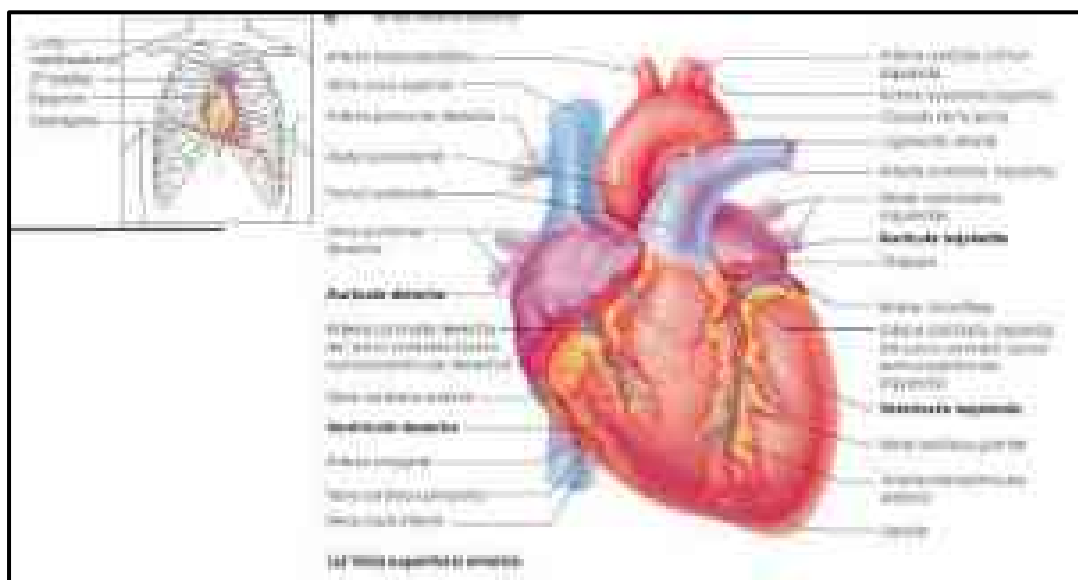
Se distinguen cuatro válvulas principales:

1. **Válvula tricúspide:** ubicada entre la aurícula y el ventrículo derechos. Consta de tres valvas que se abren durante la diástole para permitir el llenado ventricular y se cierran durante la sístole para evitar el retorno de sangre a la aurícula.

2. **Válvula mitral:** situada entre la aurícula y el ventrículo izquierdos. Presenta dos valvas y regula el flujo de sangre oxigenada hacia el ventrículo izquierdo.
3. **Válvula pulmonar:** delimita la salida del ventrículo derecho hacia la arteria pulmonar. Sus valvas semilunares se abren en sístole y se cierran al finalizar la eyección.
4. **Válvula aórtica:** controla el flujo desde el ventrículo izquierdo hacia la aorta. Su funcionamiento adecuado es indispensable para sostener el gasto cardíaco. La apertura y cierre valvular depende de los gradientes de presión generados durante el ciclo cardíaco. Su funcionamiento coordinado garantiza la eficiencia del bombeo cardíaco y previene la sobrecarga hemodinámica de las cavidades (Marieb EN, 2008).

Figura 45

Anatomía externa del corazón



Nota. Marieb, E. N. (2008). Anatomía y fisiología humana (9.ª ed., 655 pp.). Pearson Educación. ISBN 978-84-7829-094-9

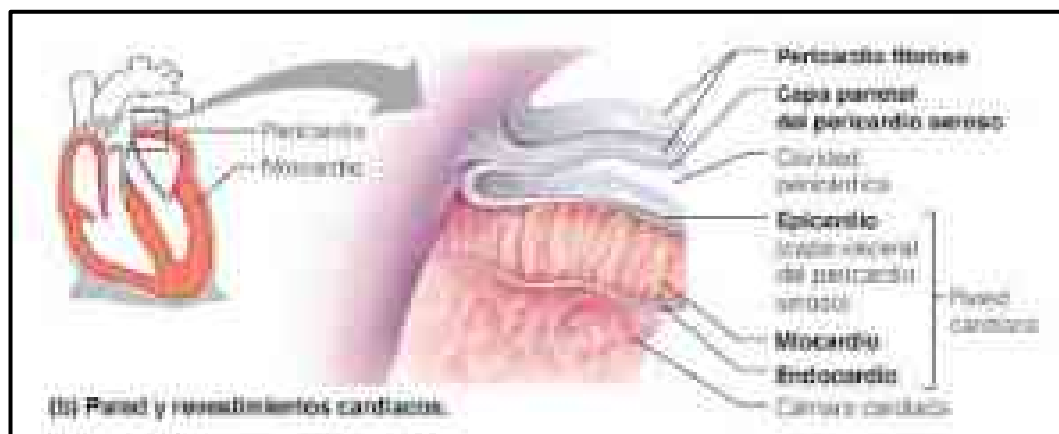
3.1.3. Paredes del corazón

- **Epicardio:** capa exterior.
- **Miocardio:** capa muscular gruesa responsable de la contracción.

- **Endocardio:** capa interna que recubre las cámaras. El corazón se rige por un sistema de conducción eléctrica que regula los latidos mediante el nodo sinoauricular, nodo auriculoventricular, Haz de His y fibras de Purkinje.

Figura 46

Revestimientos cardiacos



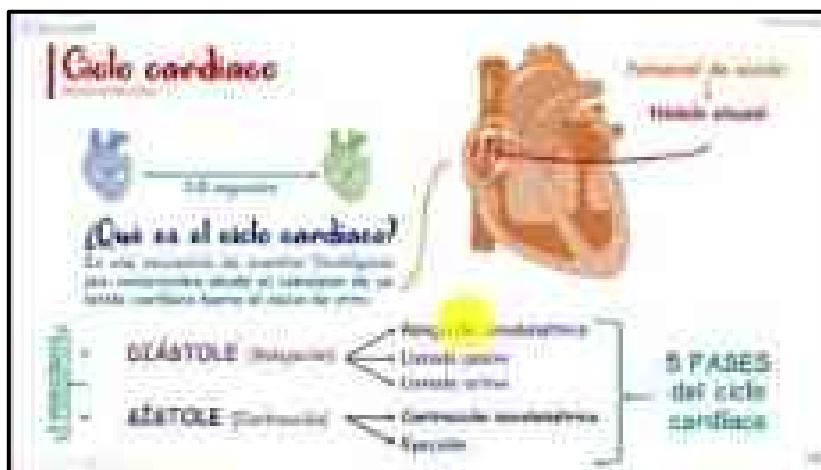
Nota. Marieb EN. Anatomía y fisiología humana. 9.^a ed. Madrid: Pearson Educación; 2008. 655 p. ISBN: 9788478290949.

3.1.4. Ciclo cardiaco

El ciclo cardíaco es la secuencia rítmica de eventos de contracción y relajación de las cámaras del corazón que ocurre en cada latido, resultando en el bombeo de sangre al cuerpo y los pulmones. Se divide en dos fases principales: la sístole, que es la contracción de los ventrículos para impulsar la sangre, y la diástole, que es la relajación de las cámaras para llenarse de sangre.

Figura 47

Componentes del Ciclo cardiaco



Nota. Easy explanation (2020). Ciclo Cardíaco. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=CnLFDdPIoI0>

- **Diástole:** relajación del corazón, las aurículas y ventrículos se llenan de sangre.
- **Contracción auricular:** las aurículas se contraen para completar el llenado de los ventrículos.
- **Contracción ventricular (sístole):** los ventrículos se contraen, expulsando la sangre hacia las arterias pulmonar y aorta. Durante el ciclo, las válvulas aseguran un flujo unidireccional y la presión en las cámaras varía para facilitar la circulación.

3.1.5. Vasos Sanguíneos

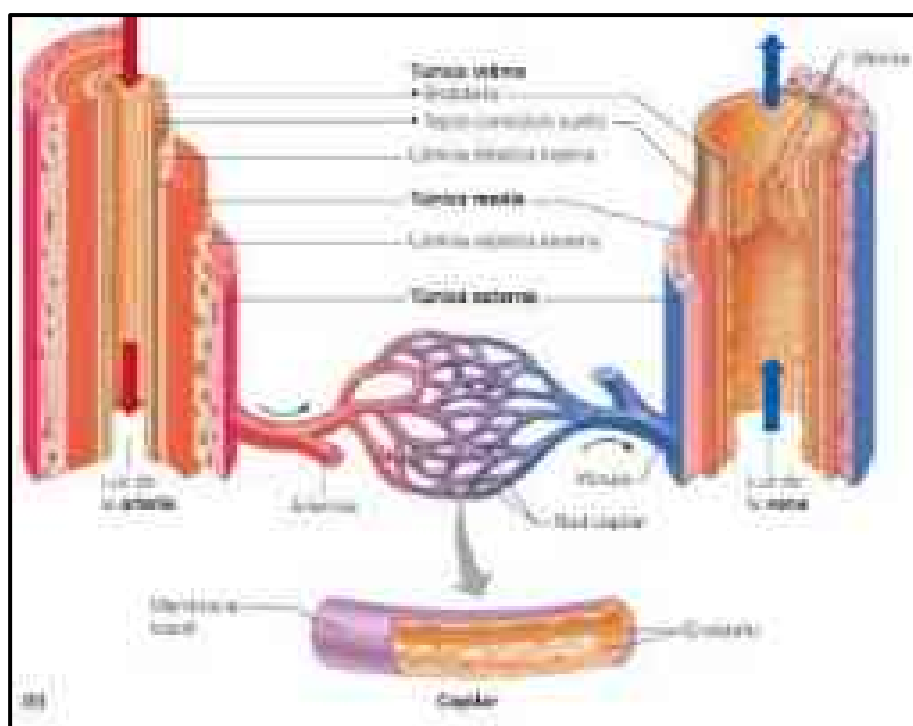
Los vasos sanguíneos son un sistema de tubos huecos que transportan sangre por todo el cuerpo, formando un circuito cerrado que conecta con el corazón. Su función principal es distribuir oxígeno y nutrientes a los órganos y tejidos, y recoger los productos de desecho para eliminarlos del cuerpo. Se dividen en tres tipos principales: arterias (que llevan sangre oxigenada del corazón a los tejidos), venas (que devuelven la sangre desoxigenada al corazón) y capilares (los vasos microscópicos donde ocurre el intercambio de sustancias)(Rehman & Rehman, 2025).

- **Arterias:** transportan sangre desde el corazón hacia los tejidos, generalmente con sangre oxigenada (excepto la pulmonar).

- **Arteriolas:** ramas menores de las arterias que regulan la distribución sanguínea.
 - **Capilares:** vasos finos donde se realiza el intercambio de gases, nutrientes y desechos.
 - **Venas:** transportan sangre de regreso al corazón, generalmente con sangre desoxigenada (excepto la pulmonar).
 - **Vénulas:** ramificaciones de las venas que recogen la sangre de los capilares.
- Los vasos sanguíneos están formados por capas de tejido que les confieren elasticidad y resistencia.

Figura 48

Estructura de los vasos sanguíneos.



Nota. Marieb EN. Anatomía y fisiología humana. 9.ª ed. Madrid: Pearson Educación; 2008. 655 p. ISBN: 9788478290949.

3.1.6. Circulación Mayor Y Menor

La circulación mayor (o sistémica) es el recorrido de la sangre oxigenada desde el ventrículo izquierdo a la aorta y hacia todo el cuerpo para nutrir los tejidos, y luego su retorno desoxigenado a la aurícula derecha. La circulación menor (o pulmonar) es un

circuito corto que lleva la sangre desoxigenada del ventrículo derecho a los pulmones para oxigenarse y regresar al corazón (aurícula izquierda)(Trainini, 2025).

Figura 49

Circulación menor pulmonar

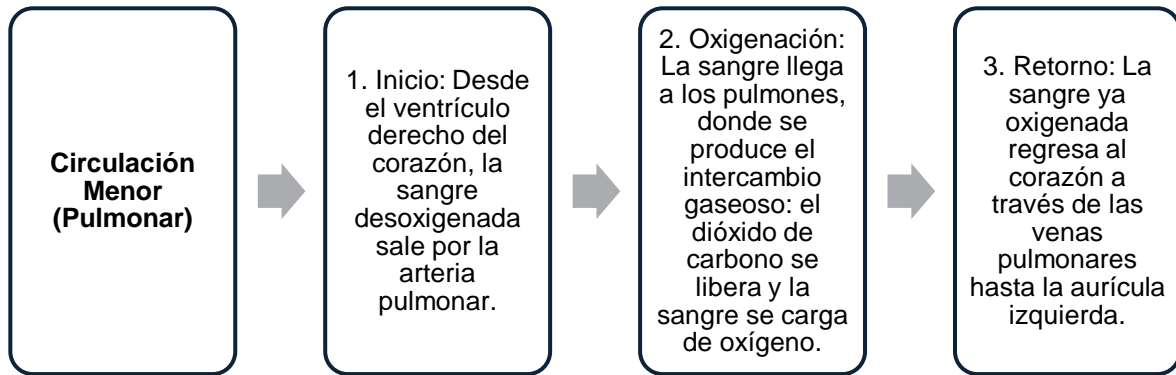


Figura 50

Circulación mayor sistémica

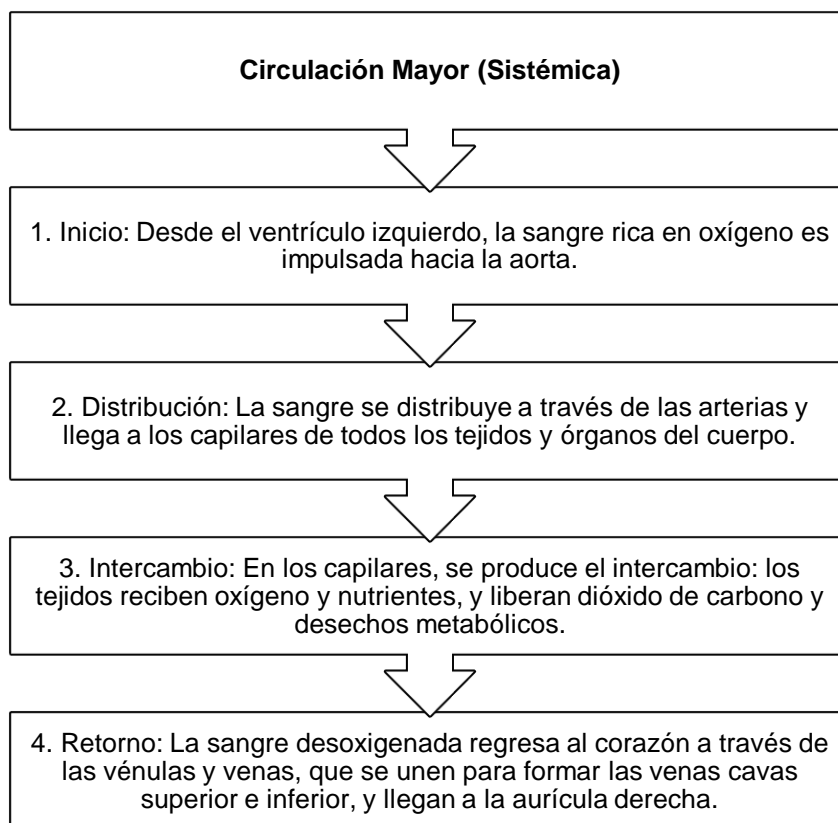
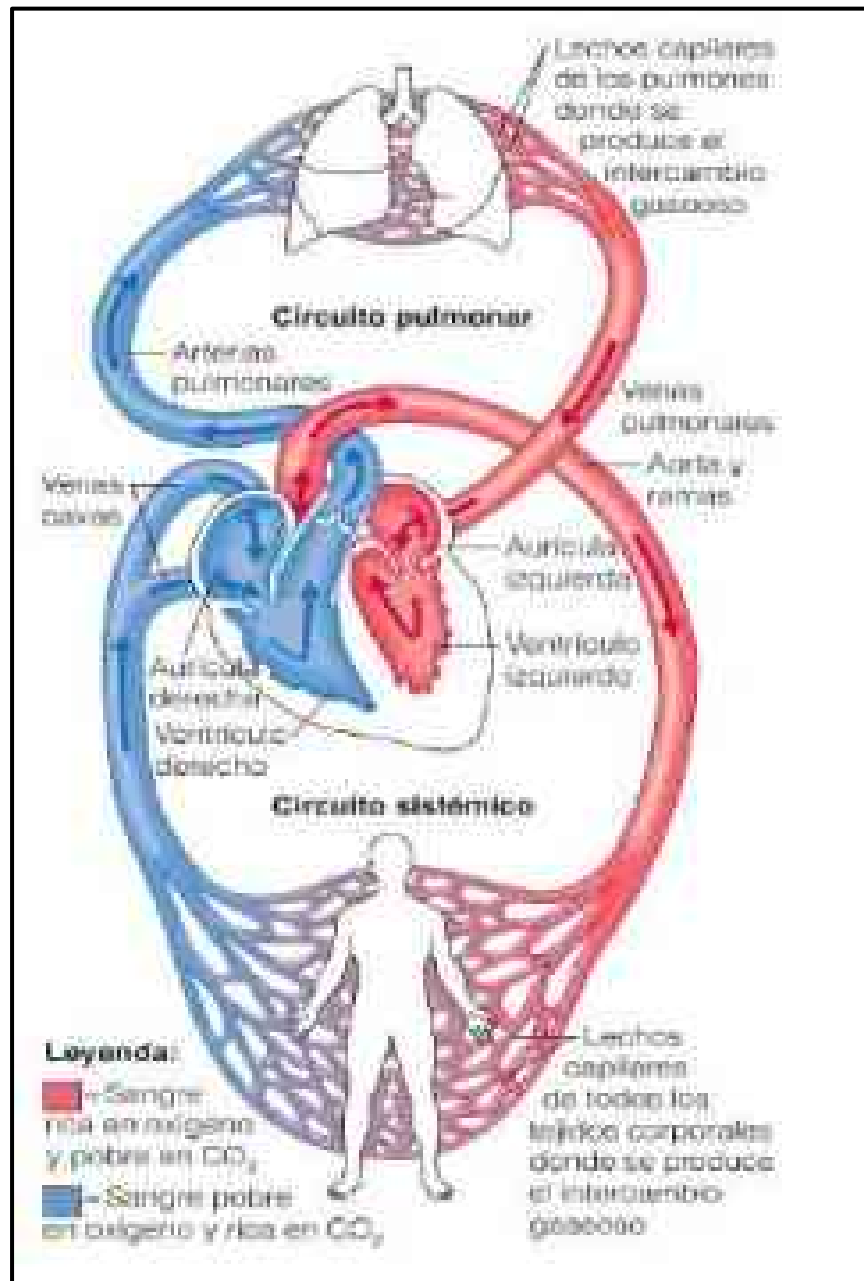


Figura 51

Las circulaciones sistémica y pulmonar



Nota. Las circulaciones sistémica y pulmonar. El lado izquierdo del corazón es la bomba sistémica; el lado derecho es la bomba del circuito pulmonar. Tomado de Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). Principios de Anatomía y Fisiología (15.^a ed.). México: Editorial Médica Panamericana. ISBN: 978-607-8546-11-4.

3.1.7. La Sangre Y Sus Componentes

La sangre es el “río de la vida” que fluye dentro de nosotros. Transporta todo lo que debe llevarse de un lugar a otro del organismo: nutrientes, desechos (lo que es eliminado por el organismo) y el calor corporal, a través de los vasos sanguíneos. Mucho antes de la medicina moderna, se consideraba que la sangre era mágica, ya que cuando salía del cuerpo, se llevaba la vida con ella (Trainini, 2025).

Composición de la sangre

La sangre es un tejido conectivo líquido especializado compuesto por elementos celulares (eritrocitos, leucocitos y plaquetas) suspendidos en una matriz líquida llamada plasma. Su función principal es transportar oxígeno, dióxido de carbono, nutrientes, hormonas y productos de desecho, además de participar en la regulación de la temperatura corporal, el equilibrio ácido-base y la defensa inmunológica. La sangre es el único tejido líquido del cuerpo, un tejido conectivo compuesto por:

- Elementos figurados-formes (células vivas)
- Plasma (matriz líquida inerte)

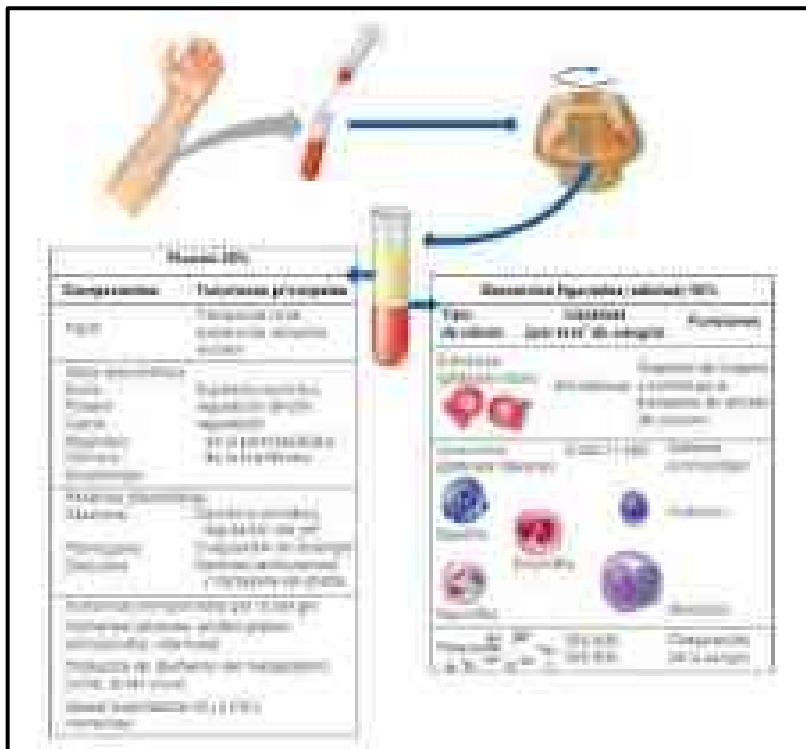
A diferencia de otros tejidos conectivos, no contiene colágeno ni elastina, pero durante la coagulación aparecen hebras de fibrina.

Separación en centrifugadora:

- **Eritrocitos (glóbulos rojos):** se depositan en el fondo, ~45% del volumen (hematocrito) cuya función principal es el transporte de oxígeno.
- **Capa leucocitaria:** fina franja intermedia con leucocitos (defensa) y plaquetas (coagulación), menos del 1%.
- **Plasma:** parte superior, ~55%.
- **Elementos formes:**
 - ✓ Glóbulos rojos (eritrocitos): transportan oxígeno mediante la hemoglobina.
 - ✓ Glóbulos blancos (leucocitos): participan en la defensa inmunitaria.
 - ✓ Plaquetas (trombocitos): responsables de la coagulación. La sangre tiene un pH ligeramente alcalino y una temperatura constante que ayuda en la regulación térmica (Trainini, 2025).

Figura 52

Composición de la sangre



Nota. Marieb EN. Anatomía y fisiología humana. 9.ª ed. Madrid: Pearson Educación; 2008. 655 p. ISBN: 9788478290949.

3.1.8. Enfermedades Comunes Del Aparato Circulatorio Y Tratamiento

Tabla 20

Enfermedades del aparato circulatorio y tratamiento

Enfermedad	Causas principales	Fármacos principales	Ejemplos
Hipertensión arterial	Factores genéticos, obesidad, dieta rica en sal, sedentarismo, estrés	Diuréticos, IECA, ARA-II, Betabloqueantes, Calcioantagonistas	Hidroclorotiazida, Enalapril, Losartán, Metoprolol, Amlodipino
Insuficiencia cardíaca	Hipertensión no controlada, cardiopatía isquémica, valvulopatías, miocardiopatías	IECA/ARA-II, Betabloqueantes, Diuréticos, Antagonistas de aldosterona, Digitálicos	Enalapril, Carvedilol, Furosemida, Espironolactona, Digoxina
Cardiopatía isquémica (angina/infarto)	Aterosclerosis coronaria, tabaquismo,	Nitratos, Betabloqueantes,	Nitroglicerina, Propranolol,

	hipercolesterolemia, diabetes, hipertensión	Calcioantagonistas, Antiagregantes, Estatinas, Fibrinolíticos	Verapamilo, Aspirina, Atorvastatina, Alteplasa
Arritmias cardíacas	Isquemia cardíaca, hipertensión, alteraciones electrolíticas, fármacos, estrés	Antiarrítmicos (clases I-IV), Digoxina, Adenosina	Lidocaína, Amiodarona, Verapamilo, Propranolol, Digoxina
Enfermedad tromboembólica	Inmovilización prolongada, fibrilación auricular, cirugía mayor, trombofilia, cáncer	Anticoagulantes, Antiagregantes, Fibrinolíticos	Warfarina, Heparina, Clopidogrel, Alteplasa

Nota. Se resume las principales enfermedades cardiovasculares, sus factores de riesgo y los tratamientos farmacológicos utilizados, facilitando la comprensión clínica y la selección terapéutica adecuada para cada condición.

3.2. Aparato Respiratorio y Fonación

El aparato respiratorio y la fonación son sistemas fundamentales para la vida y la comunicación en los seres humanos. La comprensión de su estructura, funcionamiento y patologías asociadas permite una mejor intervención clínica y una mayor conciencia sobre su importancia.

3.2.1. Generalidades

Los trillones de células del cuerpo requieren abundante y continuo aporte de oxígeno para llevar a cabo sus funciones vitales. Los sistemas cardiovascular y respiratorio comparten la responsabilidad de aportar oxígeno y eliminar dióxido de carbono. Los órganos del aparato respiratorio supervisan el intercambio gaseoso que se produce entre la sangre y el medio ambiente. Al utilizar la sangre como fluido de transporte, los órganos del sistema cardiovascular transportan los gases respiratorios entre pulmones y tejidos. Si alguno de estos sistemas falla, las células empiezan a morir por falta de oxígeno y acumulación de dióxido carbónico (Tortora & Dettickson, 2018).

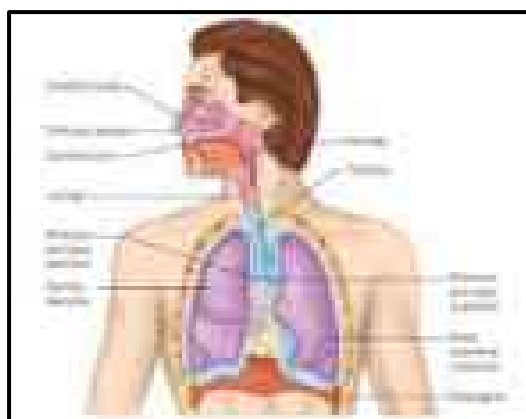
Los órganos principales incluyen:

- **Vías respiratorias superiores:** nariz, senos paranasales, cavidad nasal, faringe y laringe. Funcionan en la filtración, humidificación y conducción del aire.

- **Vías respiratorias inferiores:** tráquea, bronquios principales, bronquiolos y alveolos. Son responsables del intercambio gaseoso.
- **Pulmones:** órganos pares que contienen los alveolos donde ocurre el intercambio gaseoso.
- **Pleuras:** membranas que rodean los pulmones (pleura visceral) y la cavidad torácica (pleura parietal), facilitando el movimiento pulmonar durante la respiración.

Figura 53

Principales órganos respiratorios mostrados en relación con las estructuras adyacentes



Nota. Marieb EN. Anatomía y fisiología humana. 9.ª ed. Madrid: Pearson Educación; 2008. 655 p. ISBN: 9788478290949.

Tabla 21

Principales órganos respiratorios

Órgano	Función principal
Nariz y fosas nasales	Filtran, humedecen y calientan el aire inspirado; contienen cilios y moco que retienen partículas y microorganismos.
Faringe	Conducto común al sistema respiratorio y digestivo; permite el paso del aire hacia la laringe.
Laringe	Contiene las cuerdas vocales (fonación) y regula el paso del aire, evitando que los alimentos ingresen a la tráquea.
Tráquea	Tubo cartilaginoso que conduce el aire desde la laringe hasta los bronquios; su moco y cilios ayudan a eliminar impurezas.

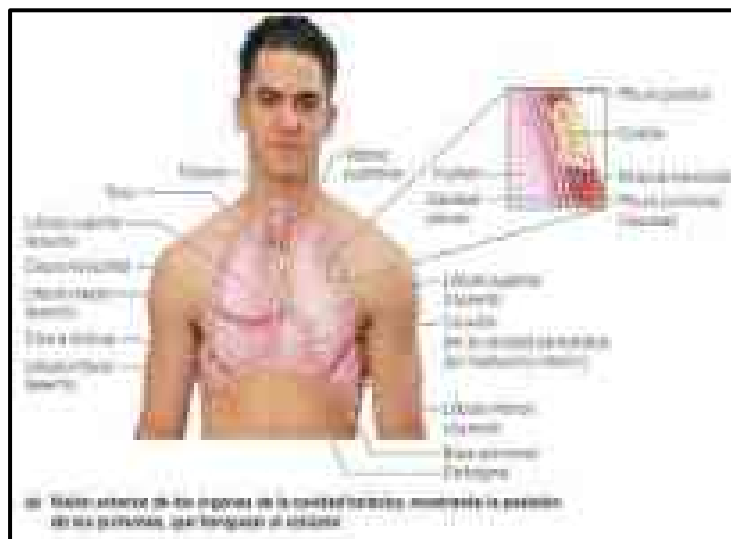
Bronquios	Dos ramas principales de la tráquea que conducen el aire hacia cada pulmón; se subdividen en bronquiolos.
Bronquiolos	Ramas más finas de los bronquios; distribuyen el aire dentro del pulmón hasta los alvéolos.
Pulmones	Órganos principales de la respiración; contienen los alvéolos donde se realiza el intercambio gaseoso.
Alvéolos pulmonares	Pequeños sacos rodeados de capilares; lugar donde ocurre el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono.
Diafragma	Músculo principal de la respiración; al contraerse permite la entrada de aire (inspiración) y al relajarse facilita la salida (expiración).

Nota. Se describe de forma concisa las funciones de los principales órganos del sistema respiratorio, mostrando cómo cada estructura participa en la filtración del aire, su conducción y el intercambio gaseoso, procesos esenciales para la oxigenación del organismo y la eliminación del CO₂.

3.2.2. Pulmones Y Pleuras

Figura 54

Anatomía pulmonar



Nota. Marieb EN. Anatomía y fisiología humana. 9.ª ed. Madrid: Pearson Educación; 2008. 655 p. ISBN: 9788478290949.

Los pulmones son órganos esponjosos en el tórax que toman oxígeno y liberan dióxido de carbono, mientras que las pleuras son dos membranas delgadas (visceral y parietal) que envuelven los pulmones, la cavidad torácica y el diafragma, respectivamente, con una pequeña cantidad de líquido lubricante en el espacio pleural

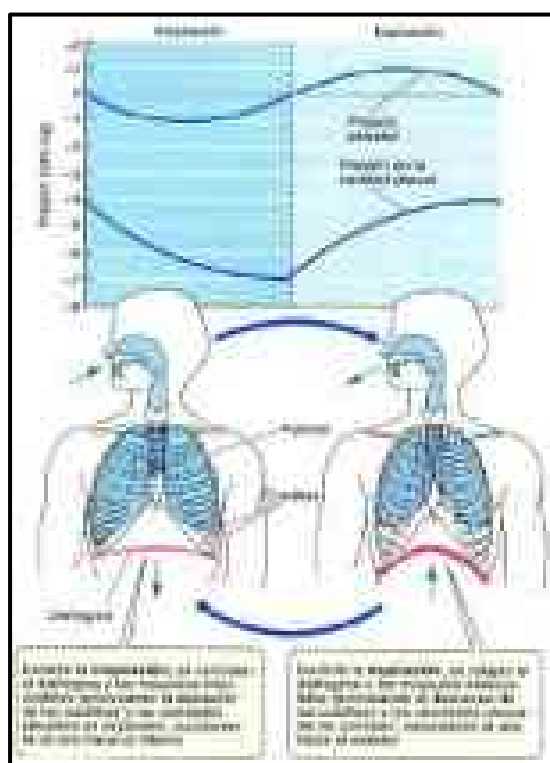
que reduce la fricción y permite el deslizamiento suave de los pulmones durante la respiración (Marieb EN, 2008).

3.2.3. Mecánica De La Respiración

La mecánica respiratoria es un proceso por el cual el aire del ambiente es obligado a entrar a los pulmones (inspiración) y luego, el aire alveolar es obligado a salir de ellos (expiración). Este proceso permite satisfacer tanto la demanda por oxígeno como la de la eliminación del anhídrido carbónico, por parte de los tejidos corporales, ya sea durante el estado de reposo (respiración en reposo) o el de ejercicio físico (respiración forzada) (Blog de biología, 2025).

Figura 55

Mecánica de la respiración



Nota. Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2023). Principios de anatomía y fisiología (16ª ed.). Wiley.

Inspiración (entrada de aire): Es un proceso activo, requiere energía.

- Contracción del diafragma: se aplana y desciende.
- Contracción de los músculos intercostales externos: elevan las costillas y expanden la caja torácica.
- Aumento del volumen torácico: disminuye la presión intrapulmonar por debajo

de la presión atmosférica.

- El aire entra en los pulmones hasta igualar la presión.

Espiración (salida de aire):

- Relajación del diafragma: asciende.
- Relajación de los músculos intercostales externos: costillas descienden.
- Disminución del volumen torácico: aumenta la presión intrapulmonar por encima de la atmosférica.
- El aire sale de los pulmones.

En condiciones normales es un proceso pasivo, pero puede volverse activo (ejercicio, tos, hablar) con la contracción de músculos abdominales e intercostales internos.

3.2.4. Intercambio Gaseoso

El intercambio gaseoso es el proceso por el cual el oxígeno (O_2) entra en la sangre y el dióxido de carbono (CO_2) se elimina. Se realiza mediante difusión simple, siguiendo gradientes de concentración, a través de la membrana respiratoria de los alvéolos pulmonares.

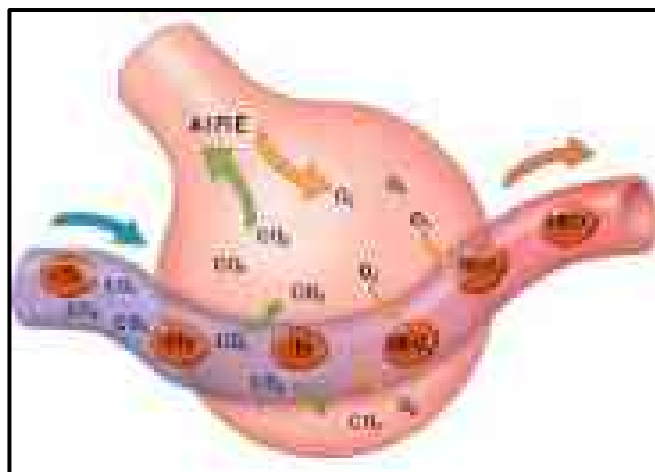
Respiración externa (en los pulmones):

- Ocurre en los alvéolos pulmonares.
- El aire inspirado tiene alta presión parcial de O_2 y baja de CO_2 .
- La sangre venosa que llega a los capilares pulmonares trae bajo O_2 y alto CO_2 .
- Resultado:
 - ✓ El O_2 difunde del alvéolo → sangre capilar.
 - ✓ El CO_2 difunde de la sangre → alvéolo para ser exhalado.

Transporte de gases en la sangre

Figura 56

Transporte de gases en la sangre



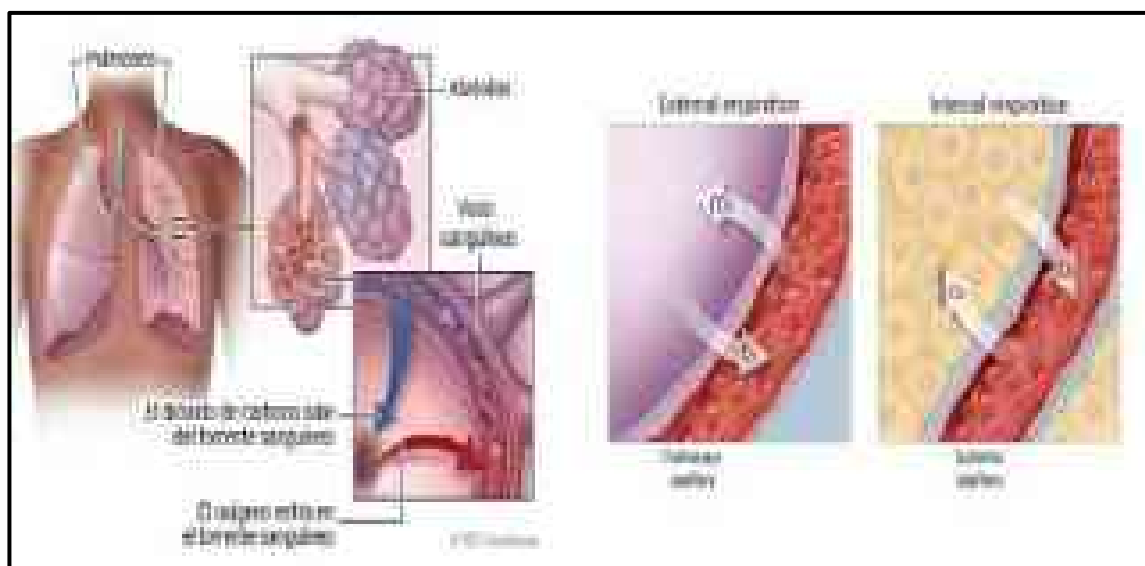
- **O₂**: se transporta principalmente unido a la hemoglobina (HbO₂) y una pequeña fracción disuelto en plasma.
- **CO₂**: se transporta como bicarbonato (HCO₃⁻), unido a hemoglobina o disuelto en plasma.

Respiración interna (en los tejidos)

- En los capilares sistémicos, el gradiente se invierte:
 - ✓ El O₂ difunde de la sangre: células (para la respiración celular).
 - ✓ El CO₂ difunde de las células: sangre venosa para regresar a los pulmones.

Figura 57

Representación esquemática de la carga de oxígeno (O₂) y descarga del dióxido de carbono (CO₂) que se produce en el organismo.



Fuent.: Bhardwaj, A., & Chourpiliadis, C. (2022). Physiology, Respiratory Rate. En StatPearls [Internet]. National Center for Biotechnology Information (NCBI) Bookshelf. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537306/>

3.2.5. Control De La Respiración

El control de la respiración es un proceso complejo que combina mecanismos automáticos e involuntarios con la capacidad de control voluntario. El centro respiratorio en el tronco encefálico y las señales de los receptores de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre regulan la respiración de forma continua, incluso durante el sueño. Sin embargo, podemos modificarla para hablar, cantar o relajarnos, y estas modificaciones son posibles gracias a la influencia de la corteza cerebral y de diferentes reflejos (Marieb EN, 2008).

Tabla 22

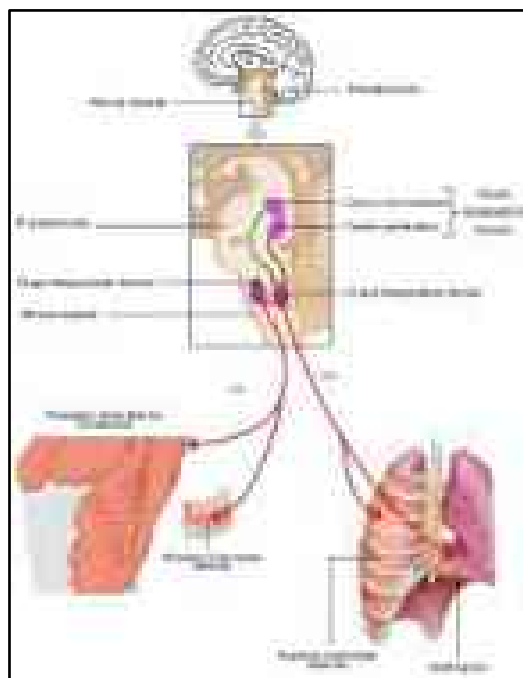
Mecanismos de control de la respiración

Control automático e involuntario	Control voluntario
<ul style="list-style-type: none"> • Centro respiratorio: Ubicado en la base del cerebro (tronco encefálico), este centro controla de forma automática la respiración, que es un proceso continuo incluso cuando estamos inconscientes o dormidos. • Sensores químicos: El cerebro, la aorta y las arterias carótidas tienen receptores (quimiorreceptores) que monitorizan los niveles de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre. • Estímulos clave: Una alta concentración de dióxido de carbono es el principal estímulo para aumentar la frecuencia y la profundidad de la respiración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Corteza cerebral: Las órdenes que provienen de la corteza cerebral y otras áreas del cerebro permiten modificar o suprimir la respiración de forma temporal. • Ejemplos: Esta capacidad se utiliza al hablar, cantar, hacer ejercicio, o al contener la respiración de forma voluntaria.

Nota. Se compara el control automático de la respiración, regulado por centros nerviosos y quimiorreceptores, con el control voluntario, que permite modificar temporalmente el patrón respiratorio mediante acciones conscientes.

Figura 58

Centros respiratorios del encéfalo



Nota. Gallardo, A. (2024). Condicionantes del impulso respiratorio. *Revista Chilena de Anestesia*, 53(3), 244–249. <https://revistachilenadeanestesia.cl/revchilanestv53n3-07/>

3.2.6. Fonación

La fonación es el proceso fisiológico por el cual se produce el sonido en la laringe, específicamente a través de la vibración de las cuerdas vocales. La laringe, al aproximar las cuerdas vocales y canalizar el aire proveniente de los pulmones, transforma la energía aerodinámica en energía acústica, generando el sonido básico. Este sonido se modifica posteriormente en las cavidades resonadoras (faringe, boca y cavidad nasal) para formar las vocales y consonantes que dan lugar a la voz y al habla.

Tabla 23

Órganos del aparato fonador y su función

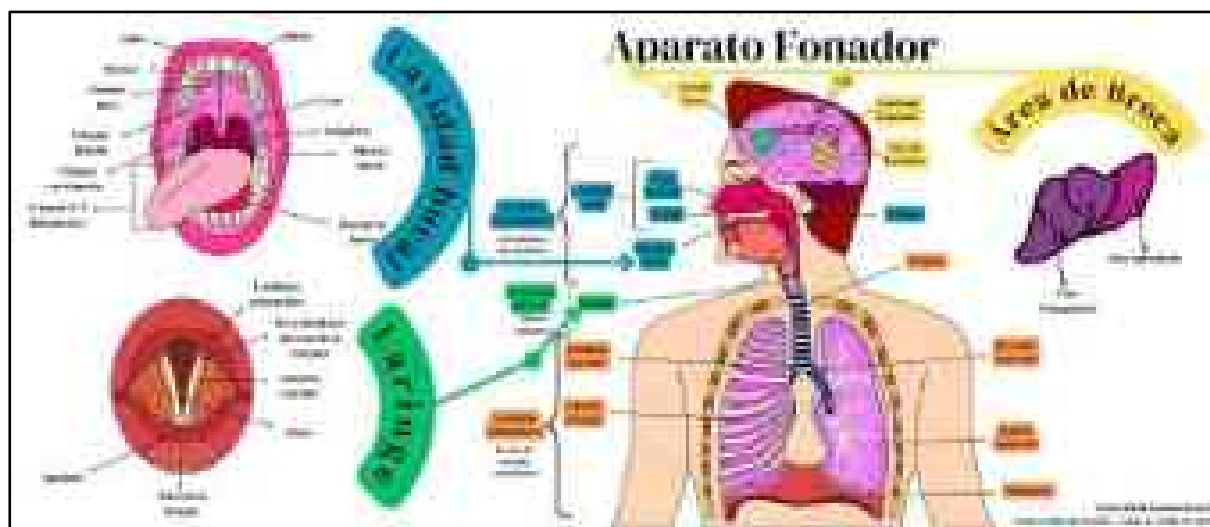
Grupo	Órganos	Función principal
Respiratorios (infraglóticos)	Pulmones, bronquios, tráquea	Generar y conducir el aire necesario para producir el sonido.

Fonadores (glóticos)	Laringe, cuerdas vocales	Producir la vibración básica del sonido mediante el paso del aire.
Resonadores	Cavidad nasal, bucal y faringe	Amplificar, modificar y dar timbre al sonido producido.
Articulatorios (supraglóticos)	Lengua, labios, paladar, dientes, glotis	Modificar el flujo de aire para formar fonemas y articular palabras.
Control neural	Área de Broca (corteza cerebral)	Coordinar la programación motora del habla con sentido y coherencia.

Nota. Se organiza los órganos del aparato fonador según su función en respiración, producción, resonancia y articulación del sonido, mostrando su importancia coordinada para generar una voz clara, audible y comprensible.

Figura 59

Partes que integran el aparato fonador



Nota. Instituto Nacional sobre la Sordera y Otros Trastornos de la Comunicación. (2023, febrero 14). *¿Cómo el cuerpo humano produce la voz y el habla?* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=K7NMn5xfow>

Proceso de la fonación

El proceso comienza cuando el aire expulsado por los pulmones genera vibración en la laringe, donde las cuerdas vocales (estructuras musculares capaces de ajustar su tensión, grosor y longitud) producen sonidos de distinta calidad.

Luego, las cavidades resonadoras (nasal, bucal y faríngea) amplifican el sonido, mientras los órganos articulatorios (lengua, labios, paladar, dientes) lo moldean para formar vocales y consonantes.

El sistema nervioso central, especialmente el área de Broca, dirige y coordina la producción del habla, permitiendo no solo emitir sonidos sino comunicarlos con significado. En español, la mayoría de sonidos son sonoros porque implican vibración de las cuerdas vocales.

3.2.7. Patologías Del Aparato Respiratorio Y Fonación

Tabla 24

Enfermedades comunes y tratamiento del aparato respiratorio y fonación

Patología	Causas principales	Tratamiento
Asma bronquial	Reacción inflamatoria de las vías respiratorias por alergias, infecciones, contaminación, ejercicio o estrés.	Broncodilatadores (salbutamol), corticosteroides inhalados, control ambiental.
Neumonía	Infección bacteriana (Neumococo, Mycoplasma), viral o por hongos que inflama los alvéolos.	Antibióticos (si es bacteriana), antivirales en algunos casos, reposo, líquidos, oxígeno si es necesario.
Bronquitis crónica (EPOC)	Tabaquismo, exposición prolongada a contaminantes, infecciones repetidas.	Broncodilatadores, corticosteroides, fisioterapia respiratoria, dejar de fumar.
Enfisema pulmonar (EPOC)	Daño alveolar irreversible, principalmente por tabaquismo y exposición a tóxicos.	Oxigenoterapia, broncodilatadores, rehabilitación pulmonar, en casos graves cirugía o trasplante.
Tuberculosis	Infección por <i>Mycobacterium tuberculosis</i> (se transmite por vía aérea).	Antituberculosos combinados (isoniazida, rifampicina, pirazinamida, etambutol) durante 6 meses o más.
Cáncer de pulmón	Tabaquismo (principal), exposición a asbestos, radón, predisposición genética.	Cirugía, quimioterapia, radioterapia, terapias dirigidas según el tipo de cáncer.
Laringitis	Infección viral, uso excesivo de la voz, exposición a irritantes.	Reposo vocal, hidratación, antiinflamatorios, evitar irritantes.

Cáncer de laringe	Tabaquismo, alcoholismo crónico, infecciones por VPH.	Cirugía (laringectomía parcial o total), radioterapia, quimioterapia, rehabilitación vocal.
Apnea del sueño	Obstrucción de la vía aérea superior durante el sueño (sobrepeso, alteraciones anatómicas).	CPAP (presión positiva continua), bajar de peso, cirugía en casos graves.
COVID-19 / Gripe severa	Infección viral por coronavirus SARS-CoV-2 o virus influenza.	Antivirales en casos seleccionados, oxigenoterapia, soporte respiratorio, reposo e hidratación.

Nota. Se resume las enfermedades respiratorias frecuentes, sus causas y tratamientos principales, permitiendo identificar rápidamente su origen y abordaje. Es importante para comprender, comparar y orientar el manejo clínico básico de cada patología.

NOTAS IMPORTANTES

La fonación se produce en la laringe, gracias a la vibración de las cuerdas vocales cuando el aire pasa desde los pulmones. Cuando hay enfermedades respiratorias como asma o bronquitis, el flujo de aire disminuye o se vuelve turbulento, lo que afecta directamente al timbre y la potencia de la voz.

Algunos fármacos usados en neumología, como los corticoides inhalados (ej. budesonida, fluticasona), pueden causar disfonía o ronquera como efecto adverso, debido a irritación o adelgazamiento de la mucosa laríngea. Curiosamente, cantantes profesionales y locutores deben tener cuidado con estos tratamientos, ya que un medicamento para controlar el asma puede también afectar la calidad de su voz.

3.3. Aparato Digestivo

El aparato digestivo es el conjunto de órganos encargados de transformar los alimentos en nutrientes absorbibles para el organismo, y de eliminar los residuos no digeridos. Su funcionamiento es esencial para mantener la homeostasis, ya que proporciona la energía y los elementos necesarios para el crecimiento, la reparación celular y el correcto desempeño de los sistemas corporales. Está formado por el tubo digestivo y por las glándulas anexas. El proceso digestivo combina mecanismos

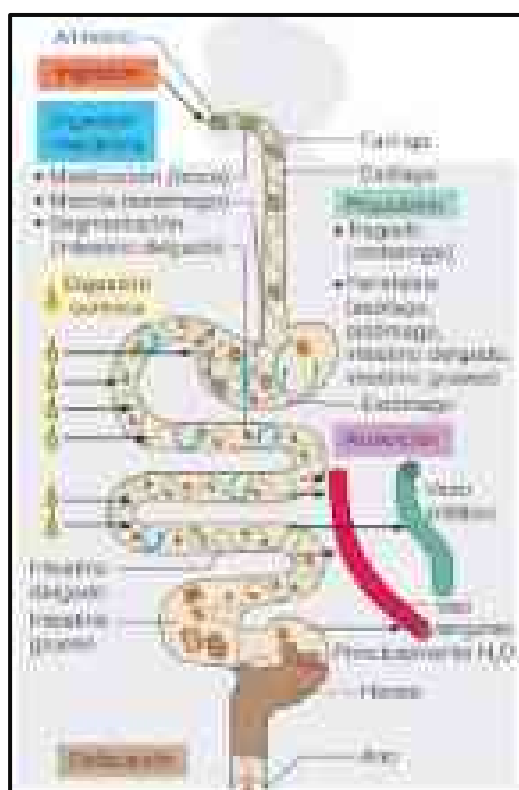
mecánicos, químicos y biológicos, coordinados mediante el sistema nervioso entérico y hormonas gastrointestinales (Sensoy, 2021).

3.3.1. Funciones del Aparato Digestivo

Las principales funciones del aparato digestivo son la ingestión, el transporte de alimentos mediante la motilidad, la digestión (descomposición mecánica y química de los alimentos), la absorción de nutrientes y líquidos, y la excreción de residuos como heces. Este proceso garantiza que los alimentos se descompongan en partículas lo suficientemente pequeñas para proporcionar la energía y los componentes necesarios para el funcionamiento, crecimiento y reparación del cuerpo (Cheng et al., 2010).

Figura 60

Funciones del aparato digestivo



Las principales funciones son:

- **Ingestión:** introducción de los alimentos en la boca.
- **Propulsión:** movimientos que trasladan los alimentos a lo largo del tubo digestivo (deglución y peristaltismo).
- **Digestión mecánica:** fragmentación física de los alimentos (masticación, mezclado gástrico e intestinal).
- **Digestión química:** descomposición de macromoléculas en nutrientes simples por enzimas y jugos digestivos.
- **Absorción:** paso de los nutrientes desde la luz intestinal hacia la sangre o la linfa.
- **Defecación:** eliminación de sustancias no digeridas y restos metabólicos en forma de heces.

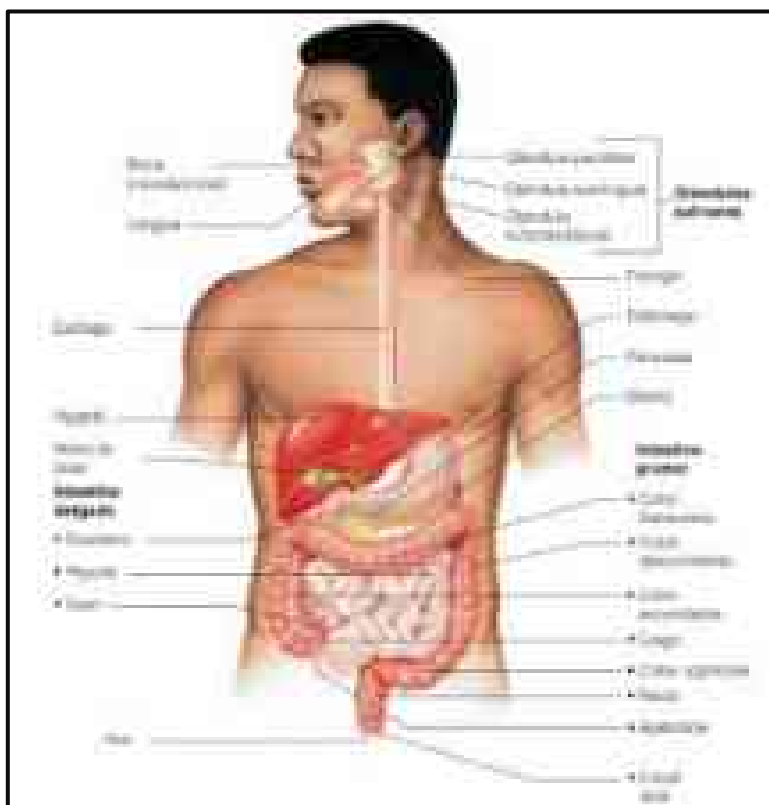
3.3.2. Anatomía Del Aparato Digestivo

Los órganos del sistema digestivo pueden dividirse en dos grupos principales: los que forman el tubo digestivo y los órganos digestivos secundarios. El tubo digestivo realiza todo el conjunto de funciones digestivas (ingere, digiere, absorbe y defeca). Los

órganos secundarios (dientes, lengua y algunas grandes glándulas digestivas) facilitan el proceso de descomposición digestiva de varias formas (Marieb EN, 2008).

Figura 61

El sistema digestivo humano: el tubo digestivo y los órganos secundarios



Nota. Marieb, E. N. (2008). Anatomía y fisiología humana (9.ª ed., 655 pp.). Pearson Educación. ISBN 978-84-7829-094-9.




El tubo digestivo se extiende desde la boca hasta el ano y comprende:

- **Boca:** incluye dientes, lengua y glándulas salivarias menores. Aquí inicia la digestión mecánica y enzimática (amilasa salival).
- **Faringe:** vía de paso para alimentos y aire; participa en la deglución.
- **Esófago:** conducto que lleva el bolo alimenticio al estómago mediante movimientos peristálticos.
- **Estómago:** órgano en forma de saco que mezcla el bolo con jugo gástrico, formando el quimo; secreta ácido clorhídrico y pepsina.
- **Intestino delgado:** formado por duodeno, yeyuno e íleon. Principal sitio de digestión enzimática y absorción de nutrientes.

- **Intestino grueso:** compuesto por ciego, colon, recto y ano. Absorbe agua, electrolitos, sintetiza vitaminas (flora intestinal) y forma las heces.

Tabla 25

Anatomía de los órganos digestivos superiores

Órgano	Características principales	Estructuras destacadas	Funciones
Boca 	Primera parte del tubo digestivo, también permite la respiración. Tapizada por mucosa oral (epitelio plano estratificado no queratinizado).	-Vestíbulo (entre labios y dientes). -Cavidad oral propiamente dicha. - Paladar duro (óseo). - Paladar blando con úvula. - Pilares del paladar (anteriores y posteriores). -Amígdalas palatinas.	-Ingestión de alimentos. - Inicio de la digestión mecánica y química. - Participa en la respiración y fonación. -Defensa inmunológica (amígdalas).
Faringe 	Tubo común a los aparatos digestivo y respiratorio. Tapizada por mucosa.	- Se divide en: •Nasofaringe (detrás de nariz). • Orofaringe (detrás de boca). •Laringofaringe (detrás de laringe). -Amígdala lingual (base de lengua).	- Paso de aire hacia laringe y pulmones. - Paso de alimentos hacia el esófago. -Defensa inmunológica (anillo de Waldeyer).
Esófago 	Tubo de ~25 cm. Va de la faringe al estómago. Atraviesa el diafragma (hiato esofágico).	-Esfínter faringoesofágico (superior). -Esfínter gastroesofágico (inferior). - Músculo estriado en 1/3 superior, mixto en 1/3 medio, liso en 1/3 inferior.	-Conduce bolo alimenticio hacia el estómago (peristaltismo). - Impide entrada de aire en deglución. -Previene reflujo gástrico.

Nota. Se resume los órganos (boca, faringe y esófago) indicando sus estructuras principales y funciones: ingestión, paso de aire y alimentos, digestión inicial, deglución, defensa inmunológica y prevención del reflujo.

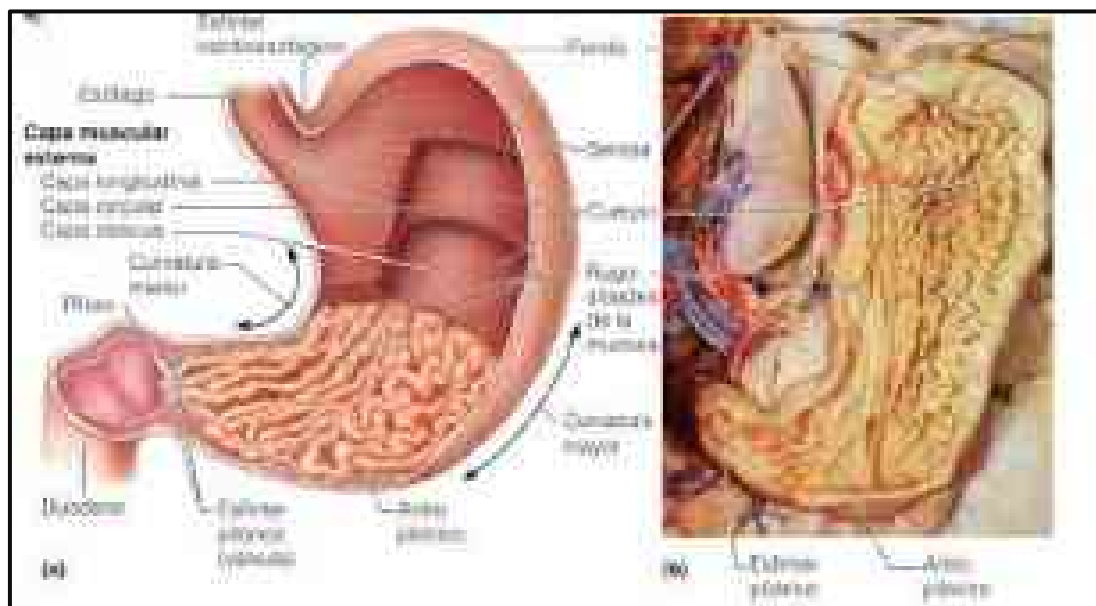
Estómago

El estómago es un órgano con forma de C situado en el lado izquierdo de la cavidad abdominal, casi oculto por el hígado y el diafragma, con un tamaño promedio de 15 a

25 cm y una capacidad que puede alcanzar hasta 4 litros de alimento; cuando está vacío, su mucosa forma pliegues llamados rugosidades.

Figura 62

Anatomía del estomago



Nota. Marieb, E. N. (2008). Anatomía y fisiología humana (9.ª ed., 655 pp.). Pearson Educación. ISBN 978-84-7829-094-9.

Tabla 26

Características del estomago

Aspecto	Característica
Ubicación y forma	Órgano con forma de C, en el lado izquierdo de la cavidad abdominal, casi oculto por el hígado y el diafragma. Mide 15–25 cm y puede contener hasta 4 litros de alimento. Cuando está vacío presenta pliegues llamados rugosidades.
Regiones	<ul style="list-style-type: none"> -Cardias: alrededor del esfínter cardioesofágico (entrada). - Fundus: parte superior expandida. - Cuerpo: parte media principal. - Antro pilórico: ensanchamiento inferior. - Píloro: forma de embudo, comunica con duodeno por el esfínter pilórico.
Curvaturas y epiplones	<ul style="list-style-type: none"> - Curvatura mayor: lateral convexa. - Curvatura menor: medial cóncava.

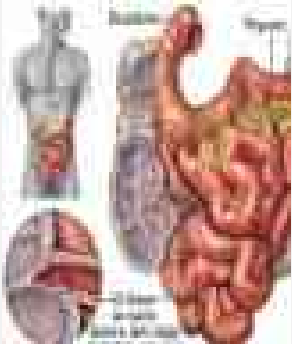
	<ul style="list-style-type: none"> - Epiplón menor: une hígado con curvatura menor. - Epiplón mayor: cuelga desde la curvatura mayor, contiene grasa y ganglios linfáticos que protegen y aíslan.
Pared y capas	Tres capas musculares: longitudinal, circular y oblicua, que permiten mezclar, batir y fragmentar el alimento, además de impulsarlo.
Mucosa gástrica	Epitelio cilíndrico simple con células mucosas que secretan moco alcalino rico en bicarbonato, protegiendo frente a ácidos y enzimas. Presenta fosas gástricas que conducen a glándulas gástricas (secreción de jugo gástrico).
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> - Almacén temporal de alimentos. - Digestión mecánica: mezcla y trituración. - Digestión química: inicio de degradación de proteínas.


Nota. se describe la anatomía del estómago, sus regiones, capas y funciones. Destaca su importancia en almacenar, mezclar y comenzar la digestión de alimentos, protegiendo además la mucosa gástrica.

Anatomía del intestino delgado y grueso

Tabla 27

Anatomía del intestino delgado y grueso

Estructura	Longitud / Partes	Características Estructura	Funciones principales
Intestino Delgado 	6 – 8 m Partes: Duodeno (25 cm), Yeyuno, Íleon	Duodeno: 3 porciones, retroperitoneal, rodea cabeza del páncreas, recibe bilis y jugo pancreático en la ampolla de Vater (esfínter de Oddi). Yeyuno-Íleon: forman asas cubiertas por mesenterio; íleon termina en ciego mediante válvula íleo-cecal con esfínter íleocecal. Microscopía: Pliegues circulares (Kerckring), vellosidades intestinales, microvellosidades → superficie total 250 m ² . Criptas de Lieberkühn y glándulas de Brunner	<ul style="list-style-type: none"> - Digestión de nutrientes (lípidos, carbohidratos, proteínas)- Absorción de agua, sales y nutrientes- Mezcla y propulsión del quimo hacia el colon- - Protección mucosa y defensa inmunológica (tejido linfoide)

		(duodeno). Placas de Peyer en yeyuno-íleon. Renovación celular ≈ 1 semana.	
<p>Intestino Grueso</p> 	<p>1,5 m</p> <p>Partes: Ciego, Apéndice, Colon ascendente, Colon transverso, Colon descendente, Colon sigmoide, Recto, Conducto anal</p>	<p>Ciego: fondo de saco, 8 cm, comunica con íleon vía válvula ileocecal.</p> <p>Apéndice: 8 cm, móvil, riesgo de apendicitis.</p> <p>Colon: Ascendente (15 cm), Transverso (50 cm), Descendente (30 cm), Sigmoide (40 cm).</p> <p>Recto: 12 cm, forma ampolla rectal.</p> <p>Conducto anal: 4 cm, epitelio plano estratificado no queratinizado; esfínter anal interno (involuntario) y externo (voluntario). Plexo hemorroidal venoso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Almacenamiento de heces - Absorción de agua y sales - Transporte de materia fecal - Regulación de la expulsión fecal mediante esfínteres - Protección vascular y control de hemorroides

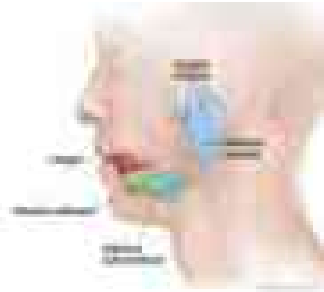


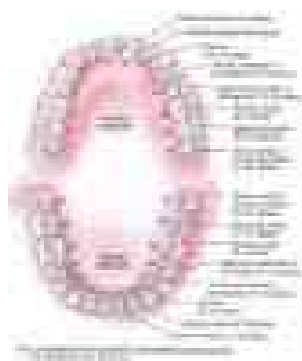
Nota. El intestino delgado y grueso completan la digestión, absorben nutrientes y agua, forman y almacenan heces, mantienen la inmunidad intestinal y regulan la eliminación, siendo esenciales para la homeostasis.

3.3.3. Glándulas Anexas Del Aparato Digestivo

Las glándulas anexas del aparato digestivo son las glándulas salivales, el hígado y el páncreas, que son órganos que producen y secretan sustancias como saliva, bilis y jugos pancreáticos, las cuales son esenciales para la digestión de los alimentos, aunque no forman parte directa del tubo digestivo. Estas sustancias se vierten a través de conductos hacia el tubo digestivo para ayudar a descomponer los alimentos y facilitar su absorción (Sensoy, 2021).

Tabla 28

Anatomía de glándulas anexas del aparato digestivo

Glándula / Órgano	Ubicación	Secreción / Contenido	Funciones principales
Glándulas salivales 	Tres pares: Parótidas (delante del conducto auditivo externo), Submaxilares (interior del maxilar inferior), Sublinguales (bajo la lengua)	Saliva con amilasa salival	<ul style="list-style-type: none"> - Ensalivar alimentos triturados - Formar el bolo alimenticio - Iniciar digestión de carbohidratos
Hígado 	Hipocondrio derecho, glándula voluminosa roja	Bilis almacenada en vesícula biliar	<ul style="list-style-type: none"> - Facilitar digestión de grasas en duodeno - Procesar y transformar nutrientes absorbidos del intestino - Sintetizar componentes celulares esenciales - Detoxificar compuestos absorbidos
Páncreas 	Triangular, debajo del estómago y en contacto con duodeno	1) Exocrino: jugo pancreático con amilasa, lipasa y tripsina 2) Endocrino: hormonas (principalmente insulina)	<ul style="list-style-type: none"> - Exocrino: digestión de carbohidratos, grasas y proteínas en el duodeno - Endocrino: regular metabolismo de azúcares y funciones hormonales esenciales.
Dientes 	Son órganos accesorios digestivos situados en alveolos de la apófisis alveolar de la mandíbula y del maxilar.	Un diente está compuesto por tres regiones: la corona (la porción visible por encima del plano de la encía), dentro del alveolo se encuentra una, dos o tres raíces; el cuello es la unión constreñida entre la corona y la raíz.	Masticación y digestión: Los dientes cortan, desgarran y muelen la comida en trozos más pequeños, facilitando la deglución y el inicio del proceso digestivo. Articulación del habla: junto con la lengua y los labios, son fundamentales para formar palabras y pronunciar los sonidos. Estética facial:

		<p>Proporcionan soporte estructural a la cara, ayudando a mantener la forma y el equilibrio del rostro.</p> <p>Apoyo a otras estructuras: correcta posición de la musculatura facial y previene la pérdida de hueso.</p>
--	--	--

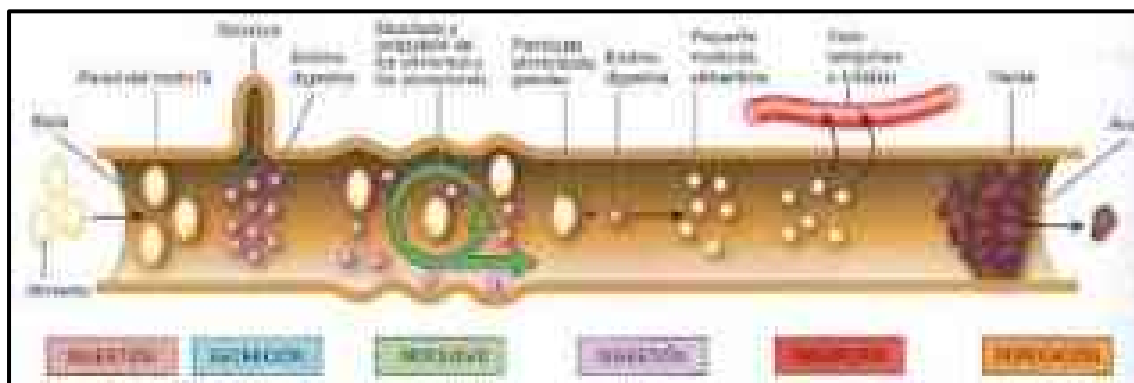
Nota. Estos órganos digestivos producen saliva, bilis y enzimas, permiten masticar, digerir y absorber nutrientes, regulan metabolismo y detoxificación, y mantienen funciones esenciales como habla, defensa y equilibrio energético.

3.3.4. Procesos Digestivos

El tubo digestivo contiene los alimentos desde el momento en que son ingeridos hasta que son digeridos, absorbidos o eliminados. Las contracciones musculares en la pared del tubo digestivo degradan físicamente los alimentos por batido o agitación y los impulsan a lo largo del tubo, desde el esófago hasta el ano (Tortora & Dettickson, 2018).

Figura 64

Proceso de digestión



Nota. Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (16.^a ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

- ✓ **Ingestión.** El alimento debe colocarse en la boca antes de que pueda actuarse sobre él. Se trata de un proceso activo y voluntario denominado ingestión.
- ✓ **Impulsión:** los alimentos para ser procesados por los órganos digestivos, deben pasar de un órgano al siguiente. La acción de tragar es un ejemplo del movimiento de los alimentos que depende en gran medida del proceso de impulsión denominado peristalsis que implica movimientos involuntarios alternantes de contracción y relajación musculares en la pared del órgano.
- ✓ **Descomposición de los alimentos (digestión mecánica):** Mezclar los alimentos en la boca mediante la lengua, machacar la comida en el estómago y segmentarla en el intestino delgado son ejemplos de procesos que contribuyen a la digestión mecánica. La digestión mecánica prepara los alimentos para su posterior degradación a través de las enzimas.
- ✓ **Digestión química:** Proceso en el que las moléculas grandes de alimentos se descomponen en moléculas pequeñas mediante enzimas. Estas reacciones son de hidrólisis, ya que utilizan agua para romper los enlaces químicos. El agua también actúa como disolvente y suavizador de los alimentos.
- ✓ **Absorción:** Es el paso de los nutrientes digeridos hacia la sangre o linfa. Ocurre mediante transporte activo o pasivo. El intestino delgado es el sitio principal de absorción.
- ✓ **Defecación:** Es la eliminación de residuos indigeribles en forma de heces a través del ano (Marieb EN, 2008).

3.3.5. Enfermedades Comunes del Aparato Digestivo y Tratamiento

Figura 65

Enfermedades del aparato digestivo y su tratamiento

Enfermedad	Causas	Manifestaciones clínicas	Tratamiento
Gastritis	Infección por <i>Helicobacter pylori</i> , AINEs, alcohol, estrés	Dolor epigástrico, náuseas, vómitos	Inhibidores de bomba de protones (omeprazol), antibióticos si hay <i>H. pylori</i> , dieta adecuada
Úlcera péptica	Desequilibrio entre factores agresivos (HCl, <i>H. pylori</i>) y defensivos (moco)	Dolor abdominal, ardor, sangrado digestivo	IBP, antibióticos, antiácidos, cambios dietéticos

Reflujo gastroesofágico (ERGE)	Debilidad del esfínter esofágico inferior, obesidad, alimentos irritantes	Pirosis, regurgitación, tos nocturna	IBP, antiácidos, medidas higiénico-dietéticas, cirugía en casos graves
Síndrome de intestino irritable (SII)	Alteraciones de motilidad intestinal, estrés, factores dietéticos	Dolor abdominal, diarrea/estreñimientos alternados, distensión	Dieta baja en FODMAP, probióticos, antiespasmódicos
Enfermedad inflamatoria intestinal (Crohn, colitis ulcerosa)	Factores autoinmunes y genéticos	Diarrea crónica, dolor abdominal, pérdida de peso	Corticoides, inmunosupresores, biológicos, cirugía en casos graves
Hepatitis	Virus hepatotropos (A, B, C, etc.), alcohol, tóxicos	Ictericia, fatiga, dolor hepático	Antivirales, reposo, evitar alcohol y hepatotóxicos
Litiasis biliar	Precipitación de sales biliares y colesterol	Dolor en hipocondrio derecho, vómitos, ictericia	Dieta baja en grasas, colecistectomía si hay complicaciones
Cáncer de colon	Factores genéticos, dieta baja en fibra, tabaquismo	Sangrado rectal, cambios en ritmo intestinal, anemia	Cirugía, quimioterapia, radioterapia, cribado con colonoscopia

Nota. Estas enfermedades afectan digestión, absorción y motilidad; generan dolor, inflamación y complicaciones. Su identificación temprana permite tratamientos eficaces que previenen sangrado, desnutrición, cáncer y daño orgánico, mejorando la calidad de vida.

3.4. Aparato Urinario

3.4.1. Generalidades Del Aparato Urinario

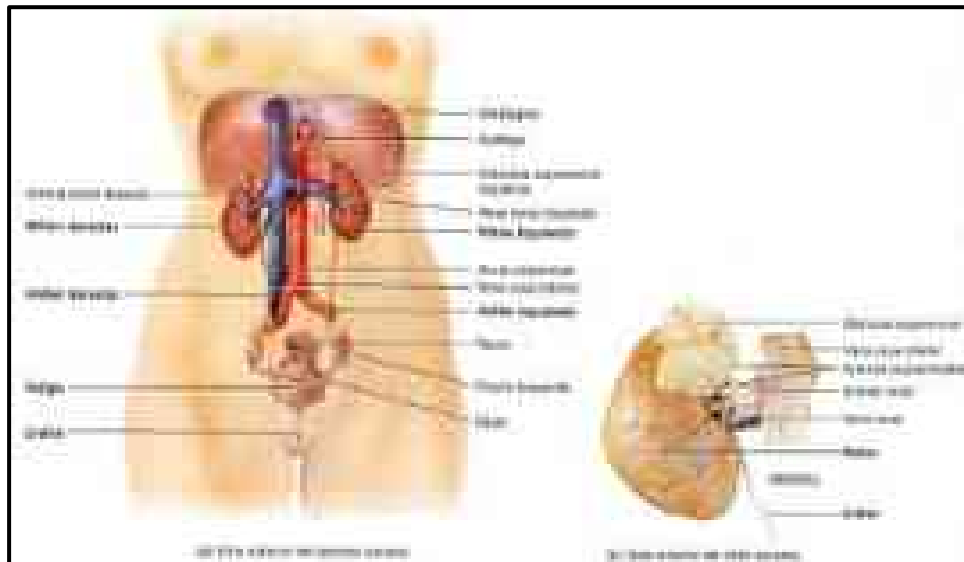
Los riñones son órganos homeostáticos esenciales que filtran diariamente la sangre para eliminar desechos nitrogenados, toxinas y fármacos, regulando al mismo tiempo el volumen sanguíneo, el equilibrio de agua, sales, ácidos y bases. Además, producen renina para controlar la presión arterial, eritropoyetina para estimular la producción de glóbulos rojos y activan la vitamina D. Junto con los riñones, los uréteres, la vejiga y la uretra cumplen funciones de transporte y almacenamiento de la orina, mientras que el equilibrio hídrico y electrolítico se regula gracias a hormonas como la ADH y la aldosterona. Aunque pueden presentarse alteraciones congénitas, infecciones o problemas por envejecimiento, en condiciones normales este sistema asegura la depuración eficaz del organismo (Tortora & Dettickson, 2018).

Este sistema está compuesto por:

- Órganos productores de orina: los riñones.
- Vías urinarias: uréteres, vejiga urinaria y uretra.

Figura 66

Anatomía del aparato urinario



Nota. Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (16.ª ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

3.4.2. Funciones Del Aparato Urinario

- **Excreción de desechos metabólicos:** Eliminación de urea, creatinina, ácido úrico y productos derivados del metabolismo de proteínas y ácidos nucleicos.
- **Regulación del equilibrio hídrico:** Controla la cantidad de agua eliminada o retenida para mantener la volemia adecuada.
- **Regulación de electrolitos:** Mantiene las concentraciones de sodio, potasio, cloro, calcio y fosfatos dentro de rangos fisiológicos.
- **Regulación del equilibrio ácido-base:** A través de la excreción de iones hidrógeno (H^+) y la reabsorción de bicarbonato (HCO_3^-).
- **Funciones endocrinas y metabólicas:**
 - ✓ Secreción de eritropoyetina → estimula la médula ósea en la producción de eritrocitos.

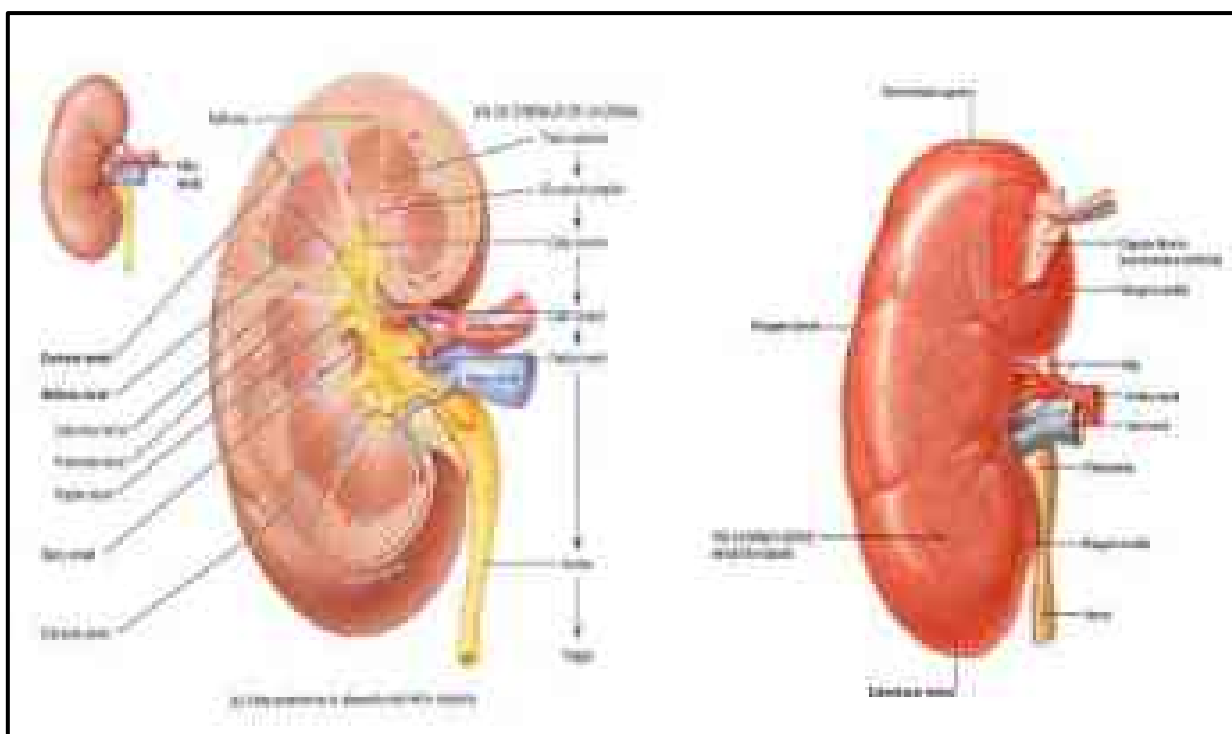
- ✓ Secreción de renina → inicia el sistema renina-angiotensina-aldosterona para controlar la presión arterial.
- ✓ Activación de la vitamina D (calcitriol) → necesaria para el metabolismo del calcio y fósforo.

3.4.3. Anatomía Del Riñón

Los riñones son órganos pares, retroperitoneales, con forma de habichuela y color rojo, situados entre la última vértebra torácica y la tercera lumbar, parcialmente protegidos por las costillas 11 y 12. El riñón derecho se encuentra ligeramente más bajo que el izquierdo debido a la presencia del hígado, y una fractura de estas costillas puede ocasionar lesiones graves en estos órganos (Tortora & Dettickson, 2018).

Figura 67

Anatomía interna y externa del riñón



Nota. Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (16.ª ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

Anatomía externa del riñón

Un riñón adulto mide aproximadamente 10-12 cm de largo, 5-7 cm de ancho, 3 cm de espesor y pesa entre 135 y 150 g. Su borde medial cóncavo presenta el hilio renal, por donde entran y salen vasos sanguíneos, linfáticos, nervios y uréteres. Está protegido por tres capas: la cápsula renal (tejido conectivo denso que mantiene la forma y lo protege de traumatismos), la cápsula adiposa (tejido graso que amortigua impactos y fija al riñón en su lugar) y la fascia renal (capa de tejido conectivo que lo sujeta a estructuras vecinas y a la pared abdominal (Carracedo & Ramírez, 2024).

Anatomía interna del riñón

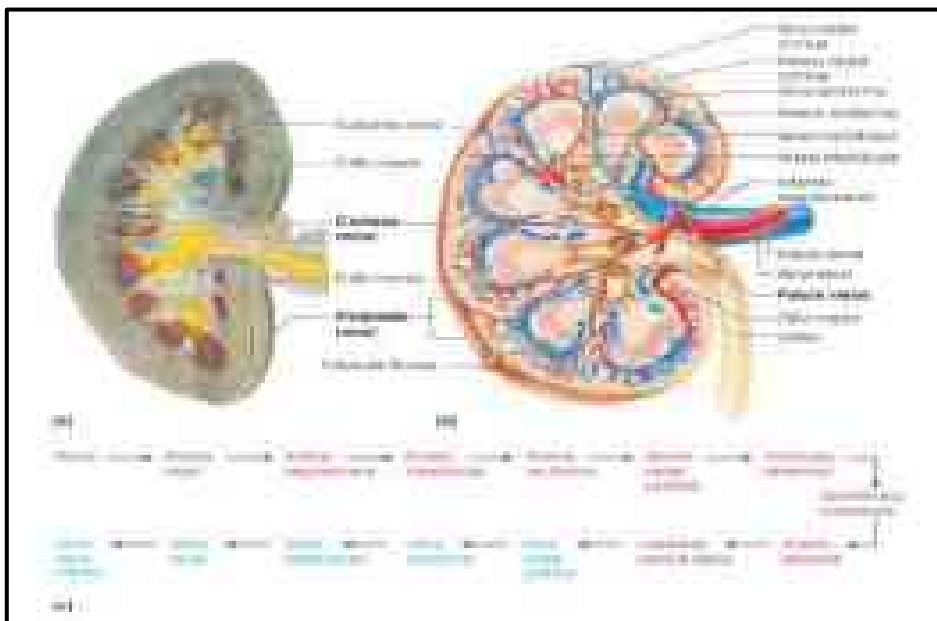
En un corte frontal del riñón se distinguen dos regiones: la corteza renal (rojo claro) y la médula renal (rojo oscuro), formada por pirámides renales cuya base se une a la corteza y cuyo vértice, la papila renal, se orienta al hilio. Entre las pirámides se ubican las columnas renales. Corteza y médula constituyen el parénquima renal, donde se localizan las nefronas, unidades funcionales del riñón. El filtrado de las nefronas pasa a conductos papilares, luego a cálices menores (8-18), de ahí a cálices mayores (2-3), convirtiéndose en orina al no haber más reabsorción. La orina fluye hacia la pelvis renal, continúa al uréter y luego a la vejiga. El hilio se prolonga en el seno renal, que alberga pelvis, cálices, vasos, nervios y tejido adiposo que mantiene su estabilidad (Carracedo & Ramírez, 2024).

Irrigación sanguínea del riñón

Los riñones eliminan desechos de la sangre y regulan su volumen y composición iónica. Por ello tienen una irrigación sanguínea abundante. Si bien los riñones constituyen menos del 0,5% de la masa corporal total, reciben 20-25% del gasto cardíaco en reposo a través de las arterias renales derecha e izquierda. En el adulto, el flujo sanguíneo renal en ambos riñones es de unos 1200 mL por minuto.

Figura 68

Anatomía interna del riñón



Nota. (a) Fotografía de un riñón seccionado coronariamente. (b) Vista diagramática de un riñón seccionado coronariamente, ilustrando los vasos sanguíneos principales. (c) Resumen del recorrido de los vasos sanguíneos renales.

La arteria que lleva la sangre a cada riñón se llama arteria renal. A medida que la arteria se aproxima al hilio, se divide en arterias segmentarias, de cada una de las cuales salen varias ramas llamadas arterias interlobulares, que viajan por las columnas renales hasta llegar a la corteza. En el lugar donde se unen la corteza con la médula, las arterias interlobulares se convierten en arterias arciformes, que se curvan en las pirámides medulares. Las pequeñas arterias radiales corticales se bifurcan de las arterias arciformes y proporcionan el suministro de sangre al tejido cortical. La sangre venosa que se drena desde los riñones a través de las venas traza el camino para el suministro arterial pero en la dirección opuesta (de las venas radiales corticales a las venas arciformes, a las venas interlobulares, a las venas renales, que emergen del hilio del riñón. No hay venas segmentarias (Carracedo & Ramírez, 2024).

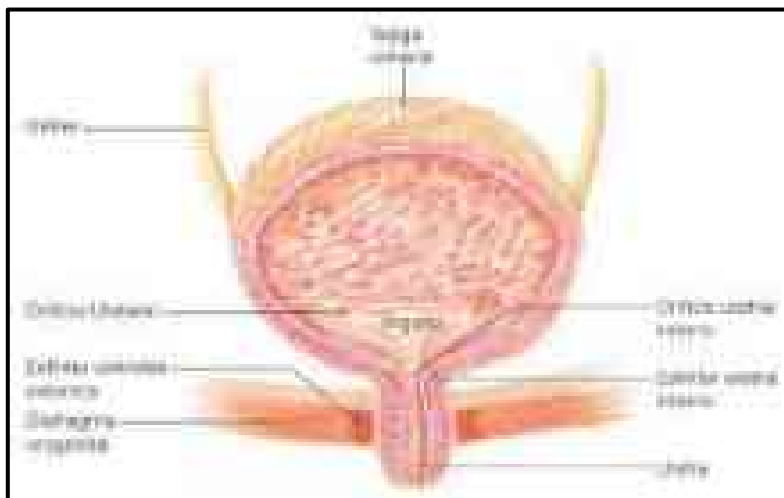
Funciones principales:

- ✓ Filtración glomerular.
- ✓ Reabsorción y secreción tubular.
- ✓ Regulación de presión arterial y homeostasis.

3.4.4. Uréteres, vejiga urinaria y uretra

Figura 69

Estructura básica de la vejiga urinaria y uretra femeninas



Nota. Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (16.ª ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

Tabla 29

Anatomía de los uréteres, vejiga urinaria y uretra

Estructura	Características anatómicas	Funciones principales	Particularidades clínicas / fisiológicas
Uréteres	<ul style="list-style-type: none"> - Dos tubos de 25–30 cm de largo y 6 mm de diámetro. - Conectan la pelvis renal con la vejiga. - Poseen mucosa continua con pelvis renal y vejiga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Transportan la orina de los riñones a la vejiga. - Movilizan la orina mediante peristalsis y no solo por gravedad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pliegues mucosos en la entrada a la vejiga impiden el reflujo de orina.
Vejiga urinaria	<ul style="list-style-type: none"> - Saco muscular liso y plegable, retroperitoneal. - Presenta trigono (área triangular delimitada por orificios ureterales y orificio uretral interno). - Pared formada por músculo detrusor y epitelio transicional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Almacena orina temporalmente. - Se expande y aumenta de volumen sin elevar mucho la presión interna (capacidad 500 ml, hasta más del doble). 	<ul style="list-style-type: none"> - En hombres, el cuello de la vejiga está rodeado por la próstata. - Zona del trigono es frecuente asiento de infecciones urinarias.

Uretra	<ul style="list-style-type: none"> - Tubo de pared delgada que conecta la vejiga con el exterior. - Tiene dos esfínteres: interno (liso, involuntario) y externo (esquelético, voluntario). 	<ul style="list-style-type: none"> - Conducir la orina al exterior. - Control de la micción mediante esfínteres. 	<ul style="list-style-type: none"> - Longitud diferente según sexo: Mujer: 3–4 cm, solo función urinaria. Hombre: más larga, atraviesa la próstata y pene; función urinaria y reproductora.
---------------	---	--	--

Nota. Los uréteres, vejiga y uretra conforman la vía urinaria, permitiendo transporte, almacenamiento y expulsión de orina; son esenciales para mantener la homeostasis, evitar reflujo, infecciones y controlar la micción.

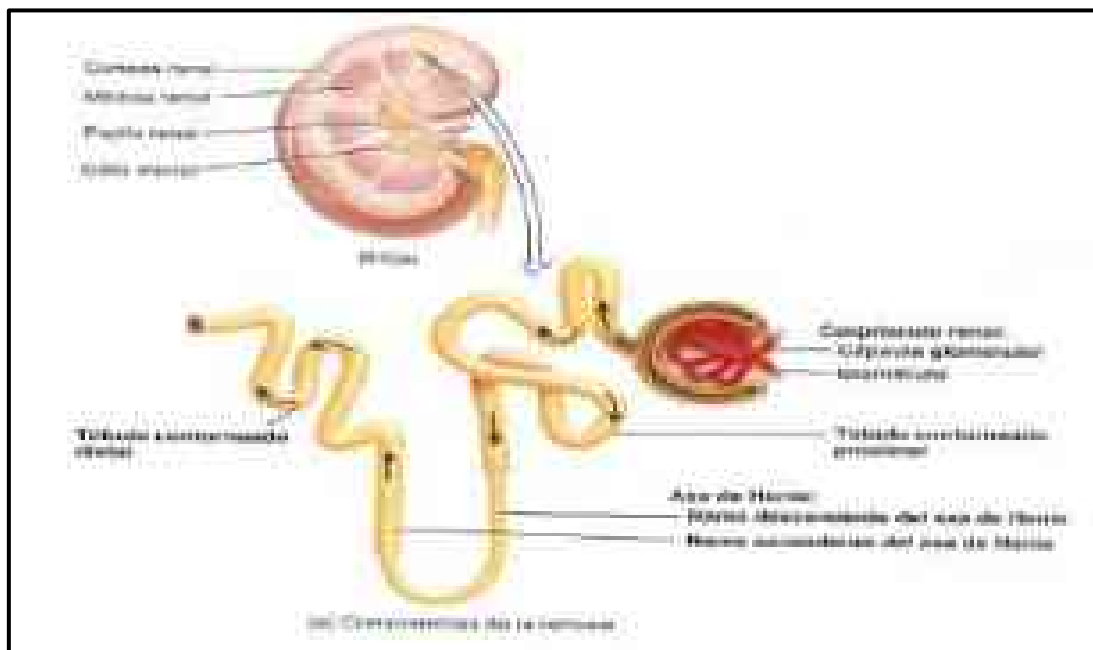
3.4.5. La Nefrona

La nefrona es la unidad estructural y funcional básica del riñón, fundamental para mantener la homeostasis mediante la purificación de la sangre y la formación de orina. Cada riñón contiene aproximadamente un millón de nefronas, cada una compuesta por un corpúsculo renal (formado por el glomérulo y la cápsula de Bowman) y un sistema de túbulos que incluye el túbulo proximal, el asa de Henle y el túbulo distal. De acuerdo con literatura científica reciente, estas estructuras filtran el plasma, permitiendo que solutos esenciales sean reabsorbidos hacia el torrente sanguíneo mientras se excretan toxinas metabólicas.

Desde una perspectiva fisiológica, la nefrona opera mediante tres procesos clave: la filtración glomerular, la reabsorción tubular y la secreción tubular. Además de la excreción de desechos, las nefronas desempeñan funciones endocrinas y regulatorias críticas, como el control de la presión arterial a través del sistema renina-angiotensina-aldosterona y la producción de eritropoyetina para la formación de glóbulos rojos. Investigaciones actuales también destacan su papel en el metabolismo de la vitamina D y la gluconeogénesis, subrayando que cualquier alteración en su funcionamiento puede derivar en patologías crónicas como la insuficiencia renal (Stepanova & Tamazenko, 2025).

Figura 70

Anatomía de las nefronas



Nota. Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (16.ª ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

Tabla 30

Procesos de formación de la orina

Aspecto	Descripción
La nefrona	Unidad funcional y estructural del riñón (más de 1 millón por riñón).
Partes principales	<ul style="list-style-type: none"> - Glomérulo: red de capilares donde inicia la filtración. - Cápsula de Bowman: envuelve al glomérulo y recibe el filtrado. - Túbulo renal: modifica el filtrado hasta formar orina.
Regiones del túbulo	<ul style="list-style-type: none"> - Túbulo contorneado proximal: reabsorbe la mayor parte de agua, glucosa y sales. - Asa de Henle: concentra o diluye la orina. - Túbulo contorneado distal: ajusta sales y pH. - Conducto colector: recoge la orina final y la lleva a la pelvis renal.
Tipos de nefronas	<ul style="list-style-type: none"> - Corticales: ubicadas en la corteza (las más numerosas). - Yuxtamedulares: cercanas a la médula, con asas largas para concentrar la orina.
Circulación sanguínea	<ul style="list-style-type: none"> - Arteriola aferente: lleva sangre al glomérulo. - Glomérulo: filtra bajo alta presión. - Arteriola eferente: saca la sangre. - Capilares peritubulares: rodean al túbulo y permiten reabsorción y secreción.

Procesos clave	<ol style="list-style-type: none"> 1. Filtración: paso de agua y solutos al interior de la cápsula de Bowman. 2. Reabsorción: devolución de sustancias útiles a la sangre (hasta 99%). 3. Secreción: eliminación de desechos adicionales al túbulo. 4. Excreción: salida de la orina hacia uréteres, vejiga y uretra.
Función global	Mantener el equilibrio del cuerpo regulando agua, electrolitos, pH y eliminando desechos mediante la orina.

Nota. La nefrona es la unidad funcional renal que filtra sangre, reabsorbe sustancias útiles y elimina desechos, manteniendo equilibrio hídrico, electrolitos, pH y producción de orina, necesarios para la vida humana.

3.4.6. Formación De La Orina

La formación de la orina es un proceso fisiológico complejo que ocurre en la nefrona a través de tres etapas secuenciales: la filtración glomerular, la reabsorción tubular y la secreción tubular. Inicialmente, la sangre se filtra en el corpúsculo renal, donde la presión hidrostática fuerza el paso de agua y solutos pequeños hacia la cápsula de Bowman, generando un ultrafiltrado libre de proteínas y células sanguíneas. A medida que este fluido recorre el sistema de túbulos, se recuperan por reabsorción hasta el 99% del agua y nutrientes esenciales (como glucosa y aminoácidos) para devolverlos al torrente sanguíneo, mientras que sustancias de desecho y excesos de iones son activamente secretados desde los capilares hacia el túbulo. Este mecanismo permite que el riñón excrete eficientemente toxinas metabólicas como la urea y el ácido úrico, ajustando simultáneamente el equilibrio hidroelectrolítico y el pH del organismo (Dasinger et al., 2025).

1. Filtración glomerular

- Proceso pasivo y no selectivo.
- El glomérulo actúa como un filtro que permite el paso del plasma sanguíneo (sin proteínas ni células) hacia la cápsula de Bowman.
- El líquido filtrado se llama filtrado glomerular.
- Requiere presión arterial adecuada; si baja demasiado, la filtración se detiene.
- Presencia de proteínas o células en la orina indica daño en los filtros glomerulares.

2. Reabsorción tubular

- Recupera sustancias útiles del filtrado y las devuelve a la sangre a través de los capilares peritubulares.

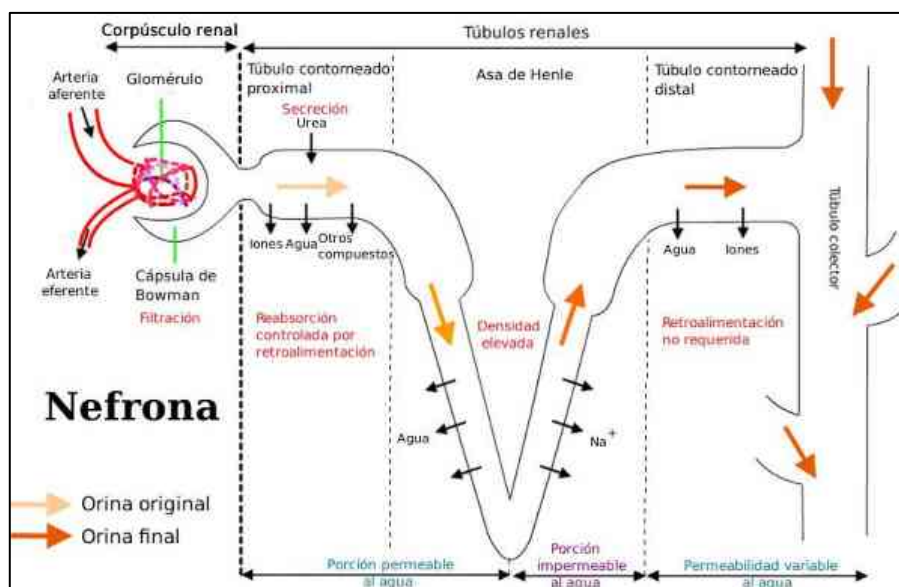
- Comienza en el túbulo contorneado proximal.
- Tipos:
 - ✓ Pasiva (ej. agua por ósmosis).
 - ✓ Activa (glucosa, aminoácidos, iones).
- Sustancias siempre reabsorbidas: agua, glucosa, aminoácidos, electrolitos (según necesidades).
- Sustancias poco reabsorbidas: desechos nitrogenados (urea, ácido úrico, creatinina).
- Ocurre también en el túbulo distal y conductos colectores, regulando el pH y electrolitos.

3. Secreción tubular

- Proceso opuesto a la reabsorción.
- Sustancias pasan de la sangre y células tubulares al filtrado.
- Se eliminan: iones de hidrógeno, potasio, creatinina, fármacos y toxinas.
- Importante para:
 - Excreción de sustancias no filtradas.
 - Regulación del pH sanguíneo.

Figura 71

Proceso de formación de la orina



Nota. Blanco, C. 2021. Proceso de formación de la orina. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=gEEZze0K4nM>

3.4.7. Regulación Del Equilibrio Hídrico Y Electrolítico

La regulación del equilibrio hídrico y electrolítico por el riñón es un proceso homeostático crítico mediado por la modulación de la tasa de filtración glomerular y la permeabilidad de los túbulos renales. El control del agua corporal depende principalmente de la hormona antidiurética (ADH) o vasopresina, la cual inserta canales de acuaporinas en el túbulo colector para concentrar la orina ante estados de deshidratación. Simultáneamente, el equilibrio de electrolitos como el sodio y el potasio es regulado por el sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA); la aldosterona promueve la reabsorción activa de sodio en el túbulo distal, arrastrando agua por ósmosis y manteniendo así el volumen extracelular y la presión arterial. Investigaciones de 2025 enfatizan que este control se complementa con los péptidos natriuréticos, que actúan de forma antagónica para promover la excreción de sodio cuando se detecta una sobrecarga de volumen (Dasinger et al., 2025).

Equilibrio hídrico

- ✓ La ADH (hormona antidiurética) controla la cantidad de agua que se reabsorbe en los túbulos colectores.
 - Alta ADH → más reabsorción de agua → orina concentrada.
 - Baja ADH → menos reabsorción → orina diluida.
- ✓ Esto permite que el cuerpo mantenga un volumen de sangre adecuado y prevenga la deshidratación o sobrehidratación.

Equilibrio electrolítico

- Los riñones regulan la concentración de sodio (Na^+), potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}) y otros iones.
- La aldosterona, hormona producida por la glándula suprarrenal, promueve la reabsorción de sodio y agua, y la excreción de potasio.
- Esto es clave para mantener la presión arterial, la función muscular y la conducción nerviosa.

3.4.8. Eliminación De Desechos

La eliminación de desechos por el riñón es un mecanismo de depuración plasmática que garantiza la excreción de subproductos metabólicos potencialmente tóxicos, tales como la urea (procedente del catabolismo proteico), la creatinina (del metabolismo

muscular) y el ácido úrico (de los ácidos nucleicos). Este proceso inicia con la ultrafiltración en el glomérulo, donde la barrera de filtración selecciona moléculas por tamaño y carga, permitiendo el paso de desechos mientras retiene proteínas esenciales. La eficiencia en la eliminación de estos "solutos de retención urémica" no depende solo de la filtración, sino también de una secreción tubular activa y selectiva en el túbulo proximal, la cual es crucial para la depuración de fármacos y toxinas ambientales.

Proceso de eliminación:

- La sangre llega al glomérulo, donde se filtran los desechos junto con agua y solutos.
- Durante el paso por los túbulos renales, el cuerpo reabsorbe lo útil (agua, glucosa, aminoácidos, electrolitos) y deja los desechos en la orina.
- La orina resultante se transporta por los uréteres hasta la vejiga y se elimina por la uretra.

NOTAS IMPORTANTES

La farmacología renal es clave porque los riñones filtran, reabsorben y eliminan medicamentos, determinando su eficacia y seguridad. Alteraciones en su función pueden cambiar la dosis necesaria y aumentar el riesgo de toxicidad. Algunos fármacos dependen de la orina para eliminarse y pueden incluso cambiar su color u olor, por lo que entender esta interacción es vital para un tratamiento seguro.

3.5. Aparato reproductor masculino y femenino

Los seres humanos producen descendencia por el proceso de reproducción sexual en el cual espermatozoides haploides generados por los testículos en el hombre fertilizan los ovocitos secundarios haploides creados por los ovarios en la mujer. Como consecuencia de la fertilización, la célula diploide resultante se denomina cigoto y contiene una serie de cromosomas de cada progenitor. Los varones y las mujeres tienen órganos reproductores anatómicamente distintivos diseñados para producir, alimentar y transportar células haploides, facilitar la fertilización y, en la mujeres, mantener el crecimiento del embrión y el feto (Tortora & Dettickson, 2018).

3.5.1. Aparato Reproductor Masculino

El aparato reproductor masculino es un conjunto complejo de órganos internos y externos, glándulas y conductos diseñados primordialmente para la procreación y la regulación hormonal. Su función biológica principal integra tanto una vertiente exocrina, mediante la producción, almacenamiento y transporte de espermatozoides (gametos masculinos), como una endocrina, a través de la síntesis de andrógenos, principalmente la testosterona. Este sistema no solo garantiza la entrega de células reproductivas al tracto femenino para la fecundación, sino que también es fundamental para el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y el mantenimiento de la libido, operando en estrecha coordinación con el sistema endocrino y compartiendo estructuras con el sistema urinario, como la uretra (Fountain & Lappin, 2023).

3.5.1.1. Anatomía del aparato reproductor masculino

Los órganos del aparato reproductor masculino son los testículos, un sistema de conductos (epidídimo, conducto deferente, conducto eyaculador y uretra), las glándulas sexuales accesorias (vesículas seminales, incluidos próstata y glándulas bulbouretrales) y varias estructuras de soporte, el escroto y el pene. Los testículos (gónadas masculinas) producen espermatozoides y secretan hormonas. El sistema de conductos transporta y almacena los espermatozoides, asiste en su maduración y los traslada al exterior. El semen contiene espermatozoides y secreciones de las glándulas sexuales accesorias. Las estructuras de sostén tienen diversas funciones. El pene eyacula espermatozoides dentro del aparato reproductor femenino y el escroto sostiene los testículos.

- **Vesículas seminales:** glándulas que secretan un líquido viscoso rico en fructosa y prostaglandinas, que nutre a los espermatozoides y facilita su movilidad.
- **Próstata:** glándula que rodea la uretra prostática y produce un líquido lechoso que contribuye al volumen del semen y aumenta la viabilidad espermática.
- **Glándulas bulbouretrales (de Cowper):** segregan un líquido mucoso que lubrica la uretra y neutraliza la acidez antes de la eyaculación.

Figura 73

Órganos reproductores masculinos



Nota. Marieb EN. Anatomía y fisiología humana. 9.^a ed. Madrid: Pearson Educación; 2008. 655 p. ISBN: 9788478290949.

3.5.1.2. Funciones del aparato reproductor masculino

Proceso de espermatogénesis

La espermatogénesis es el proceso de formación de espermatozoides que inicia en la pubertad bajo la acción de la hormona FSH y continúa durante toda la vida en los túbulos seminíferos de los testículos.

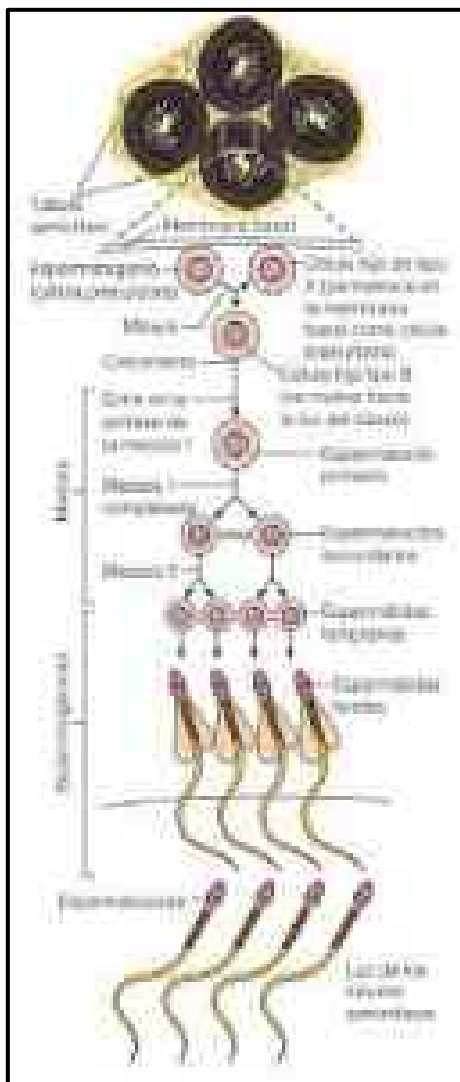
Las células madre llamadas espermatogonias se dividen por mitosis, produciendo células hijas tipo A (que mantienen la reserva) y tipo B (que se diferencian en espermatocitos primarios). Los espermatocitos primarios ($2n$) entran en meiosis I formando dos espermatocitos secundarios (n), los cuales tras la meiosis II originan cuatro espermátidas haploides. Estas espermátidas no son móviles ni funcionales, por lo que pasan por la espermiogénesis, etapa en la que eliminan el exceso de citoplasma y adquieren forma especializada con cabeza (DNA y acrosoma), pieza intermedia (mitocondrias) y cola (flagelo). Como resultado, cada espermatocito primario genera

cuatro espermatozoides maduros, células haploides capaces de fecundar al ovocito y restablecer el número diploide de cromosomas en el cigoto (Marieb EN, 2008).

Proceso de la espermatogénesis

Figura 74

Proceso de la espermatogénesis



1. Espermatogonias (2n, células madre): periferia de los túbulos seminíferos.
 - Se dividen por mitosis: producen dos tipos de células:
 - Tipo A: Se mantiene como reserva (autorrenovación).
 - Tipo B: Avanza en el proceso → se convierte en espermatocito primario.
2. Espermatocito primario (2n)
 - Ingresa en meiosis I.
 - Se divide en dos espermatocitos secundarios (n).
3. Espermatocito secundario (n)
 - Entra en meiosis II.
 - Cada uno produce dos espermátidas (n).
 - Total: 1 espermatocito primario → 4 espermátidas.
4. Espermátidas (n)
 - Células haploides, redondeadas, inmóviles y con exceso de citoplasma.
 - No son aún funcionales.
5. Espermiogénesis
 - Transformación de espermátidas en espermatozoides maduros:
 - Eliminación de citoplasma.
 - Compactación del núcleo (DNA).
 - Formación de estructuras:
 - Cabeza: núcleo + acrosoma (enzimas para penetrar el óvulo).
 - Pieza intermedia: mitocondrias (energía).
 - Cola (flagelo): movilidad.
6. Resultado:
 - Cada espermatocito primario genera 4 espermatozoides maduros.
 - El espermatozoide está especializado en:
 - Transportar DNA (23 cromosomas, número haploide n).
 - Fertilizar el ovocito → restaurando los 46 cromosomas (2n) en el cigoto.

Nota. Marieb EN. Anatomía y fisiología humana. 9.^a ed. Madrid: Pearson Educación; 2008. 655 p. ISBN: 9788478290949.

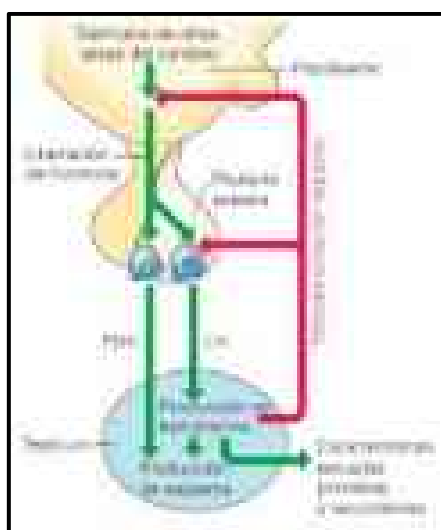
3.5.1.3. Hormonas relacionadas

La regulación del sistema reproductor masculino depende de un eje hormonal altamente coordinado denominado eje hipotálamo-hipófisis-testicular. Este proceso inicia en el hipotálamo con la liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas

(GnRH), la cual estimula a la hipófisis anterior para secretar la hormona luteinizante (LH) y la hormona foliculoestimulante (FSH). La LH actúa directamente sobre las células de Leydig en los testículos para producir testosterona, el andrógeno principal responsable de la espermatogénesis y los caracteres sexuales masculinos, mientras que la FSH actúa sobre las células de Sertoli para nutrir y promover el desarrollo de los espermatozoides. De acuerdo con estudios de 2025, el equilibrio de este sistema se mantiene mediante mecanismos de retroalimentación negativa, donde niveles elevados de testosterona e inhibina inhiben la secreción de GnRH y FSH para prevenir una sobreproducción hormonal (Alhen & Marre, 2024).

Figura 75

Control hormonal de los testículos



Nota. El proceso reproductivo masculino está regulado por el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas.

- **Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH):** secretada por el hipotálamo, estimula la adenohipófisis para liberar LH y FSH.
- **Hormona luteinizante (LH):** estimula a las células de Leydig en los testículos para producir testosterona.
- **Hormona foliculoestimulante (FSH):** actúa sobre las células de Sertoli en los túbulos seminíferos, favoreciendo la espermatogénesis y la secreción de proteínas fijadoras de andrógenos.
- **Testosterona:** hormona principal que regula el desarrollo de caracteres sexuales secundarios, mantiene la libido, estimula la espermatogénesis y participa en la función eréctil.

- **Inhibina:** producida por las células de Sertoli, regula de forma negativa la secreción de FSH para mantener el equilibrio en la producción espermática.

3.5.2. Anatomía Del Aparato Reproductor Femenino

El papel reproductor de la mujer es mucho más complejo que el del hombre. No sólo tiene que producir los gametos femeninos (óvulos), sino que su cuerpo también ha de alimentar y proteger un feto en desarrollo durante nueve meses de gestación. Los ovarios son los órganos reproductores femeninos primarios. Al igual que los testículos, los ovarios fabrican tanto un producto exocrino (óvulos) como productos endocrinos (estrógenos y progesterona). Los demás órganos del sistema reproductor femenino sirven como estructuras accesorias para el transporte, la alimentación o cualquier otro propósito que satisfaga las necesidades de las células reproductoras y/o del feto en desarrollo (Marieb EN, 2008).

3.5.2.1. Anatomía del aparato reproductor femenino

Órganos internos

- **Ovarios:** glándulas pares situadas en la cavidad pélvica, responsables de la producción de ovocitos y la secreción de hormonas sexuales (estrógenos, progesterona e inhibina).
- **Trompas de Falopio (oviductos):** conductos que comunican los ovarios con el útero. Son el lugar donde ocurre la fecundación y el transporte del cigoto hacia el útero.
- **Útero:** órgano muscular hueco que recibe el embrión, permite su implantación y sostiene el desarrollo fetal durante la gestación. Su revestimiento interno, el endometrio, sufre cambios cíclicos regulados por hormonas.
- **Vagina:** conducto fibromuscular que comunica el útero con el exterior. Funciona como vía de cópula, canal de parto y salida del flujo menstrual.

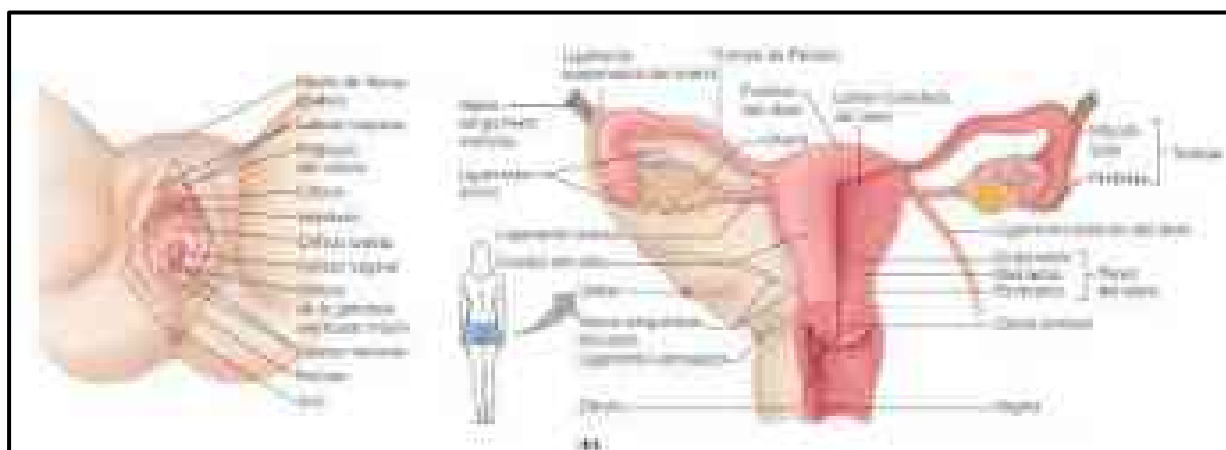
Órganos externos (vulva)

- **Monte de Venus:** tejido adiposo cubierto de vello púbico que protege la sínfisis púbica.
- **Labios mayores y menores:** pliegues cutáneos que protegen la entrada vaginal y la uretra.

- **Clítoris:** estructura eréctil altamente inervada, homóloga al pene masculino, fundamental en la función sexual femenina.
- **Vestíbulo vaginal:** espacio donde desembocan la uretra, la vagina y las glándulas vestibulares (de Bartholin), que secretan moco lubricante.

Figura 76

Anatomía externa e interna del aparato femenino



Nota. Marieb EN. Anatomía y fisiología humana. 9.ª ed. Madrid: Pearson Educación; 2008. 655 p. ISBN: 9788478290949.

3.5.2.2. Funciones del aparato reproductor femenino

Producción y liberación de ovocitos maduros (ovulación).

La ovulación es el evento central del ciclo menstrual, un proceso biológicamente coordinado donde un ovario libera un óvulo maduro listo para ser fecundado. Este fenómeno puede explicarse de forma didáctica en tres fases clave:

1. **La Fase de Preparación (Folicular):** Bajo la influencia de la Hormona Folículo-Estimulante (FSH), varios folículos en el ovario comienzan a crecer, pero generalmente solo uno, el folículo dominante, alcanza la madurez total. Este folículo actúa como una pequeña fábrica de estrógenos, enviando una señal al cerebro de que el óvulo está casi listo.
2. **El Evento de Disparo (Pico de LH):** Cuando los niveles de estrógeno alcanzan un punto máximo, el cuerpo genera un aumento súbito y masivo de la Hormona Luteinizante (LH). Este "pico de LH" es el detonante mecánico que debilita la pared del folículo, provocando que este se rompa y expulse el óvulo hacia las trompas de Falopio en un lapso de 24 a 36 horas.

3. **El Destino Post-Ovulatorio:** Una vez liberado, el óvulo tiene una ventana de supervivencia de aproximadamente 12 a 24 horas para encontrarse con un espermatozoide. Mientras tanto, el resto del folículo vacío se transforma en el cuerpo lúteo, una estructura que secreta progesterona para preparar el útero en caso de que ocurra un embarazo.

Funciones adicionales:

- Secreción de hormonas sexuales (estrógenos y progesterona).
- Transporte de gametos y fecundación (en las trompas).
- Alojamiento del embrión/feto en el útero.
- Expulsión del feto durante el parto (función contráctil uterina).
- Producción de secreciones vaginales y glandulares que facilitan la cópula y protegen frente a infecciones.

3.5.2.3. Ciclo menstrual

El ciclo menstrual es un proceso fisiológico rítmico y coordinado por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario, cuyo objetivo principal es preparar el cuerpo de la mujer para un posible embarazo cada mes. El ciclo tiene una duración promedio de 28 días (aunque rangos de 21 a 35 días se consideran normales) y se divide en dos fases principales separadas por la ovulación: la fase folicular, dominada por los estrógenos y el crecimiento de los folículos ováricos, y la fase lútea, caracterizada por el predominio de la progesterona que prepara el endometrio para la implantación de un embrión. Si no ocurre la fecundación, los niveles hormonales caen, provocando el desprendimiento del revestimiento uterino en forma de menstruación, reiniciando así el ciclo (Reed & Carr, 2023).

Tabla 31

Fases de la menstruación

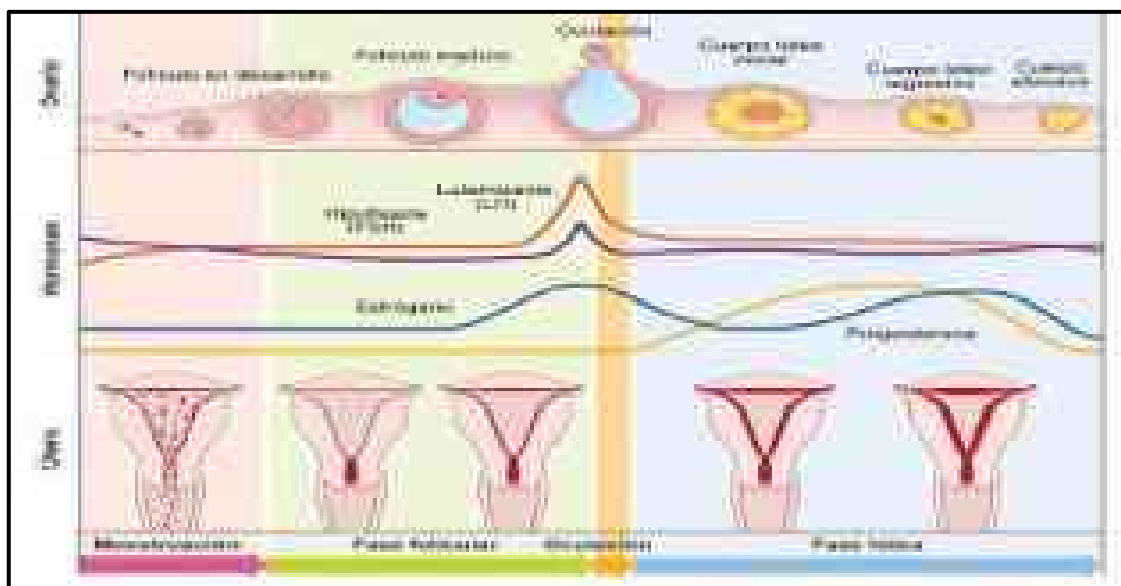
Fase	Duración aprox.	Hormonas principales	Cambios en el ovario	Cambios en el útero (endometrio)
Fase menstrual	Días 1 – 5	↓ Estrógenos y ↓ Progesterona (por degeneración del cuerpo lúteo)	Degeneración de folículos que no fueron seleccionados	Desprendimiento de la capa funcional del endometrio → menstruación

Fase preovulatoria o folicular (proliferativa)	Días 6 – 13	↑ FSH estimula maduración folicular; Folículos producen estrógenos	Crecimiento de folículos, uno se convierte en dominante (de Graaf)	Regeneración y engrosamiento del endometrio (de estimulado por estrógenos)
Ovulación	Día 14 (aprox.)	Pico de LH (y leve ↑ FSH)	El folículo maduro rompe → libera ovocito secundario	Endometrio proliferado, preparado para la fase secretora
Fase postovulatoria o lútea (secretora)	Días 15 – 28	Progesterona y estrógenos del cuerpo lúteo	Formación del cuerpo lúteo; si no hay fecundación, degenera en cuerpo albicans	Endometrio se engruesa, aumenta secreción glandular y vascularización; si no hay implantación → necrosis → menstruación

Nota. El ciclo menstrual coordina hormonas, ovario y útero para permitir la ovulación y preparar el endometrio para una posible implantación; su alteración afecta la fertilidad y la salud reproductiva.

Figura 77

Fases del ciclo menstrual



Nota. Holesh, P. N., Bass, A. N., & Lord, M. (2025). *Physiology, ovulation*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>

3.5.2.4. Hormonas relacionadas

El ciclo menstrual y la función reproductiva femenina están regulados por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario:

- **GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas):** secretada por el hipotálamo, estimula la hipófisis para liberar FSH y LH.
- **FSH (hormona foliculoestimulante):** estimula la maduración de los folículos ováricos.
- **LH (hormona luteinizante):** provoca la ovulación y la formación del cuerpo lúteo.
- **Estrógenos:** producidos por los folículos y el cuerpo lúteo, promueven el crecimiento del endometrio y desarrollan características sexuales secundarias.
- **Progesterona:** secretada principalmente por el cuerpo lúteo, mantiene el endometrio en fase secretora y favorece la implantación.
- **Inhibina:** producida por los ovarios, regula de forma negativa la liberación de FSH.
- **Relaxina:** secretada por el cuerpo lúteo y la placenta, relaja el útero y facilita los cambios cervicales en el embarazo.
- **Prolactina y oxitocina (hipófisis):** relacionadas con la lactancia y el reflejo de eyección de leche.

3.6. Sistema nervioso

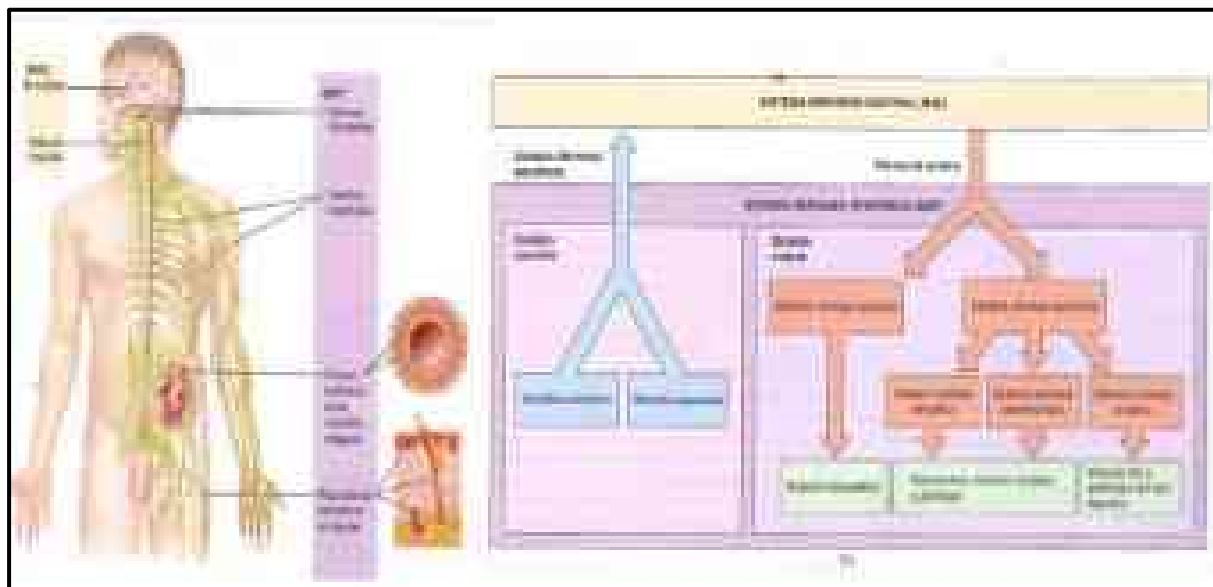
El sistema nervioso es un conjunto especializado de órganos, tejidos y células que regula y coordina todas las actividades del organismo, recibiendo estímulos del medio interno y externo, procesando la información y generando respuestas para mantener la homeostasis y permitir funciones cognitivas superiores. A través de su red de neuronas, controla acciones voluntarias e involuntarias, participa en el aprendizaje, la memoria y las emociones, y se organiza en el Sistema Nervioso Central (encéfalo y médula espinal) y el Sistema Nervioso Periférico, asegurando una comunicación rápida y eficiente entre todas las partes del cuerpo. El sistema nervioso también es responsable de nuestras percepciones, conductas y recuerdos, e inicia todos los movimientos voluntarios (Bazira, 2024).

3.6.1. Organización Del Sistema Nervioso

Con un peso de solo 2 kg, alrededor del 3% del peso corporal total, el sistema nervioso es uno de los más pequeños y, sin embargo, más complejos de los once sistemas y aparatos del cuerpo. Esta red intrincada de miles de millones de neuronas, que aún revela mayor complejidad en la neuroglía, está organizada en dos subdivisiones principales: el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico (Tortora & Dettickson, 2018).

Figura 78

Subsistemas principales del sistema nervioso



Nota. Los dos subsistemas principales del sistema nervioso son: 1) el sistema nervioso central (SNC), constituido por el encéfalo y la médula espinal y 2) el sistema nervioso periférico (SNP), formado por todo el tejido nervioso que se halla por fuera del SNC.

El sistema nervioso se organiza en dos divisiones principales que trabajan de manera integrada para procesar información y generar respuestas:

1. **Sistema Nervioso Central (SNC):** Es el centro de procesamiento y control del cuerpo. Está compuesto por el encéfalo (cerebro, cerebelo y tronco encefálico) y la médula espinal. Estas estructuras están protegidas por el cráneo, la columna vertebral y las meninges, y son responsables de funciones complejas como el pensamiento, la memoria y la coordinación de reflejos.
2. **Sistema Nervioso Periférico (SNP):** Comprende todos los tejidos nerviosos situados fuera del SNC. Está formado por nervios craneales y espinales, así como por ganglios. Su función es conectar el SNC con los órganos, extremidades y la piel. Se subdivide funcionalmente en el sistema somático (control voluntario) y el sistema autónomo (control involuntario, que incluye las divisiones simpática y parasimpática).

A nivel celular, el sistema se compone de neuronas, encargadas de la transmisión de impulsos eléctricos, y células gliales (como astrocitos y microglía), que proporcionan soporte, nutrición y protección (Waxman, 2021).

Tabla 32

Componentes del sistema nervioso

Componente	Estructura	Funciones principales	Divisiones
Sistema Nervioso Central (SNC)	Encéfalo y médula espinal	- Procesa información sensitiva aferente - Fuente de pensamientos, emociones y recuerdos - Genera impulsos que estimulan músculos y glándulas	-Encéfalo: 85 mil millones de neuronas -Médula espinal: 100 millones de neuronas
Sistema Nervioso Periférico (SNP)	Todo el tejido nervioso fuera del SNC: nervios, ganglios, plexos entéricos, receptores sensitivos	Conecta el SNC con todo el cuerpo; transmite señales sensoriales y motoras	12 pares de nervios craneales, 31 pares de nervios espinales
División sensitiva (aferente)	Nervios que conducen información al SNC	Recoge información de receptores somáticos y especiales	-Sentidos somáticos: tacto, dolor, temperatura, presión, propiocepción -Sentidos especiales: olfato, gusto, visión, audición, equilibrio
División motora (eferente)	Nervios que conducen señales desde el SNC	Controla efectores (músculos y glándulas)	-Somático (SNS): músculos esqueléticos, voluntario -Autónomo (SNA): <ul style="list-style-type: none"> • músculo liso, cardíaco, glándulas, involuntario • Simpático: “lucha o huida” • Parasimpático: “reposo y digestión” • Entérico: regulación digestiva local

Nota. El sistema nervioso integra información sensorial y motora, coordina funciones voluntarias e involuntarias y mantiene la homeostasis, siendo esencial para la supervivencia, adaptación al entorno y control del organismo.

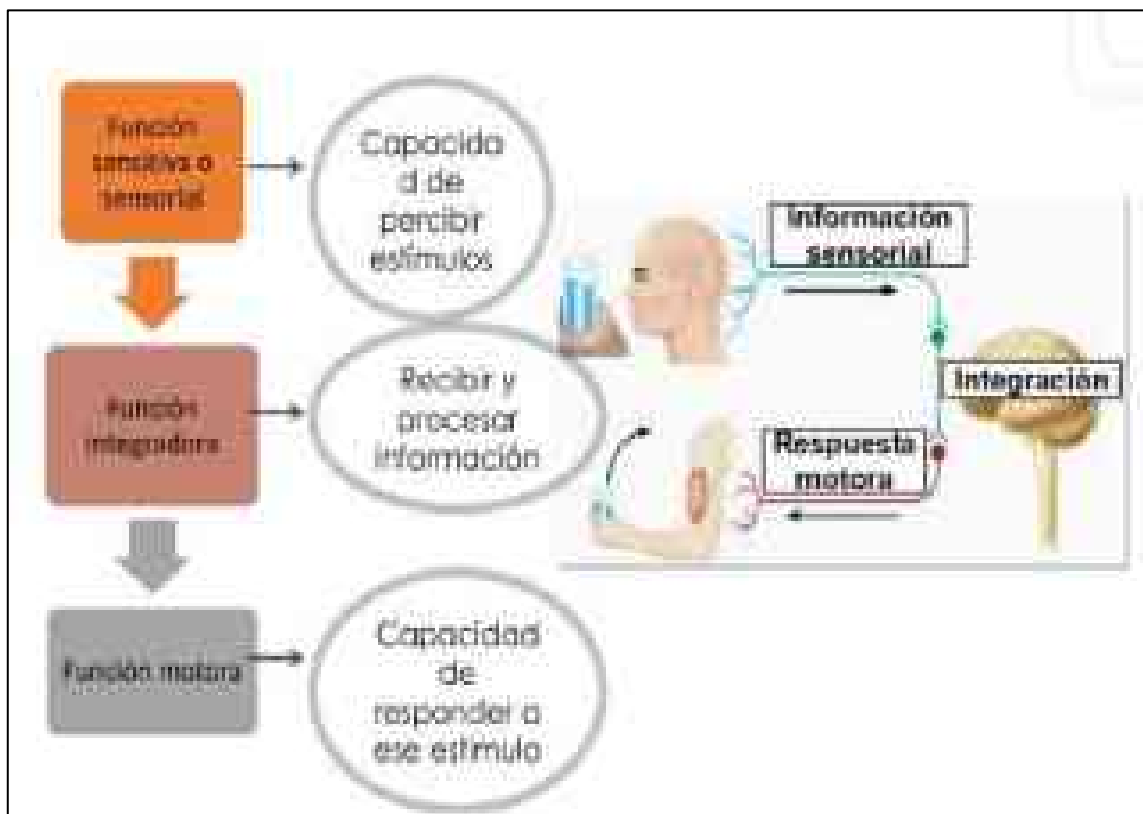
3.6.2. Funciones Del Sistema Nervioso

El sistema nervioso lleva a cabo una serie compleja de tareas. Permite percibir diferentes olores, hablar y recordar hechos pasados; también proporciona señales para controlar los movimientos del cuerpo y regula el funcionamiento de los órganos internos.

- **Función sensitiva:** Los receptores sensitivos detectan los estímulos internos, como el aumento de la tensión arterial, y los externos, como el estímulo que produce una gota de lluvia cuando cae sobre el brazo. Esta información sensitiva es transportada luego hacia el encéfalo y la médula espinal a través de los nervios craneales y espinales.
- **Función integradora:** El sistema nervioso procesa la información sensitiva analizando y tomando decisiones para efectuar las respuestas adecuadas, actividad conocida como integración.
- **Función motora:** Una vez que la información sensorial ha sido integrada, el sistema nervioso puede generar una respuesta motora adecuada mediante la activación de efectores (músculos y glándulas) a través de los nervios craneales y espinales. La estimulación de los efectores produce la contracción de un músculo o estimula una glándula para aumentar su secreción.

Figura 79

Ejemplo de funciones del sistema nerviosa



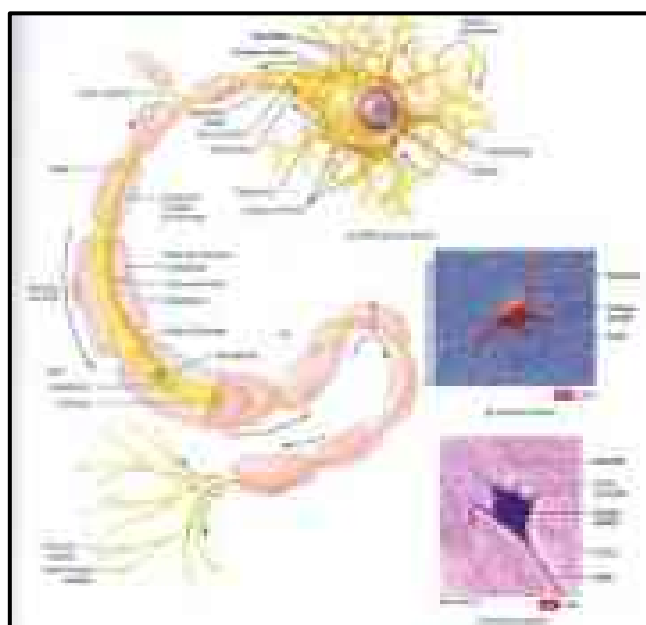
Nota. National Institute of Neurological Disorders and Stroke. (2025). *El sistema nervioso: unidad de control*. National Institutes of Health. <https://www.ninds.nih.gov>

Las tres funciones básicas del sistema nervioso se ponen en evidencia, por ejemplo, cuando usted responde su teléfono celular después de escuchar que suena. El sonido del teléfono estimula los receptores sensitivos de sus oídos (función sensitiva). Esta información auditiva es transmitida posteriormente a su encéfalo, donde es procesada y se toma la decisión de responder (función integradora). Entonces, el encéfalo estimula la contracción de músculos específicos que permiten tomar el teléfono y presionar el botón apropiado para responder (función motora)(Marieb EN, 2008).

3.6.3. Las Neuronas

Figura 80

Estructura de una neurona multipolar



Nota. Una neurona multipolar tiene un gran cuerpo celular, varias dendritas cortas y un solo axón largo. Las flechas indican la dirección del flujo de información: dendritas → cuerpo celular → axón → terminales

La neurona constituye la unidad fundamental del cerebro y del sistema nervioso; es una célula altamente especializada en captar, procesar y transmitir información a través de impulsos eléctricos y químicos. Su estructura incluye el soma o cuerpo celular, las dendritas, encargadas de recibir estímulos, y el axón, responsable de enviar las señales. La comunicación entre neuronas se lleva a cabo en las sinapsis, que son los puntos de enlace donde se transmite la información necesaria para regular el movimiento, la percepción, el pensamiento y diversas funciones del organismo.

Las neuronas tienen tres partes principales:

- **Cuerpo celular (soma o pericarion):** contiene el núcleo y orgánulos como mitocondrias, lisosomas y complejo de Golgi. Posee ribosomas y cuerpos de Nissl para la síntesis de proteínas necesarias en el crecimiento y reparación neuronal. El citoesqueleto incluye neurofibrillas y microtúbulos que dan soporte y facilitan el transporte de materiales.
- **Dendritas:** son prolongaciones múltiples y ramificadas que reciben señales de otras células. Su citoplasma contiene cuerpos de Nissl, mitocondrias y orgánulos, y su membrana tiene receptores para mensajeros químicos.
- **Axón:** es una prolongación única y larga que transmite impulsos hacia otras neuronas, músculos o glándulas. Comienza en el cono axónico, con el segmento inicial o zona gatillo donde se originan los impulsos. Contiene mitocondrias, microtúbulos y neurofibrillas, pero no retículo endoplasmático rugoso, y su citoplasma se llama axoplasma, rodeado por la membrana axolema.

Partes y tipos de neuronas

Las neuronas se clasifican principalmente según su morfología y su función, permitiendo la comunicación precisa dentro del sistema nervioso.

1. Clasificación Funcional (Dirección del impulso)

- **Neuronas Sensoriales (Aferentes):** Transmiten información desde los receptores sensoriales (piel, ojos, oídos) hacia el sistema nervioso central (SNC).
- **Neuronas Motoras (Eferentes):** Transportan órdenes desde el SNC hacia los músculos y glándulas para generar una respuesta o movimiento.
- **Interneuronas (Neuronas de asociación):** Se encuentran exclusivamente dentro del SNC y actúan como puentes conectando las neuronas sensoriales con las motoras; son las más abundantes del sistema.

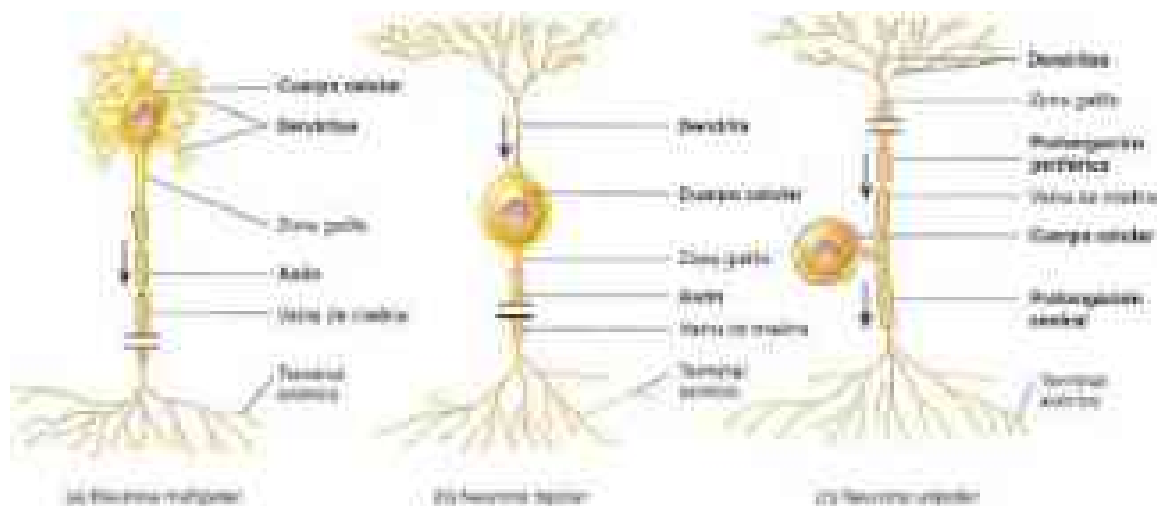
2. Clasificación Estructural (Número de prolongaciones)

- **Unipolares / Pseudounipolares:** Tienen una sola prolongación que se divide en dos ramas. Son características de los ganglios espinales.

- **Bipolares:** Poseen dos prolongaciones (un axón y una dendrita). Se localizan en órganos sensoriales específicos como la retina y el epitelio olfativo.
- **Multipolares:** Presentan un solo axón y múltiples dendritas. Es el tipo más común en el cerebro y la médula espinal.

Tabla 33

Tipos y funciones de la neurona



Neuronas multipolares	Neuronas bipolares	Neuronas unipolares (Seudounipolares)
<ul style="list-style-type: none"> • Poseen varias dendritas y un axón único. • Se encuentran principalmente en el encéfalo, la médula espinal y en todas las neuronas motoras. • Función: integración de información y control de movimientos voluntarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tienen una dendrita principal y un axón. • Se localizan en la retina del ojo, el oído interno y el área olfatoria del encéfalo. • Función: transmisión sensorial especializada (vista, oído y olfato). 	<ul style="list-style-type: none"> • Dendritas y axón fusionados en una sola prolongación continua. • Sus cuerpos celulares se encuentran en los ganglios de los nervios craneales y espinales. • Función: receptores sensitivos para tacto, presión, dolor y temperatura; los impulsos se propagan hacia los terminales sinápticos.

Nota. Ludwig, P. E., Reddy, V., & Varacallo, M. (2025). Neuroanatomy, central nervous system (CNS). StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>

3.7. Sistema Nervioso Central y periférico

El sistema nervioso se divide en dos componentes fundamentales que operan de manera integrada para coordinar las funciones vitales y la interacción con el

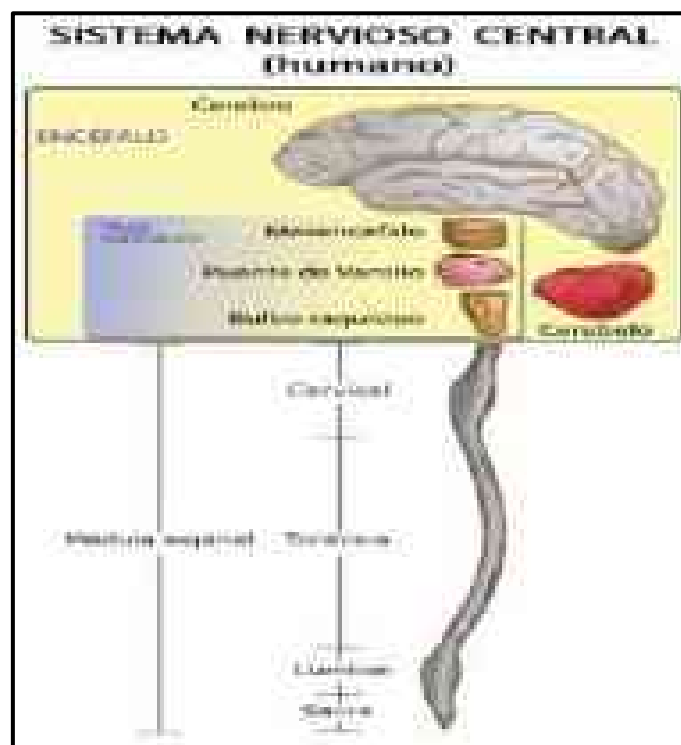
entorno. El Sistema Nervioso Central (SNC), compuesto por el encéfalo y la médula espinal, actúa como el centro de procesamiento superior donde se integra la información sensorial y se generan las respuestas cognitivas y motoras complejas. Por su parte, el Sistema Nervioso Periférico (SNP) consiste en una extensa red de nervios y ganglios que se ramifican por todo el cuerpo, funcionando como una vía de comunicación bidireccional que conecta los órganos y extremidades con el centro de control. Mientras que el SNC está protegido por estructuras óseas, el SNP carece de esta protección física, lo que le permite una distribución flexible para transmitir señales somáticas voluntarias y regular funciones autónomas involuntarias (Waxman, 2021).

3.7.1. Sistema Nervioso Central (SNC)

El SNC está constituido por el cerebro, la médula espinal, el tronco encefálico y el cerebelo. Sus funciones principales son el procesamiento de la información, la coordinación de respuestas, el control de funciones vitales y la generación de pensamientos, emociones y conductas.

Figura 81

Componentes del sistema nervioso central



Nota. Thau, L., Reddy, V., & Singh, P. (2025). Anatomy, central nervous system. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>

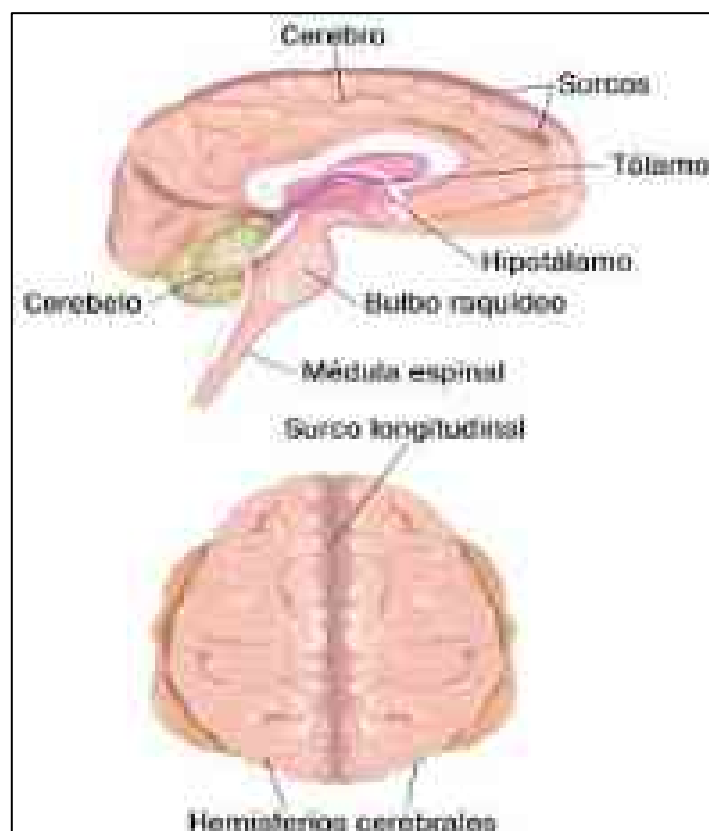
3.7.1.1. Estructura y función del cerebro

El cerebro es el órgano más complejo y metabólicamente activo del cuerpo humano, funcionando como el centro de mando supremo que integra, procesa y dirige todas las funciones biológicas y cognitivas. Estructuralmente, se organiza en una arquitectura jerárquica que comprende la corteza cerebral (materia gris), donde reside el procesamiento superior, y las vías de sustancia blanca, que actúan como supercarreteras de comunicación interneuronal. Este órgano no solo interpreta los estímulos sensoriales del entorno, sino que también genera la conciencia, regula la homeostasis sistémica, controlando desde la temperatura hasta los ciclos circadianos y orquesta la ejecución de movimientos voluntarios e involuntarios.

Está formado por dos hemisferios cerebrales, separados por la fisura longitudinal e interconectados mediante el cuerpo caloso.

Figura 82

Estructura del cerebro



Nota. Thau, L., Reddy, V., & Singh, P. (2025). Anatomy, central nervous system. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>

Lóbulos cerebrales

Los lóbulos cerebrales son las divisiones anatómicas y funcionales de la corteza cerebral, cada una especializada en procesar distintos tipos de información. El cerebro se organiza en cuatro lóbulos principales en cada hemisferio, los cuales trabajan de forma interconectada para generar la experiencia consciente:

Tabla 34

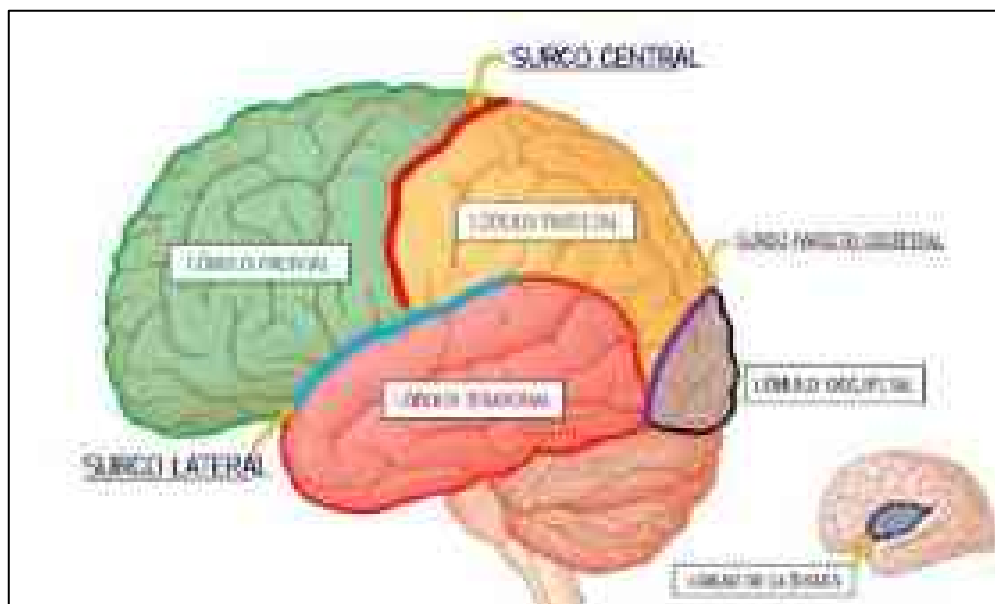
Lóbulos cerebrales

Lóbulo	Ubicación	Funciones Principales	Estructuras/Áreas Clave
Frontal	Parte anterior (frente)	Funciones ejecutivas, toma de decisiones, control motor voluntario y personalidad.	Corteza motora, Área de Broca (lenguaje), Corteza prefrontal.
Parietal	Parte superior y media	Procesamiento de información sensorial, orientación espacial y cálculo.	Corteza somatosensorial (tacto, presión, temperatura).
Temporal	Parte lateral (sienes)	Procesamiento auditivo, memoria a largo plazo y reconocimiento de rostros.	Hipocampo (memoria), Área de Wernicke (comprensión del lenguaje).
Occipital	Parte posterior (nuca)	Interpretación y procesamiento de estímulos visuales (forma, color, movimiento).	Corteza visual primaria.
Ínsula (Interno)*	Profundo al surco lateral	Conciencia emocional, percepción del dolor y funciones homeostáticas.	Sistema límbico (integración emocional).

Nota. Aunque tradicionalmente se estudian cuatro lóbulos externos, la ínsula es considerada por la neurociencia moderna como el quinto lóbulo debido a su importancia funcional.

Figura 83

Ubicación de los lóbulos cerebrales



Nota. Mayo Clinic. (2025). *Brain anatomy: A guide to the different parts of the brain*. <https://www.mayoclinic.org>

3.7.1.2. Médula espinal

La médula espinal es una estructura cilíndrica de tejido nervioso que constituye la extensión caudal del sistema nervioso central. Se extiende desde el foramen magno en la base del cráneo hasta la región lumbar superior (aproximadamente entre las vértebras L1 y L2 en adultos). Su función es dual: actúa como la principal vía de conducción bidireccional entre el cerebro y el resto del cuerpo, y funciona como un centro independiente para la integración de reflejos espinales que no requieren intervención cerebral inmediata.

Estructura de la Médula Espinal

Anatómicamente, la médula presenta una organización inversa a la del cerebro:

- **Sustancia Gris (Interna):** Tiene forma de "H" o mariposa en el centro. Contiene los cuerpos neuronales y es donde se procesan las señales sinápticas. Se divide en astas posteriores (sensoriales) y anteriores (motoras).
- **Sustancia Blanca (Externa):** Rodea a la gris y está compuesta por haces de axones mielinizados organizados en tractos ascendentes (sensoriales) y descendentes (motores).

Tabla 35

Segmentos medulares

Región	Segmentos	Función Principal
Cervical	C1 - C8	Control de cuello, hombros, brazos y diafragma (respiración).
Torácica	T1 - T12	Inervación del tronco y músculos intercostales.
Lumbar	L1 - L5	Control de las caderas y partes anteriores de las piernas.
Sacra	S1 - S5	Control de pies, esfínteres y funciones sexuales.

Nota. La médula espinal se organiza en regiones funcionales que controlan movimiento, sensibilidad y funciones vitales del cuerpo; su integridad es esencial para la movilidad, respiración y control de esfínteres.

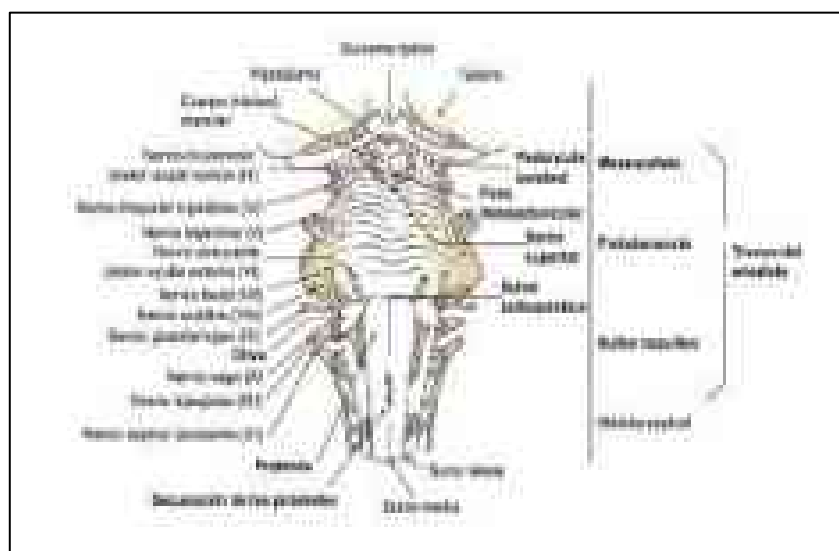
3.7.1.3. Tronco encefálico

El tronco encefálico (o tallo cerebral) es la estructura anatómica que conecta el cerebro con la médula espinal y sirve como el centro de control vital del organismo. Es considerado el área más crítica para la supervivencia, ya que regula las funciones autonómicas involuntarias necesarias para la vida.

Estructura del Tronco Encefálico

Figura 85

Anatomía del tronco encefálico



Nota. Waxman, S. (2021). *Neuroanatomía clínica* (29.ª ed). McGraw-Hill.

Se divide en tres regiones principales dispuestas verticalmente:

- **Mesencéfalo (Cerebro medio):** Es la parte superior; procesa información visual y auditiva, y contiene centros que controlan los movimientos oculares.
- **Puente de Varolio (Protuberancia):** Actúa como una estación de relevo entre el cerebro y el cerebelo. Juega un papel fundamental en la regulación del ritmo del sueño y la frecuencia respiratoria.
- **Médula Oblongada (Bulbo raquídeo):** Es la conexión directa con la médula espinal. Contiene los centros vitales que controlan la respiración, el ritmo cardíaco y la presión arterial.

Funciones Principales

- **Control de Funciones Vitales:** Regula de forma automática la respiración y el ciclo cardíaco.
- **Origen de los Nervios Craneales:** Diez de los doce pares de nervios craneales (que controlan los sentidos y músculos de la cara y el cuello) emergen directamente del tronco.
- **Vía de Conducción:** Es el puente por el cual pasan todas las señales sensoriales que van hacia el cerebro y las señales motoras que bajan hacia el cuerpo.
- **Estado de Conciencia:** A través de la formación reticular, regula el estado de alerta y el ciclo de sueño y vigilia.

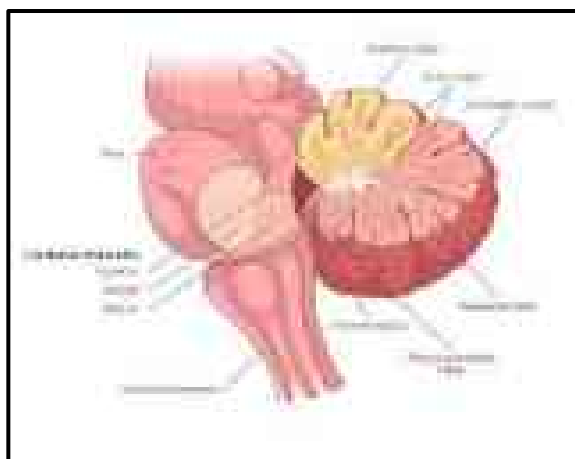
3.7.1.4. Cerebelo

El cerebelo, conocido históricamente como el "pequeño cerebro", es una región del encéfalo situada en la fosa craneal posterior, debajo de los lóbulos occipitales y detrás del tronco encefálico. Aunque representa solo el 10% del volumen cerebral total, contiene más del 50% de todas las neuronas del sistema nervioso, lo que subraya su inmensa capacidad de procesamiento, su papel ha pasado de ser visto solo como un regulador motor a ser reconocido como un nodo crítico en funciones cognitivas y emocionales complejas.

Estructura del Cerebelo

Figura 86

Anatomía del cerebelo



Nota. Jawabri, A. A., & Sharma, S. (2025). *Physiology, cerebral cortex functions*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/>

Anatómicamente, se organiza de forma similar al cerebro, pero con una densidad neuronal mucho mayor:

- **Corteza Cerebelosa:** Capa externa de materia gris que presenta pliegues delgados llamados folias. Contiene las células de Purkinje, neuronas únicas responsables de la eferencia inhibitoria del cerebelo.
- **Sustancia Blanca (Árbol de la Vida):** Ramificaciones internas de axones que conectan la corteza con el resto del encéfalo.
- **Hemisferios y Vermis:** Se divide en dos hemisferios laterales unidos por una estructura central llamada vermis.
- **Pedúnculos Cerebelosos:** Tres pares de haces nerviosos (superior, medio e inferior) que actúan como cables de comunicación con el tronco encefálico.

Funciones Principales

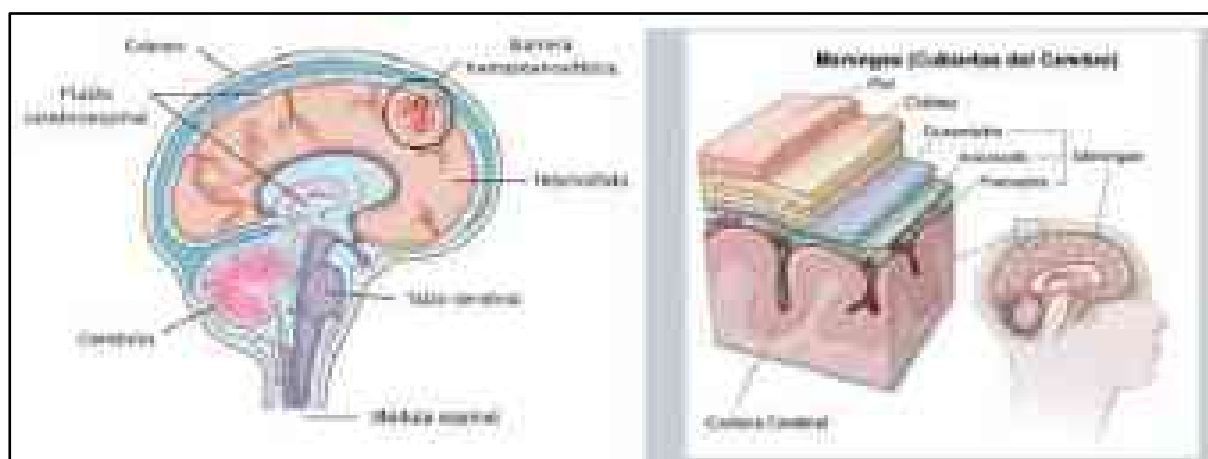
El cerebelo funciona principalmente como un centro de coordinación y corrección de errores:

- **Equilibrio y Postura:** Procesa señales del sistema vestibular y de los receptores propioceptivos en músculos y articulaciones para mantener la estabilidad.
- **Coordinación Motora:** Asegura que los movimientos voluntarios sean fluidos y precisos. Compara la "intención" del cerebro con la "ejecución" real del cuerpo y ajusta la fuerza y dirección en milisegundos.
- **Aprendizaje Motor:** Es fundamental para adquirir nuevas habilidades físicas, como tocar un instrumento o andar en bicicleta.
- **Funciones Cognitivas:** Investigaciones de **2025** confirman su participación en la modulación del lenguaje, la atención y el procesamiento del miedo y el placer, a través de sus conexiones con el sistema límbico(Waxman, 2021).

3.7.1.5. Protección del SNC

Figura 87

Estructuras de protección del SNC



Nota. Thau, L., Reddy, V., & Singh, P. (2025). *Anatomy, central nervous system*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/>

El SNC es muy vulnerable, por lo que cuenta con múltiples mecanismos de protección:

- **Cráneo y columna vertebral:** estructuras óseas que lo rodean.
- **Meninges:** tres capas protectoras (duramadre, aracnoides y piamadre).
- **Líquido cefalorraquídeo (LCR):** amortigua golpes y mantiene condiciones químicas estables.

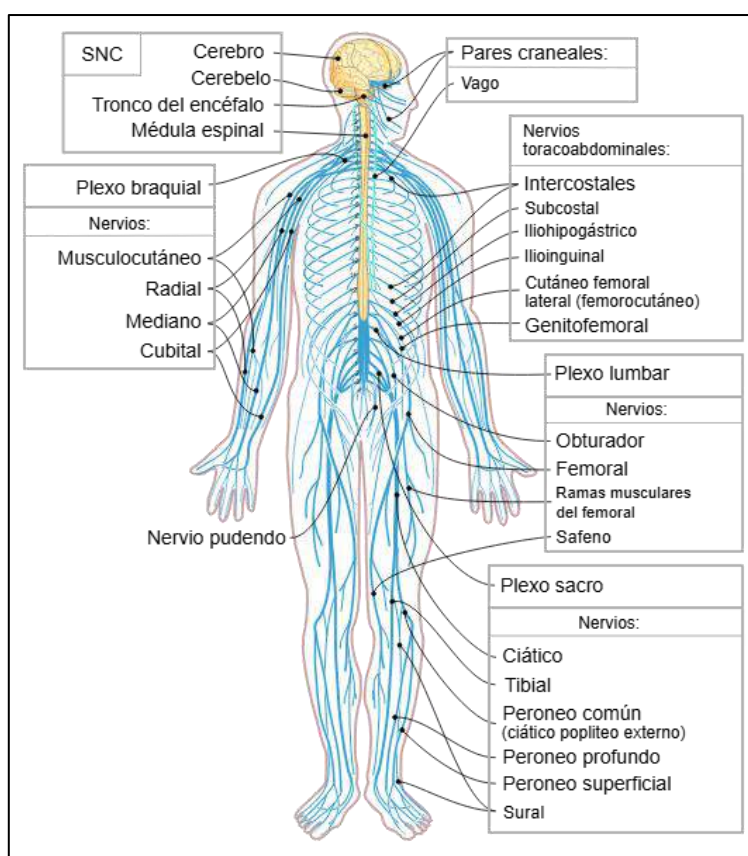
- **Barrera hematoencefálica:** filtra sustancias de la sangre, permitiendo solo el paso de nutrientes esenciales.

3.7.2. Sistema Nervioso Periférico

El Sistema Nervioso Periférico (SNP) constituye la vasta red de comunicación que conecta el sistema nervioso central (SNC) con la periferia del cuerpo, incluyendo receptores sensoriales, músculos y glándulas. A diferencia del SNC, el periférico no está protegido por estructuras óseas ni por la barrera hematoencefálica, lo que lo hace más vulnerable a lesiones mecánicas y toxinas, pero le otorga una mayor capacidad de regeneración axonal.

Figura 88

Componentes del sistema nervioso periférico



Nota. Thau, L., Reddy, V., & Singh, P. (2025). *Anatomy, central nervous system*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/>

Organización Estructural

Está compuesto por los cables biológicos que transportan la información:

- **Nervios Craneales:** 12 pares que emergen directamente del encéfalo y controlan principalmente las funciones de la cabeza, el cuello y órganos internos.
- **Nervios Espinales:** 31 pares que nacen de la médula espinal (cervicales, torácicos, lumbares, sacros y coccígeos) y se ramifican para inervar el tronco y las extremidades.
- **Ganglios:** Agrupaciones de cuerpos neuronales situadas fuera del SNC que actúan como estaciones de relevo.

Clasificación Funcional

El SNP se divide según el tipo de control que ejerce sobre el cuerpo:

- **Sistema Nervioso Somático:** Regula las actividades **voluntarias**. Transmite sensaciones desde la piel y los músculos al SNC (vía aferente) y envía órdenes motoras a los músculos esqueléticos para el movimiento (vía eferente).
- **Sistema Nervioso Autónomo (Vegetativo):** Controla las funciones **involuntarias** de los órganos internos (corazón, pulmones, sistema digestivo). Se subdivide en:
 - **Simpático:** Prepara al cuerpo para situaciones de "lucha o huida" (aumento de frecuencia cardíaca).
 - **Parasimpático:** Promueve el estado de "descanso y digestión" (conservación de energía).
 - **Entérico:** Una red semiautónoma que regula exclusivamente el tracto gastrointestinal.

3.7.2.1. Sistema nervioso somático

El Sistema Nervioso Somático (SNS) es la división voluntaria del sistema nervioso periférico responsable de la interacción directa del individuo con su entorno físico. Su función principal es la transmisión de información sensorial al sistema nervioso central

y la ejecución de órdenes motoras hacia los músculos esqueléticos para producir movimiento voluntario.

Componentes Estructurales

El SNS opera a través de dos tipos de vías neuronales compuestas por nervios craneales y espinales:

- **Neuronas Sensoriales (Aferentes):** Transportan impulsos desde los receptores sensoriales (piel, músculos y articulaciones) hacia el encéfalo y la médula espinal. Permiten percibir sensaciones como el tacto, la temperatura, el dolor y la **propiocepción** (la posición del cuerpo).
- **Neuronas Motoras (Eferentes):** Se originan en el sistema nervioso central y terminan en los músculos esqueléticos. Su función es liberar el neurotransmisor **acetilcolina** para estimular la contracción muscular.

Funciones Principales

- **Movimiento Voluntario:** Controla todas las acciones conscientes, desde caminar hasta escribir o hablar.
- **Arco Reflejo Somático:** Aunque el SNS es mayoritariamente voluntario, también gestiona respuestas automáticas rápidas (reflejos) donde la señal motora se genera directamente en la médula espinal ante un estímulo de peligro, sin esperar la orden del cerebro.
- **Integración Sensorial:** Mantiene al cerebro informado sobre el estado del entorno externo y la posición relativa de las extremidades.

3.7.2.2. Sistema nervioso autónomo

El Sistema Nervioso Autónomo (SNA), también denominado sistema nervioso vegetativo, es la división del sistema nervioso periférico responsable del control de las funciones involuntarias de los órganos internos, glándulas y vasos sanguíneos. Su función principal es el mantenimiento de la homeostasis, ajustando de forma automática procesos vitales según las demandas del entorno y el estado interno del cuerpo (Giuliani et al., 2025).

Funciones Principales

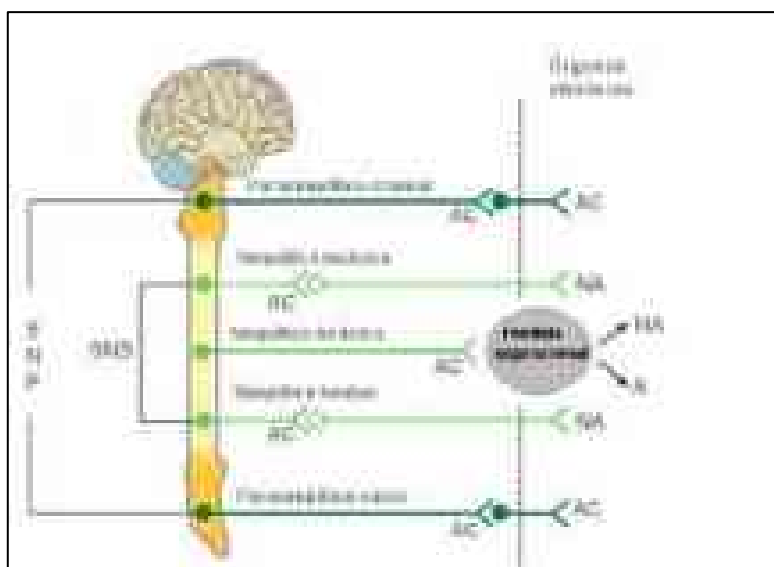
El objetivo supremo del SNA es la homeostasis adaptativa, permitiendo que el cuerpo responda eficientemente tanto a estados de reposo como a desafíos externos críticos:

- **Regulación Cardiovascular:** Controla la presión arterial, la frecuencia cardíaca y la distribución del flujo sanguíneo hacia los tejidos que más lo necesitan.
- **Gestión Metabólica y Digestiva:** Regula la motilidad del tracto gastrointestinal, la secreción de enzimas digestivas y el metabolismo de la glucosa en el hígado.
- **Control de la Respiración:** Modula el diámetro de las vías respiratorias (broncodilatación o broncoconstricción) para optimizar el intercambio gaseoso.
- **Respuestas de Emergencia y Supervivencia:** Orquesta la respuesta de "lucha o huida", dilatando las pupilas para mejorar la visión y movilizand reservas de energía para una acción muscular inmediata.
- **Regulación de la Temperatura:** Controla la sudoración y el flujo sanguíneo cutáneo para mantener la temperatura corporal dentro de rangos fisiológicos.

División del Sistema Nervioso Autónomo

Figura 89

Fibras y ganglios autonómicos



Nota. National Institute of Neurological Disorders and Stroke. (2025). *El sistema nervioso: Unidad de control*. <https://www.ninds.nih.gov/>

El Sistema Nervioso Autónomo (SNA) no es una entidad aislada, sino que se organiza en una división central, donde se procesa y decide la respuesta, y una división periférica, que ejecuta las órdenes en los órganos.

División Central del SNA (Centros de Control)

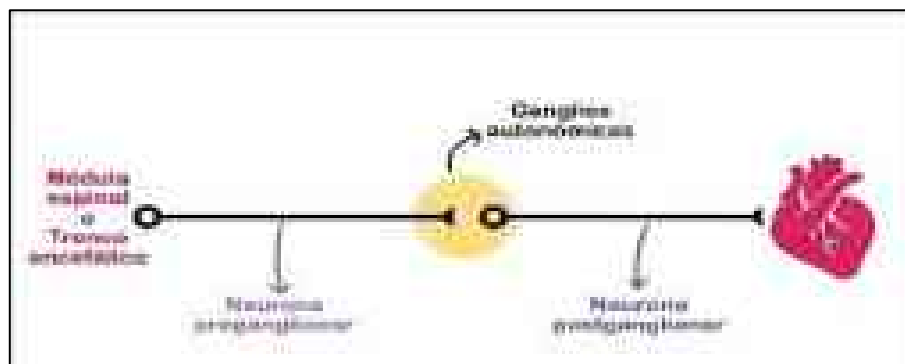
Esta división reside dentro del Sistema Nervioso Central (encéfalo y médula espinal) y funciona como el "cerebro ejecutivo" de las funciones involuntarias.

- **Hipotálamo:** Es el centro integrador principal. Recibe información de todas las áreas del cuerpo y decide si activar la respuesta simpática o parasimpática para mantener la homeostasis.
- **Tronco Encefálico:** Contiene núcleos específicos que regulan funciones vitales inmediatas:
 - **Centros Cardiovasculares:** Controlan la presión y el ritmo cardíaco.
 - **Centros Respiratorios:** Modulan la ventilación pulmonar.
 - **Núcleos de los Nervios Craneales:** Por ejemplo, el núcleo motor dorsal del vago (X), que controla las vísceras.
- **Sistema Límbico:** Conecta las emociones con las respuestas físicas. Es la razón por la cual el miedo (emoción) provoca taquicardia (respuesta autónoma).
- **Médula Espinal:** En sus astas laterales (de T1 a L2 y de S2 a S4) se encuentran los cuerpos de las neuronas preganglionares que dan origen a la división periférica.

División Periférica del SNA (Vías de Ejecución)

Figura 90

División periférica del sistema nervioso autónomo



Nota. National Institute of Neurological Disorders and Stroke. (2025). *El sistema nervioso: Unidad de control*. <https://www.ninds.nih.gov/>

Se localiza fuera del cráneo y la columna vertebral. Su característica distintiva es el uso de una vía disináptica (dos neuronas) para llegar al órgano.

- **Neuronas Preganglionares:** Sus axones salen del SNC a través de nervios craneales o espinales para buscar un ganglio.
- **Ganglios Autonómicos:** Son estaciones de relevo donde ocurre la sinapsis.
 - **Simpáticos:** Localizados cerca de la columna vertebral (cadena paravertebral).
 - **Parasimpáticos:** Localizados muy cerca o dentro del órgano que van a controlar (ganglios terminales).
- **Neuronas Postganglionares:** Sus axones viajan desde el ganglio hasta el músculo liso, músculo cardíaco o glándulas, liberando neurotransmisores (noradrenalina o acetilcolina) para ejecutar la función.

Sistema nervioso simpático

El Sistema Nervioso Simpático (SNS) es una de las dos divisiones principales del sistema nervioso autónomo, cuya función primaria es movilizar los recursos del organismo para la respuesta de "lucha o huida" (fight or flight). Actúa como un sistema de alerta que se activa ante situaciones de estrés, ejercicio físico intenso o emergencias, optimizando el rendimiento muscular y metabólico.

Organización Anatómica (División Toracolumbar)

El SNS se origina exclusivamente en los segmentos de la médula espinal que van desde **T1 hasta L2 o L3** (región torácica y lumbar superior).

- **Neuronas Preganglionares:** Sus cuerpos están en las astas laterales de la médula. Emiten axones cortos que suelen hacer sinapsis en la cadena ganglionar paravertebral (a los lados de la columna).
- **Neuronas Postganglionares:** Poseen axones largos que se extienden desde los ganglios hasta los órganos efectores (corazón, pulmones, vasos sanguíneos, etc.).

Neurotransmisores y Receptores

La comunicación química en el SNS es clave para su velocidad de respuesta:

- **Sinapsis Ganglionar:** Utiliza acetilcolina sobre receptores nicotínicos.
- **Sinapsis en el Órgano:** La mayoría de las neuronas postganglionares liberan noradrenalina (norepinefrina).
- **Receptores Adrenérgicos:** La noradrenalina actúa sobre receptores alfa (α) y beta (β), produciendo diferentes efectos según el tejido (por ejemplo, β 1 en el corazón aumenta la frecuencia y β 2 en los pulmones causa broncodilatación).

Funciones del Sistema nervioso simpático

Tabla 36

Funciones principales del sistema nervioso simpático

Ojos	Midriasis (dilatación de la pupila)
Piel	Piel de gallina, vasoconstricción, sudoración
Glándulas lagrimales y salivales	Disminución de la secreción
Corazón	Incremento del ritmo cardíaco y la fuerza de la contracción
Vasos sanguíneos	Contracción del músculo liso (vasoconstricción)

Pulmones	Broncodilatación, disminución de la secreción de las glándulas bronquiales
Sistema digestivo	Inhibición de la peristalsis, constricción de los vasos sanguíneos y redirección de la sangre a los músculos esqueléticos, contracción de los esfínteres anales
Hígado y vesícula biliar	Estimulación de la degradación de glucógeno a glucosa - liberación de energía
Sistema urinario	Disminución de la producción de orina, contracción del esfínter interno de la vejiga
Sistema genital	Eyaculación
Glándula suprarrenal	Estimulación de la secreción de epinefrina (adrenalina) en la sangre.

Nota. Se describe efectos del sistema nervioso simpático, que prepara al organismo para el estrés, aumentando energía, alerta y rendimiento mediante cambios oculares, cardiovasculares, respiratorios, metabólicos y viscerales generales integrados.

Sistema nervioso parasimpático

El Sistema Nervioso Parasimpático (SNPS) es la división del sistema nervioso autónomo encargada de la conservación y recuperación de energía. Su actividad predomina en situaciones de reposo, saciedad y digestión (rest and digest), funcionando de manera antagónica al sistema simpático para restaurar el equilibrio homeostático del organismo.

Organización Anatómica (División Craneosacra)

El SNPS tiene un origen bimodal en el sistema nervioso central:

- **Origen Craneal:** Los cuerpos neuronales se ubican en núcleos del tronco encefálico. Sus fibras viajan a través de cuatro nervios craneales:
 - **Nervio Oculomotor (III):** Constricción de la pupila y acomodación del cristalino.
 - **Nervio Facial (VII):** Estimulación de glándulas lagrimales y salivales.
 - **Nervio Glossofaríngeo (IX):** Estimulación de la glándula parótida.

- **Nervio Vago (X):** Es el componente más importante, proporcionando el **75% de la inervación parasimpática** a corazón, pulmones y sistema digestivo hasta la mitad del colon.
- **Origen Sacro:** Las neuronas se localizan en los segmentos **S2 a S4** de la médula espinal, controlando la mitad distal del colon, recto, vejiga y órganos genitales.

Neurotransmisión y Receptores

A diferencia del sistema simpático, el SNPS es bioquímicamente uniforme:

- **Neurona Preganglionar:** Es muy larga y libera **Acetilcolina (ACh)**.
- **Ganglio:** Se sitúa muy cerca o dentro de la pared del órgano diana.
- **Neurona Postganglionar:** Es muy corta y también libera **Acetilcolina**.
- **Receptores Muscarínicos (M1-M5):** Son los receptores en los órganos que ejecutan la respuesta parasimpática (ej. M2 en el corazón para reducir la frecuencia cardíaca).

Funciones Sistema Nervioso Parasimpático

Tabla 37

Principales funciones Sistema Nervioso Parasimpático

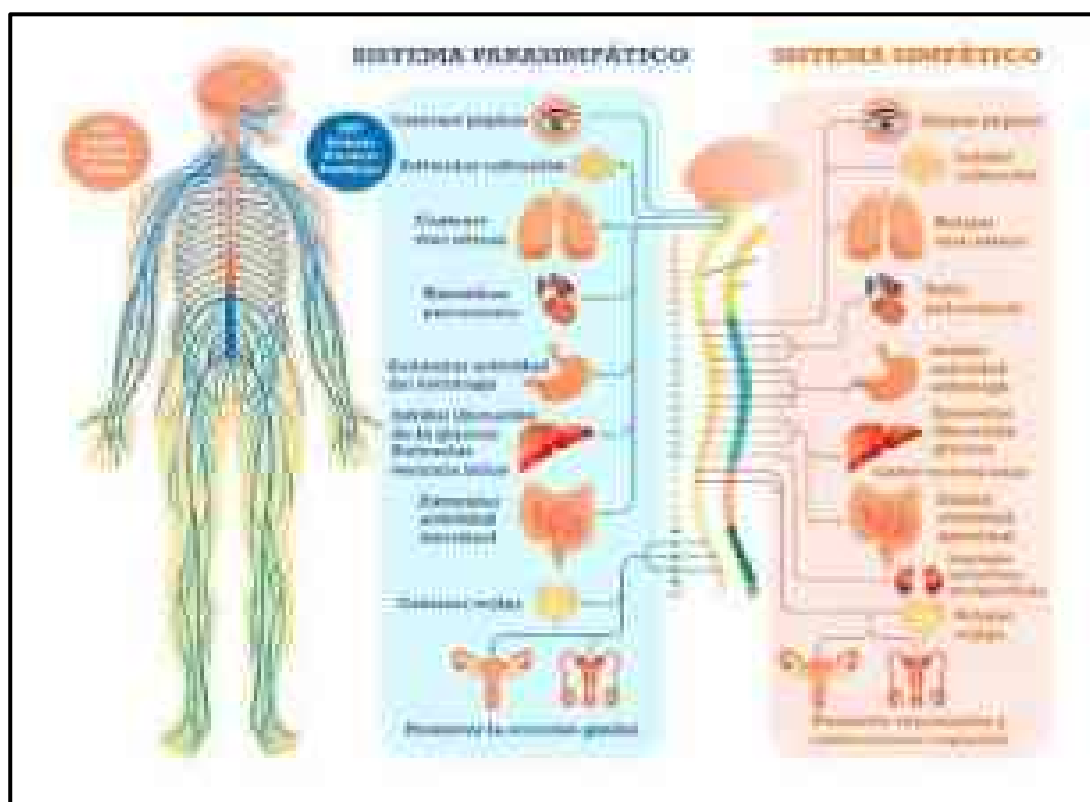
Ojo	Miosis (contracción de la pupila) y acomodación visual mediante contracción del músculo ciliar
Glándulas lagrimales	Aumento de la secreción lagrimal
Glándulas salivales	Incremento de la secreción salival (saliva acuosa)
Corazón	Disminución de la frecuencia cardíaca y de la fuerza de contracción
Pulmones	Broncoconstricción y aumento de la secreción de glándulas bronquiales
Vasos sanguíneos	Vasodilatación en territorios específicos (efecto indirecto)
Estómago	Aumento de la motilidad gástrica y secreción de jugos digestivos
Intestino delgado	Estimula la peristalsis y la absorción de nutrientes

Intestino grueso	Incrementa la peristalsis y facilita la defecación
Hígado	Estimula la síntesis y almacenamiento de glucógeno
Vesícula biliar	Contracción y liberación de bilis
Páncreas	Aumento de la secreción de enzimas digestivas e insulina
Riñones	Favorece la función renal normal (efecto modulador)
Vejiga urinaria	Contracción del músculo detrusor y relajación del esfínter interno
Órganos genitales	Erección del pene y clítoris (vasodilatación)

Nota. Se describe acciones del sistema nervioso parasimpático, encargado del reposo y digestión, favoreciendo funciones viscerales, ahorro energético, secreciones, motilidad gastrointestinal, micción y respuestas sexuales de mantenimiento.

Figura 91

Resumen esquemático del sistema nervioso simpático y parasimpático



Nota. Cleveland Clinic. (2025). *Parasympathetic nervous system (PSNS)*. <https://my.clevelandclinic.org/>

3.7.3. Enfermedades del Sistema Nervioso y tratamientos

Las enfermedades del sistema nervioso abarcan una amplia gama de afecciones que afectan el cerebro, la médula espinal y los nervios periféricos. En 2025, el enfoque médico ha evolucionado hacia la medicina de precisión y terapias regenerativas.

Tabla 38

Enfermedades del SN y tratamientos

Enfermedad	Descripción	Tratamiento
Epilepsia	Trastorno caracterizado por crisis convulsivas recurrentes por descargas eléctricas anormales en el cerebro.	Fármacos antiepilépticos (carbamazepina, levetiracetam); cirugía en casos refractarios; cambios en el estilo de vida.
Enfermedad de Parkinson	Degeneración progresiva de neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra, con temblor, rigidez y bradicinesia.	Levodopa + carbidopa; agonistas dopaminérgicos; inhibidores MAO-B; fisioterapia; estimulación cerebral profunda en casos avanzados.
Esclerosis múltiple	Enfermedad autoinmune que afecta la mielina del SNC, causando debilidad, alteraciones visuales y motoras.	Corticoides para brotes agudos; inmunomoduladores (interferón beta, ocrelizumab); fisioterapia y rehabilitación.
Alzheimer	Demencia neurodegenerativa con pérdida progresiva de memoria y funciones cognitivas.	Inhibidores de la acetilcolinesterasa (donepezilo, rivastigmina); memantina; terapias de estimulación cognitiva; cuidados de apoyo.
Accidente cerebrovascular (ACV)	Pérdida súbita de flujo sanguíneo cerebral (isquemia o hemorragia), causando déficit neurológico focal.	Trombolisis con alteplasa (isquémico, <4.5 h); anticoagulantes/antiagregantes; cirugía descompresiva; rehabilitación intensiva.
Neuropatía periférica	Daño en nervios periféricos con dolor, hormigueo y pérdida sensitiva, frecuente en diabetes.	Control de la causa (ej. diabetes); gabapentina/pregabalina; analgésicos; fisioterapia y cuidados preventivos.
Meningitis	Inflamación de meninges por infecciones virales, bacterianas o micóticas.	Antibióticos (ceftriaxona, vancomicina en bacteriana); antivirales (aciclovir en viral grave); corticoides; aislamiento y soporte vital.
Esquizofrenia (trastorno psiquiátrico asociado al SN)	Alteraciones del pensamiento, percepción y conducta (alucinaciones, delirios).	Antipsicóticos (haloperidol, risperidona, clozapina); psicoterapia; apoyo psicosocial.

Nota. Se resume enfermedades neurológicas y neuropsiquiátricas frecuentes, describiendo su fisiopatología y tratamientos principales. Destaca la relevancia del diagnóstico temprano y terapias farmacológicas, quirúrgicas y rehabilitadoras para mejorar la calidad de vida y reducir secuelas.

**NOTAS IMPORTANTES**

El sistema nervioso es fascinante: aunque el cerebro pesa apenas 1,5 kg, consume cerca del 20 % de la energía corporal y su nervio más largo, el ciático, puede superar 1 metro. El cerebelo, pese a ocupar solo el 10 % del volumen cerebral, alberga la mitad de las neuronas del encéfalo. En cuanto a fármacos, la cafeína es el estimulante más usado en el mundo, la lidocaína bloquea la transmisión del dolor cerrando canales de sodio, y la levodopa logra atravesar la barrera hematoencefálica, a diferencia de la dopamina pura. Estos ejemplos muestran cómo la anatomía y la farmacología del sistema nervioso se entrelazan de manera sorprendente.

AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Cuál es la función principal del estómago?

- a) Absorber la mayoría de nutrientes
- b) Almacenar y mezclar los alimentos con jugos gástricos
- c) Regular la producción de bilis
- d) Transportar el bolo alimenticio al intestino delgado

2. ¿Cuál de las siguientes estructuras es el sitio donde ocurre la fecundación normalmente?

- a) Ovario
- b) Útero
- c) Trompa de Falopio
- d) Vagina

3. ¿Qué estructura impide que los alimentos ingresen a la tráquea durante la deglución?

- a) Glotis
- b) Epiglotis
- c) Laringe
- d) Amígdalas

4. ¿Cuál es la unidad funcional del riñón?

- a) Glomérulo
- b) Cápsula de Bowman
- c) Nefrona
- d) Túbulo colector

5. ¿Cuál de las siguientes estructuras coordina el equilibrio y la postura corporal?

- a) Cerebelo
- b) Bulbo raquídeo
- c) Hipotálamo
- d) Tálamo

6. ¿Cuál de las siguientes válvulas cardíacas separa la aurícula izquierda del ventrículo izquierdo?

- a) Tricúspide
- b) Pulmonar
- c) Mitral (bicúspide)
- d) Aórtica

7. ¿Cuál es la función principal de las vellosidades intestinales?

- a) Producir enzimas digestivas
- b) Facilitar el movimiento peristáltico
- c) Aumentar la superficie de absorción
- d) Segregar bilis

8. ¿Cuál es la función de los testículos?

- a) Producir testosterona y espermatozoides
- b) Almacenar espermatozoides
- c) Regular la eyaculación
- d) Transportar la orina y el semen

9. ¿Cuál es la estructura donde ocurre el intercambio gaseoso?

- a) Bronquios
- b) Bronquiolos
- c) Alvéolos
- d) Tráquea

10. ¿Qué efecto tiene el sistema nervioso simpático sobre el corazón?

- a) Disminuye la frecuencia cardíaca
- b) Aumenta la frecuencia y la fuerza de contracción
- c) Detiene la conducción eléctrica cardíaca
- d) Estimula únicamente la aurícula derecha

UNIDAD 4

ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS

(GENERALIDADES, ESTRUCTURA Y FUNCIÓN)

Generalidades de los órganos de los sentidos

Los órganos de los sentidos son estructuras biológicas especializadas que actúan como la interfaz principal entre el organismo y su entorno. Su función fundamental es la transducción sensorial, un proceso mediante el cual los estímulos externos (energía física, química o térmica) se convierten en señales eléctricas (potenciales de acción) que el sistema nervioso central puede interpretar (Peláez, 2021).

Los sentidos se dividen en dos categorías principales:

Sentidos Especiales: Poseen órganos específicos y complejos localizados principalmente en la cabeza.

- **Visión (Ojos):** Utilizan fotorreceptores (conos y bastones) para detectar la luz y el color.
- **Audición y Equilibrio (Oídos):** Emplean mecanorreceptores para percibir ondas sonoras y la posición de la cabeza.
- **Olfato (Nariz):** Utiliza quimiorreceptores para detectar moléculas volátiles.
- **Gusto (Lengua):** Emplea quimiorreceptores en las papilas gustativas para identificar sabores.

Sentidos Generales (Somáticos): Distribuidos por todo el cuerpo, principalmente en la piel y tejidos internos.

- **Tacto:** Incluye la percepción de presión, vibración, dolor y temperatura.
- **Propiocepción:** Sentido de la posición y carga de los músculos y articulaciones.

4.1. La visión

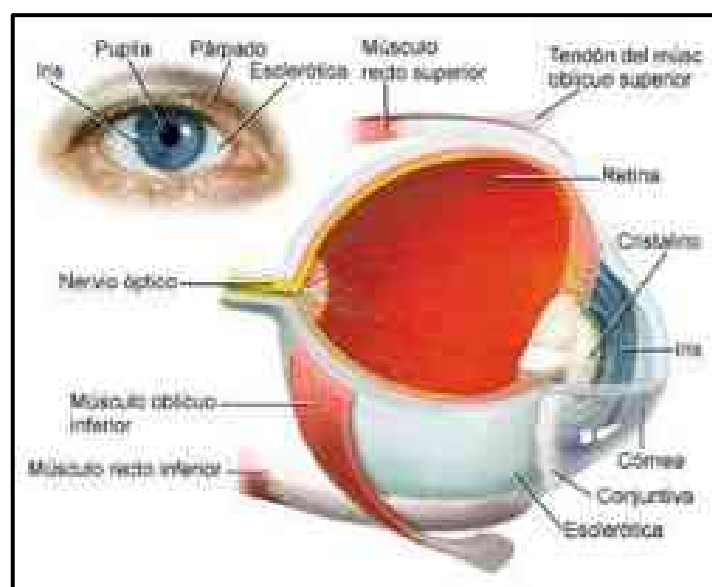
La visión es el proceso sensorial mediante el cual el sistema visual detecta, procesa e interpreta patrones de luz para formar imágenes del entorno. Es considerado el sentido predominante en seres humanos, proporcionando la mayor parte de la información sobre el tamaño, color, distancia y profundidad de los objetos (Marieb EN, 2008).

4.1.1. Anatomía y Estructura Ocular

El ojo, también llamado globo ocular, se encuentra en la cavidad orbitaria, formada por los huesos frontal, esfenoides, maxilar, cigomático, palatino, lagrimal y etmoides. El ojo es el órgano de la visión, posee un diámetro promedio de aproximadamente 23 a 25 mm se describe como una estructura casi esférica.

Figura 92

Anatomía ocular



Nota. Leman, J., & Alshahrani, A. (2023). Physiology, Sensory Receptors. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539861/>.

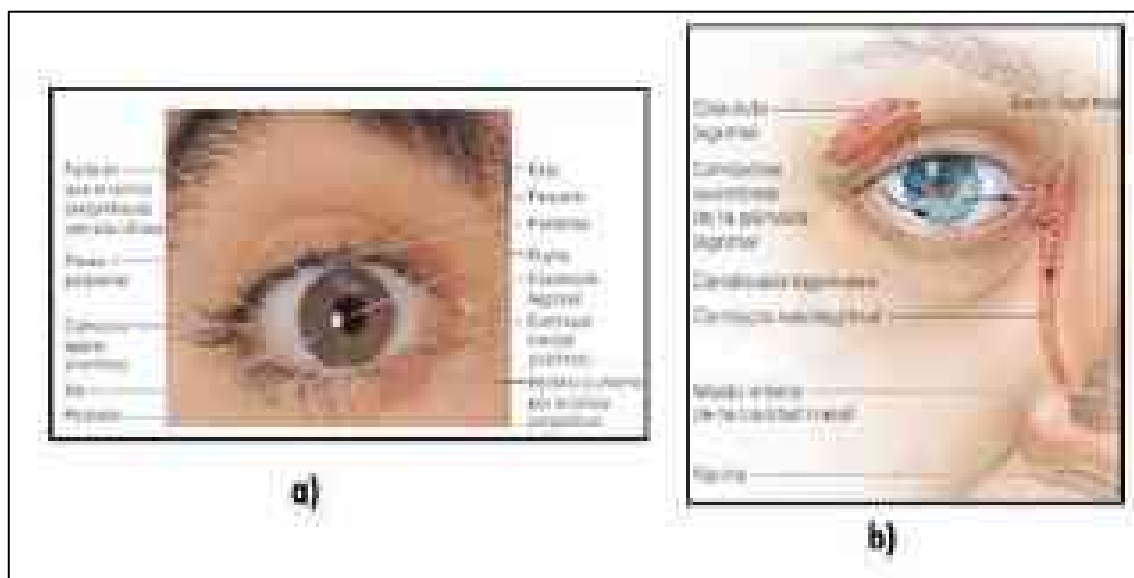
Estructuras externas y secundarias

Las estructuras externas y secundarias del ojo incluyen los músculos oculares extrínsecos, los párpados, la túnica conjuntiva y el aparato lagrimal.

- **Párpados (Palpebrae):** Pliegues de piel y tejido muscular que protegen el ojo de traumatismos, luz excesiva y cuerpos extraños. Al parpadear, distribuyen la película lagrimal de manera uniforme sobre la córnea.
- **Aparato Lagrimal:** Compuesto por la glándula lagrimal (produce lágrimas con funciones bactericidas y lubricantes) y los conductos de drenaje (puntos lagrimales y conducto nasolagrimal). Las lágrimas son vitales para la nutrición de la córnea avascular.
- **Conjuntiva:** Membrana mucosa delgada y transparente que recubre la parte posterior de los párpados y la superficie anterior de la esclerótica. Produce moco para evitar la fricción y proteger contra infecciones.
- **Cejas y Pestañas:** Actúan como filtros físicos. Las cejas desvían el sudor de la frente, mientras que las pestañas detectan partículas y desencadenan el reflejo de parpadeo.

Figura 93

Estructuras externas y secundarias del ojo



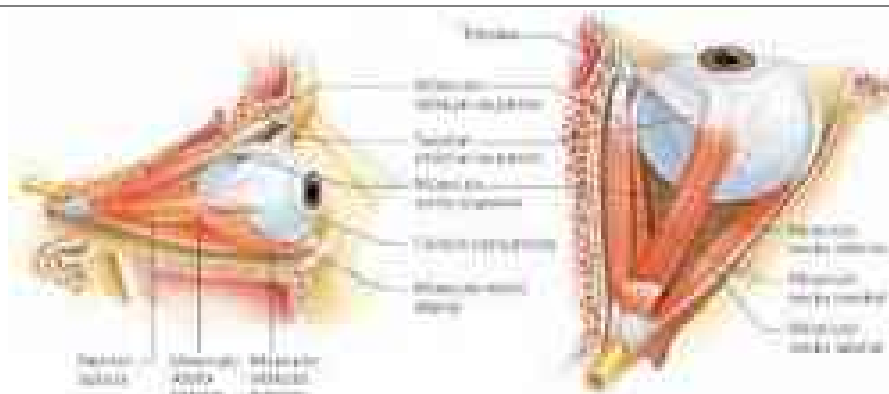
Nota. El diagrama A muestra las estructuras externas del ojo y sus componentes anatómicos visibles; el diagrama B representa el sistema lagrimal, encargado de la producción, conducción y drenaje de las lágrimas hacia la cavidad nasal.

Músculos oculares extrínsecos

Son un conjunto de seis músculos esqueléticos que se insertan en la esclerótica y permiten el movimiento coordinado de los ojos en los tres ejes del espacio. Son los músculos con las unidades motoras más pequeñas y precisas del cuerpo humano.

Tabla 39

Principales músculos oculares extrínsecos



Músculo	Inervación (Par Craneal)	Función Primaria (Acción)
Recto Medial (Interno)	N. Oculomotor (III)	Aducción (mueve el ojo hacia la nariz).
Recto Lateral (Externo)	N. Abducens (VI)	Abducción (mueve el ojo hacia afuera).
Recto Superior	N. Oculomotor (III)	Elevación (mueve el ojo hacia arriba).
Recto Inferior	N. Oculomotor (III)	Depresión (mueve el ojo hacia abajo).
Oblicuo Superior	N. Troclear (IV)	Intorsión (rotación interna) y depresión.
Oblicuo Inferior	N. Oculomotor (III)	Extorsión (rotación externa) y elevación.

Fuente: American Academy of Ophthalmology. (2025). Extraocular Muscles: Anatomy and Physiology. BCSC Section 6: Pediatric Ophthalmology and Strabismus.

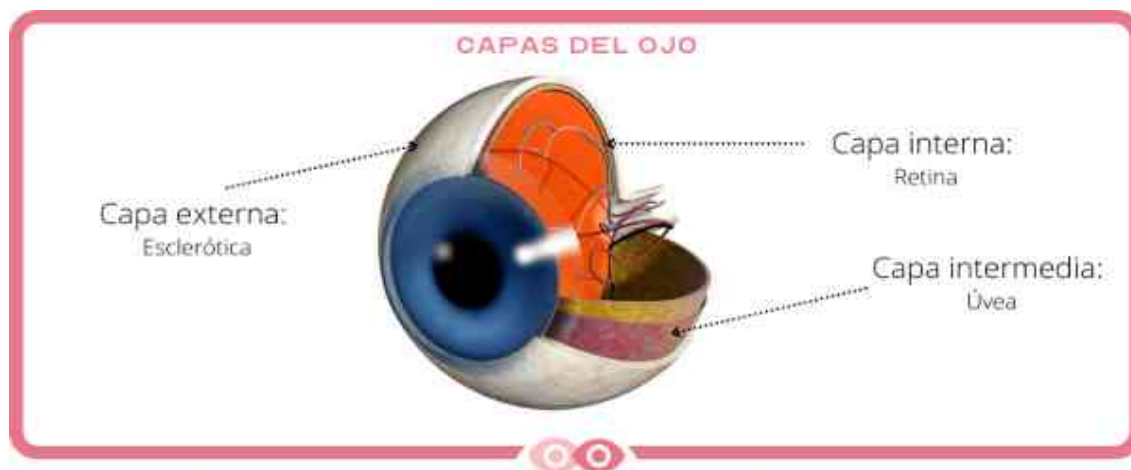
Estructuras internas del ojo

Las estructuras internas del ojo conforman el sistema óptico y nervioso encargado de la refracción de la luz y su conversión en impulsos bioeléctricos. Su pared está formada por tres capas, y su interior está lleno de líquidos denominados humores que ayudan a que mantenga su forma.

Capas (Túnicas) Oculares

Figura 94

Capas del ojo

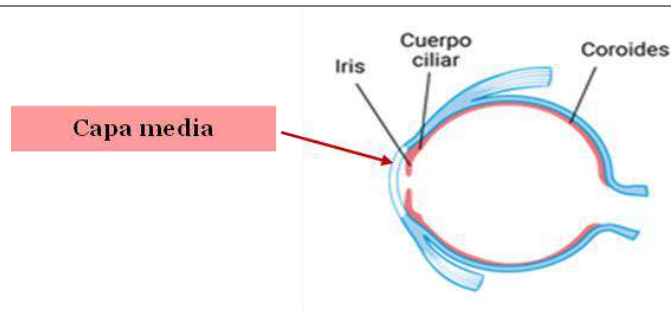


Nota. Mi Mundo Visual. (2025). ¿Qué es el ojo y sus partes? <https://mimundovisual.com/que-es-el-ojo-y-sus-partes/>

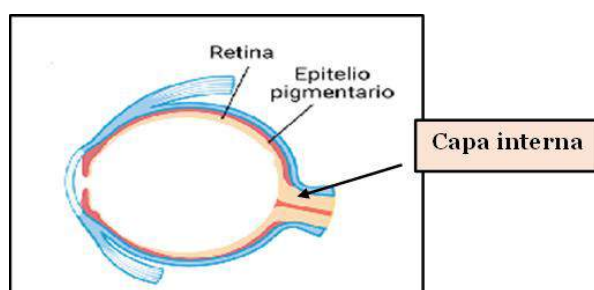
Tabla 40

Capas del Globo Ocular

Fibrosa (Externa)	
Componentes	Córnea y Esclerótica
Funciones	Protección estructural y refracción inicial de la luz.
Características	La córnea es avascular y transparente; la esclerótica es el "blanco del ojo".
Vascular / Úvea (Media)	



Componentes	Iris, Cuerpo Ciliar y Coroides
Funciones	Nutrición, control de la luz (pupila) y acomodación del cristalino.
Características	Altamente pigmentada y rica en vasos sanguíneos para nutrir la retina.
Nerviosa (Interna)	



Componentes	Retina (Porciones óptica y ciega)
Funciones	Fototransducción: convierte la luz en impulsos nerviosos.
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene millones de células receptoras de luz, los bastones y conos, llamados fotorreceptores. • Transforman la luz en impulsos eléctricos que viajan a través de: <ol style="list-style-type: none"> 1. Células bipolares 2. Células ganglionares • Los impulsos salen por el nervio óptico hacia la corteza visual, generando la visión.

Nota: Las tunicas del ojo cumplen funciones esenciales: la fibrosa protege y refracta la luz; la vascular nutre, regula la entrada lumínica y la acomodación; y la nerviosa transforma la luz en impulsos nerviosos, permitiendo la visión.

La capa más interna del globo ocular se conecta con los nervios ópticos y es aquí donde comienza la vía visual. Formada por el epitelio pigmentario que contiene melanina, parte neural, conecta con la vía visual, a través de capas de neuronas como fotorreceptores, células bipolares y ganglionares, con el disco óptico, espacio por donde sale el nervio óptico, mácula lútea y fovea central que es una mancha amarilla depresión con una pequeña en el centro de la retina formada por fotorreceptores, su función es absorber la luz y convertirla en impulsos nerviosos y transmitirlos al encéfalo por medio de las neuronas del nervio óptico, la mácula y fovea se encargan

de percibir pequeños detalles como las letras pequeñas. Afecciones posibles, ceguera, desprendimiento de retina, retinoblastoma, agujero macular.

Medios Transparentes (Sistema Dióptrico) y otras estructuras

- **Cristalino:** lente transparente que ajusta el enfoque de la luz sobre la retina mediante cambios en su forma, su función es enfocar la luz en la retina por medio de la refracción para la visión cercana, llamada acomodación del cristalino
- **Humor Acuoso:** Líquido claro que llena las cámaras anterior y posterior; nutre la córnea y el cristalino.
- **Humor Vítreo:** Sustancia gelatinosa que ocupa el espacio posterior (cámara vítrea), manteniendo la forma del globo y presionando la retina contra la coroides para su correcta nutrición.
- **Nervio óptico:** conjunto de fibras que transmite las señales visuales desde la retina hasta el cerebro.

4.1.2. Mecanismo De La Visión

El mecanismo de la visión es un proceso neurofisiológico complejo que transforma la energía lumínica en una experiencia perceptiva consciente. Este proceso ocurre en cuatro etapas principales: fotorrecepción, fototransducción, transmisión y procesamiento central.

Tabla 41

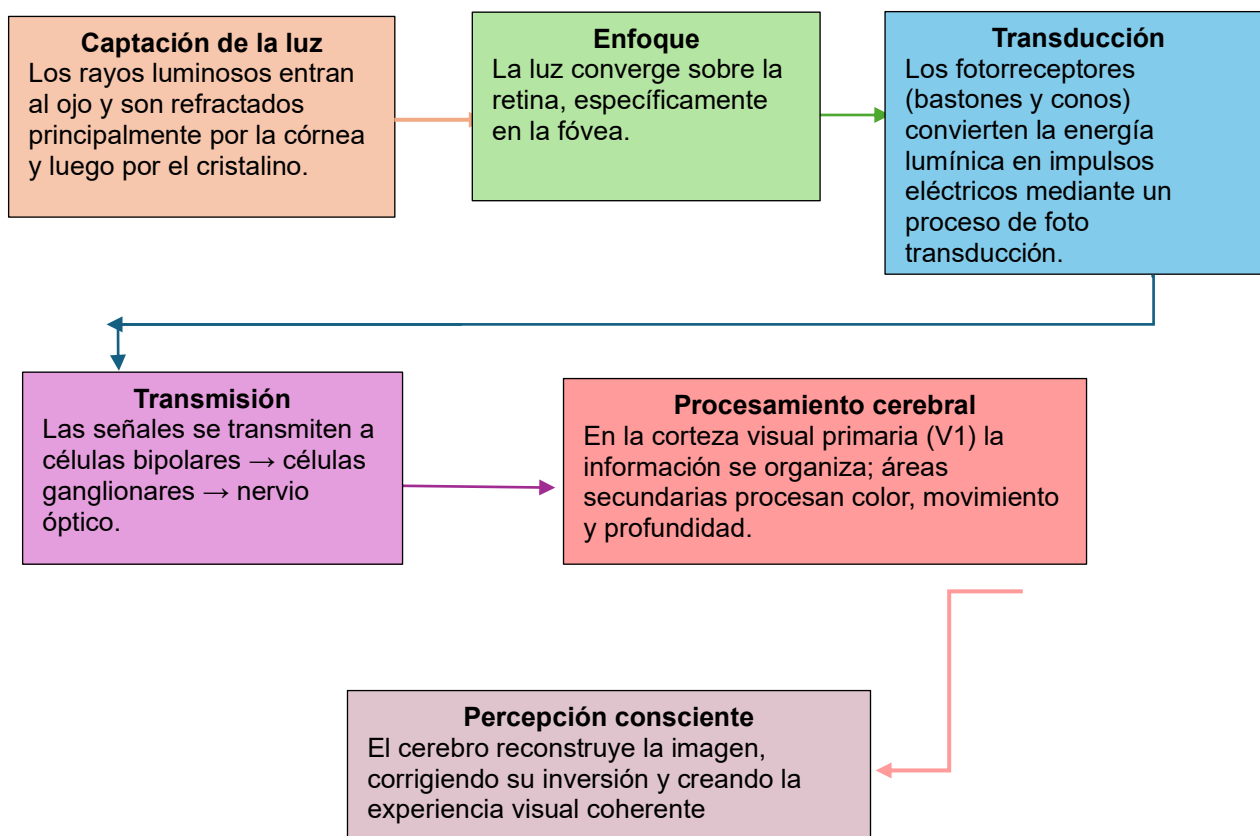
Ilustración del mecanismo de la visión



Nota. Leman, J., & Alshahrani, A. (2023). Physiology, Sensory Receptors. StatPearls Publishing. www.ncbi.nlm.nih.gov

Figura 95

Proceso neurofisiológico de la visión



4.1.3. Fotorreceptores

Los fotorreceptores son neuronas altamente especializadas localizadas en la capa más externa de la retina neural. Su función es la fototransducción: captar la energía de los fotones y convertirla en variaciones del potencial de membrana que el cerebro interpreta como imágenes.

Tabla 42

Fotorreceptores

Característica	Bastones (Varillas)	Conos
Número	Aproximadamente 120 millones por ojo	Aproximadamente 6 millones por ojo
Ubicación retina	Predominan en la periferia de la retina	Concentrados principalmente en la fovea (zona central de la retina)
Función principal	Visión en condiciones de poca luz (visión escotópica)	Visión en condiciones de luz intensa (visión fotópica) y percepción del color
Sensibilidad luz	Alta sensibilidad, permiten detectar la luz tenue	Menor sensibilidad que los bastones

Percepción del color	No detectan colores, solo tonos de gris	Detectan colores; permiten la visión en color
Tipos de células	Un solo tipo de bastón	Tres tipos: sensibles a longitudes de onda corta (azul), media (verde) y larga (rojo)
Funciones adicionales	Importantísimos para la visión nocturna y visión periférica	Permiten visión detallada y percepción precisa de los colores
Papel en visión humana	Adaptan el ojo para condiciones oscuras, detectan movimiento	Proporcionan detalles y colores brillantes en condiciones luminosas
Sensibilidad espectral	No diferenciada, respuesta general a la luz	Responden a diferentes longitudes de onda para distinguir colores
Influencia en trastornos	No relacionados directamente con trastornos de color	Deficiencias o alteraciones pueden causar daltonismo u otros trastornos del color

Nota. Los bastones y conos son fotorreceptores de la retina con funciones complementarias. Los bastones permiten la visión nocturna y periférica, mientras que los conos posibilitan la visión diurna, el detalle fino y la percepción del color.

4.2. Audición

La audición es el proceso sensorial mediante el cual el oído capta las variaciones de presión del aire (ondas sonoras) y las transforma en señales eléctricas que el cerebro interpreta como sonido. El estudio de este mecanismo se divide en la fisiología del oído periférico y el procesamiento en la vía auditiva central.

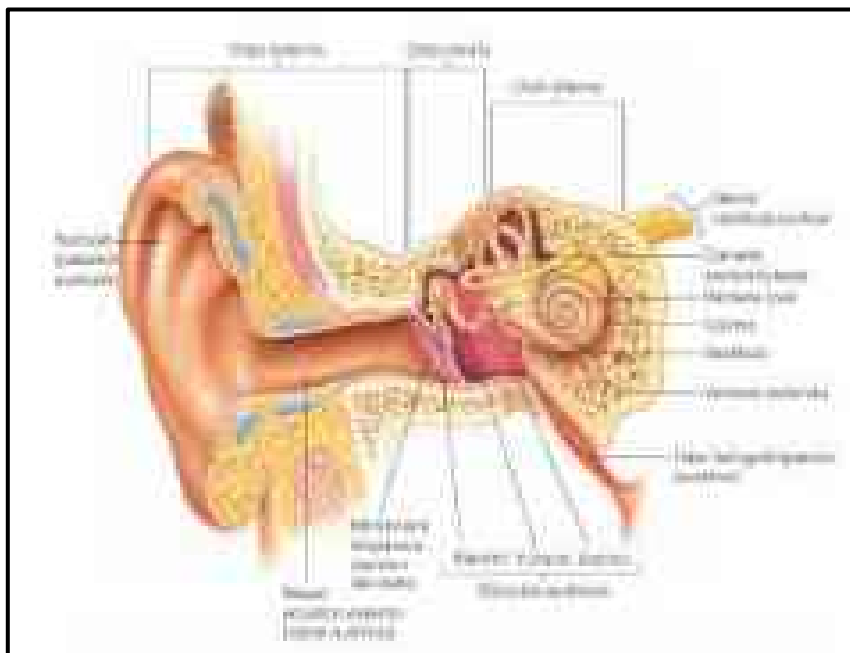
4.2.1. Anatomía Funcional del Oído

El oído es el órgano de la audición y el equilibrio, anatómicamente, se encuentra dividida en tres zonas principales:

- **Oído Externo:** Compuesto por el pabellón auricular y el conducto auditivo externo. Su función es recolectar y redirigir las ondas sonoras hacia el tímpano.
- **Oído Medio:** Cavidad llena de aire que contiene la cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo). Estas estructuras amplifican la vibración del tímpano aproximadamente 20 veces antes de transmitirla a la ventana oval del oído interno.
- **Oído Interno (Cóclea):** Un órgano en forma de caracol lleno de líquido donde reside el órgano de Corti. Aquí ocurre la transducción sensorial.

Figura 96

Anatomía del oído

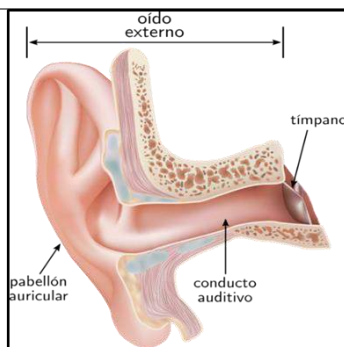


Nota. NIDCD. (2022). ¿Cómo oímos? Estructura del oído y del nervio auditivo. <https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/como-oimos>.

Tabla 43

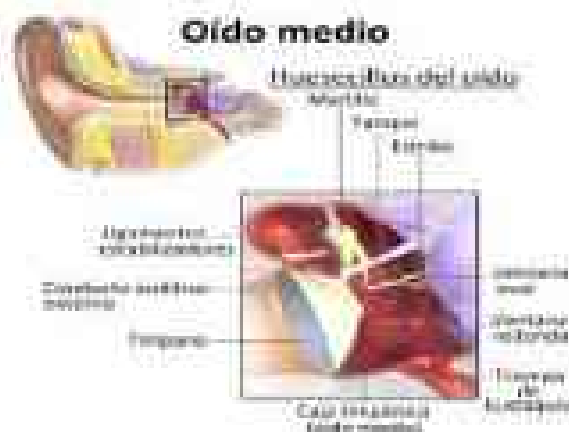
Regiones anatomías del oído

Oído externo



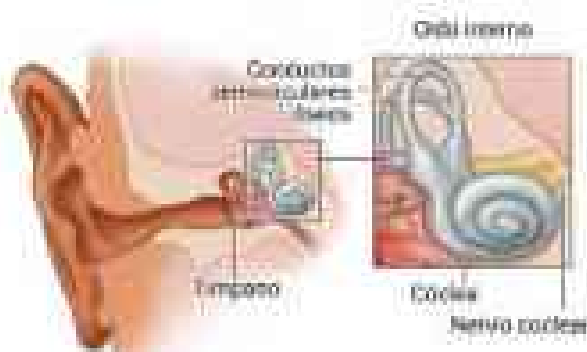
Estructuras principales	Aurícula (pabellón auricular), meato acústico externo, membrana timpánica
Funciones	Capta las ondas sonoras, las conduce hasta el tímpano; el cerumen protege atrapando polvo, bacterias e insectos; el tímpano inicia la conversión del sonido en vibraciones mecánicas.

Oído medio



Estructuras principales	Cavidad timpánica, osículos (martillo, yunque y estribo), ventana oval, ventana redonda, trompa de Eustaquio
Funciones	Transmite y amplifica las vibraciones del tímpano hacia el oído interno; regula la presión del oído medio para permitir una vibración adecuada del tímpano

Oído interno



Estructuras principales	Cóclea, vestíbulo, canales semicirculares, perilinfa y endolinfa
Funciones	Convierte las vibraciones en impulsos nerviosos (audición); regula el equilibrio estático (vestíbulo) y dinámico (canales semicirculares).

Nota. Además de la audición y el equilibrio, el oído participa en reflejos neurológicos, como el reflejo vestibuloocular, que permite mantener la estabilidad visual durante los movimientos de la cabeza.

4.2.2. El Mecanismo De La Audición

Es un proceso de transducción mecanoneural altamente sofisticado. Consiste en captar ondas de presión física en el aire y convertirlas en impulsos eléctricos que el cerebro interpreta como sonido (Fettiplace & Kim, 2014).

Tabla 44

Mecanismo de la transducción del audio

Fase	Estructura Anatómica	Tipo de Energía	Función Principal
Recolección	Oído Externo (Pabellón y Conducto)	Acústica (Ondas)	Capta y canaliza las ondas sonoras hacia la membrana timpánica.
Transmisión	Oído Medio (Tímpano y Huesecillos)	Mecánica (Vibración)	Convierte las ondas de aire en vibraciones sólidas; amplifica el sonido para vencer la resistencia del líquido coclear.
Transducción	Oído Interno (Cóclea / Órgano de Corti)	Hidráulica a Eléctrica	El movimiento del líquido desplaza las células ciliadas, transformando la presión mecánica en impulsos nerviosos.
Codificación	Nervio Auditivo (VIII Par Craneal)	Bioeléctrica	Transporta los potenciales de acción desde el ganglio espiral hacia el tronco encefálico.
Integración	Vía Auditiva (Tálamo / Colículos)	Bioeléctrica	Filtra la información, localiza la fuente sonora y coordina reflejos auditivos.
Percepción	Corteza Auditiva (Lóbulo Temporal)	Cognitiva	Decodifica la señal para reconocer el lenguaje, la música y el significado del entorno.

Nota. Fettiplace, R. (2024). *Mechanisms of Auditory Transduction*. En *Encyclopedia of Neuroscience*. Springer.

4.2.3. Equilibrio Y Función Del Sistema Vestibular

Los receptores del equilibrio del oído interno, denominados en conjunto aparato vestibular, pueden dividirse en dos brazos funcionales; un brazo es el encargado de controlar el equilibrio estático, y el otro está involucrado en el equilibrio dinámico.

Tabla 45

Cuadro comparativo: Equilibrio estático vs. Equilibrio dinámico

Característica	Equilibrio estático	Equilibrio dinámico
Ubicación de receptores	Máculas, en los sacos membranosos del vestíbulo.	Crestas ampulares, en la ampolla de los canales semicirculares.
Tipo de estímulo	Cambios de posición de la cabeza en relación con la gravedad (cuerpo en reposo).	Movimientos angulares o rotacionales de la cabeza (giros, vueltas, rotaciones).
Estructura implicada	Membrana otolítica gelatinosa con otolitos (cristales de calcio).	Cúpula gelatinosa desplazada por la endolinfa.
Mecanismo	Los otolitos se mueven → desplazan la membrana → doblan los cilios de las células capilares.	La endolinfa se queda atrás → curva la cúpula → dobla los cilios de las células capilares.
Función principal	Detectar posición de la cabeza en reposo; mantener postura frente a la gravedad.	Detectar movimientos de rotación de la cabeza; equilibrio durante giros.
Vía nerviosa	Impulsos por el nervio vestibular (VIII par) hacia el cerebelo.	Impulsos por el nervio vestibular (VIII par) hacia el cerebelo.
Ejemplo	Mantener la cabeza erguida o reconocer inclinación; orientación al bucear.	Sensación de mareo al girar en una pista de baile o en un viaje en barco.

Nota. Las alteraciones del sistema vestibular pueden causar vértigo, nistagmo y desequilibrio, afectando la marcha y la orientación espacial, por lo que su correcto funcionamiento es esencial para la vida diaria.

4.3. El gusto

El gusto es uno de los sentidos químicos que permite la detección de moléculas disueltas en la saliva y su interpretación por el sistema nervioso. Su función principal es identificar sustancias nutritivas, advertir sobre compuestos nocivos y contribuir a la experiencia global del sabor en combinación con el olfato y el tacto (Mouritsen, 2015).

4.3.1. Anatomía del Gusto

El órgano principal es la lengua, cuya superficie está cubierta por proyecciones llamadas papilas, que contienen los botones gustativos.

Papilas gustativas y tipos

Las papilas gustativas son estructuras microscópicas situadas en la mucosa de la lengua y otras áreas de la cavidad oral. Existen varios tipos:

- ✓ **Papilas filiformes:** abundantes, en forma de filamento; carecen de botones gustativos, cumplen función mecánica.
- ✓ **Papilas fungiformes:** con forma de hongo, ubicadas en la punta y bordes de la lengua; contienen algunos botones gustativos.
- ✓ **Papilas foliadas:** pliegues en los laterales posteriores de la lengua, con gran cantidad de receptores.
- ✓ **Papilas caliciformes o circunvaladas:** de gran tamaño, dispuestas en forma de "V" en la base lingual; albergan numerosos botones gustativos(Mouritsen, 2015).

Los Botones Gustativos y Fisiología: Cada botón gustativo posee células sensoriales (estructura ovoide compuesta por 50 a 150 células receptoras) con microvellosidades que detectan moléculas disueltas.

Figura 97

Anatomía del órgano del gusto

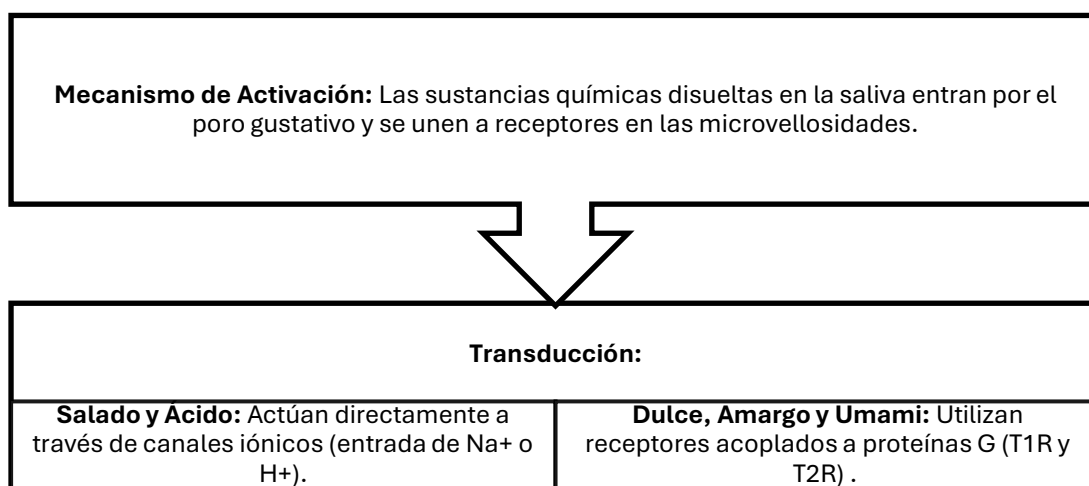
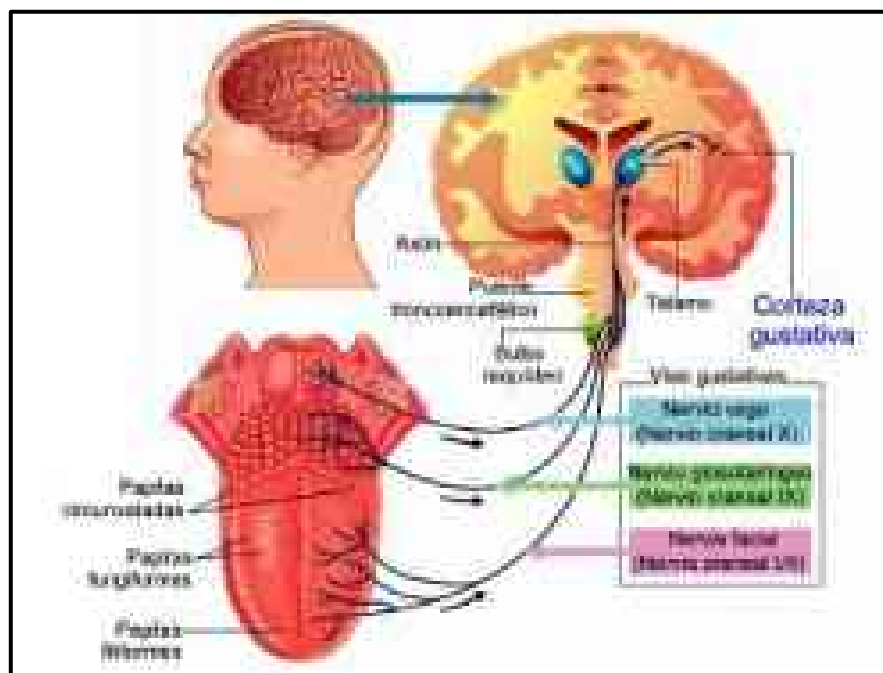


Figura 98

Vías nerviosas del gusto



Nota. Se detalla las vías nerviosas del gusto. La información de las papilas (circunvaladas, fungiformes, filiformes) viaja por los nervios craneales (VII, IX, X) a través del troncoencefalo y el tálamo, hasta la corteza gustativa cerebral para su interpretación. Tomado de Fernandes (2025). Gusto. <https://www.significados.com/gusto/>

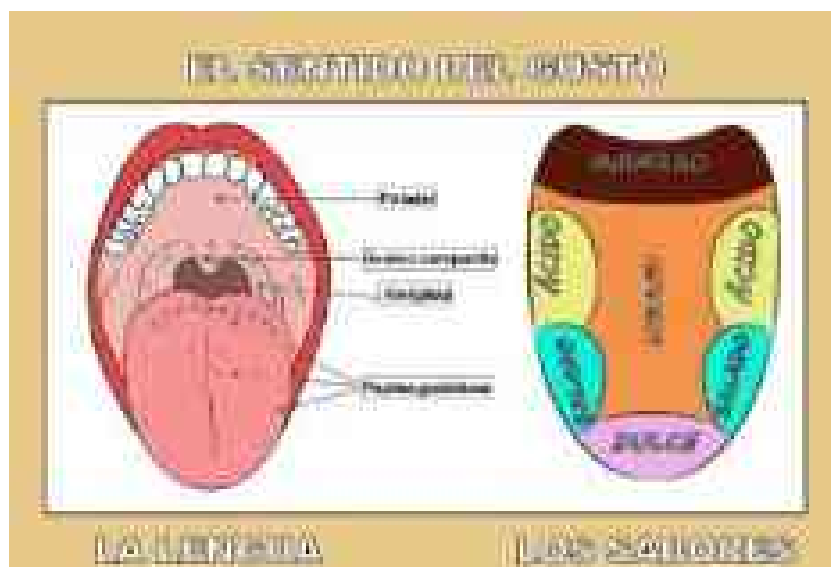
4.3.2. Sabores Básicos

Los sabores percibidos se clasifican en cinco modalidades primarias:

- **Dulce:** asociado a azúcares y algunos aminoácidos.
- **Salado:** detecta la presencia de iones sodio y otros electrolitos.
- **Ácido:** sensibilidad a iones hidrógeno (pH bajo).
- **Amargo:** percibe compuestos potencialmente tóxicos (alcaloides).
- **Umami:** detecta glutamato y nucleótidos, relacionado con alimentos ricos en proteínas.

Figura 99

Percepción de sabores por el sentido del gusto



Nota. Cleveland Clinic. (2025). *Taste Bud: Anatomy, Function and Location*.

4.3.3. Vías Nerviosas Del Gusto

La vía nerviosa del gusto es un sistema de conducción multineuronal que transporta señales químicas desde las papilas gustativas hasta la corteza cerebral para su interpretación consciente. Esta vía se organiza en tres neuronas principales y utiliza tres nervios craneales distintos para cubrir la cavidad oral.

- **Nervio facial (VII):** transmite sensaciones de los dos tercios anteriores de la lengua.
- **Nervio glosofaríngeo (IX):** conduce señales del tercio posterior de la lengua.
- **Nervio vago (X):** transmite impulsos de la epiglotis y faringe.

Estos impulsos llegan al núcleo del tracto solitario en el bulbo raquídeo, pasan al tálamo y se proyectan a la corteza gustativa en la ínsula.

4.3.4. Alteraciones Del Gusto

Las alteraciones del gusto, conocidas clínicamente como disgeusias, son trastornos que afectan la capacidad de percibir sabores o que distorsionan la percepción gustativa. Según estudios clínicos, estas condiciones han ganado relevancia debido a su persistencia como secuelas neurológicas y su impacto en la nutrición y calidad de vida (NIDCD, 2024).

Clasificación de las Alteraciones

- **Ageusia:** Ausencia total del sentido del gusto (es poco común en su forma primaria).
- **Hipogeusia:** Reducción de la sensibilidad gustativa.
- **Disgeusia:** Percepción distorsionada del gusto (por ejemplo, sentir un sabor metálico o amargo constante en ausencia de estímulos).
- **Fantogeusia:** Percepción de un sabor (generalmente desagradable) sin que haya nada en la boca.
- **Parageusia:** Percepción de un sabor distinto al que se está consumiendo (ej. sentir algo dulce como amargo) (NIDCD, 2024).

Etiología (Causas Comunes)

- **Infecciones Virales:** Secuelas post-virales (como las observadas en variantes de COVID-19 o gripe persistente) que afectan los quimiorreceptores.
- **Déficits Nutricionales:** La falta de zinc es una de las causas bioquímicas más comunes de hipogeusia.
- **Fármacos:** Muchos medicamentos (antibióticos, antihipertensivos y quimioterapia) se excretan en la saliva, provocando sabores metálicos o bloqueando receptores.
- **Higiene Oral y Tabaquismo:** La inflamación gingival y el humo del tabaco reducen la densidad de las papilas gustativas.
- **Factores Neurológicos:** Daño en los nervios craneales (VII, IX, X) o lesiones en la corteza insular) (NIDCD, 2024).

4.4. El olfato

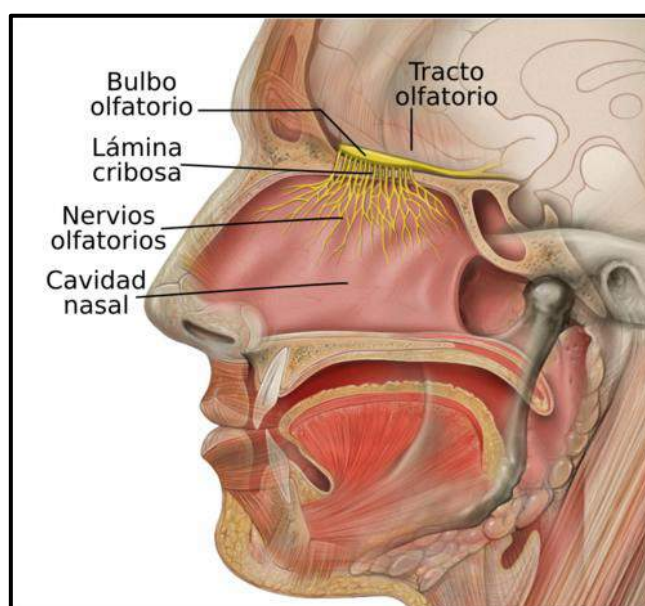
El olfato es un sentido químico que permite la detección y procesamiento de moléculas volátiles (odorantes) dispersas en el aire. Es el único sentido que tiene una conexión directa con el sistema límbico, lo que explica su fuerte vínculo con la memoria y las emociones.

4.4.1. Anatomía del Sistema Olfatorio

- **Epitelio Olfatorio:** Localizado en el techo de la cavidad nasal. Contiene las neuronas receptoras olfatorias (NRO), células de sostén y células basales (encargadas de la regeneración neuronal constante).
- **Neuronas Receptoras Olfatorias:** Son neuronas bipolares que poseen cilios donde residen los receptores específicos de proteínas G.
- **Bulbo Olfatorio:** Estructura del prosencéfalo donde las NRO hacen sinapsis con las células mitrales dentro de estructuras esféricas llamadas glomérulos.

Figura 100

Anatomía del Sistema Olfatorio



Nota. Cleveland Clinic. (2025). Olfactory System: Anatomy and How it Works. my.clevelandclinic.org

Mecanismo de Transducción

- **Captación:** Las moléculas odorantes se disuelven en el moco nasal y se unen a proteínas transportadoras.
- **Activación:** El complejo odorante-receptor activa la enzima adenilato ciclasa, incrementando el AMP cíclico (AMPc).
- **Potencial de Acción:** El aumento de AMPc abre canales iónicos, provocando la entrada de sodio (Na^+) y calcio (Ca^{2+}), lo que despolariza la neurona y genera el impulso nervioso.

Vía Olfatoria (Neuroanatomía)

A diferencia de otros sentidos, el olfato no requiere pasar obligatoriamente por el tálamo antes de llegar a la corteza:

- **Nervio Olfatorio (I Par):** Formado por los axones que atraviesan la lámina cribosa del etmoides.
- **Tracto Olfatorio:** Conduce la señal desde el bulbo hacia el cerebro.
- **Corteza Olfatoria Primaria (Piriforme):** Localizada en el lóbulo temporal, encargada de la identificación del olor.
- **Conexiones Secundarias:** Amígdala (emoción) e Hipocampo (memoria).

Alteraciones del Olfato

Las alteraciones del olfato son trastornos que afectan la capacidad de detectar, identificar o interpretar los olores. Estas patologías han cobrado una relevancia clínica sin precedentes, consolidándose como marcadores tempranos de enfermedades neurodegenerativas y secuelas sistémica

Tabla 46

Alteraciones del sistema olfatorio

Tipo de Alteración	Término Clínico	Definición	Causas
Cuantitativa (Cantidad)	Anosmia	Pérdida total del sentido del olfato.	Traumatismo craneal, infecciones virales graves, pólipos nasales.
	Hiposmia	Reducción parcial de la capacidad de oler.	Envejecimiento, tabaquismo, rinitis alérgica, Parkinson temprano.
	Hiperosmia	Aumento anormal de la sensibilidad olfativa.	Embarazo (cambios hormonales), migrañas, alteraciones neurológicas.
Cualitativa (Calidad/Distorsión)	Parosmia	Distorsión de un olor real (ej. el café huele a podrido).	Secuelas post-virales (reparación incorrecta de neuronas), toxinas.
	Fantosmia	Percepción de un olor sin que exista el	Epilepsia del lóbulo temporal, tumores

		estímulo (alucinación).	cerebrales, sinusitis crónica.
	Cacosmia	Percepción de olores desagradables de origen interno.	Infecciones dentales graves, rinitis atrófica, cuadros psicóticos.
Cognitiva	Agnosia Olfatoria	Incapacidad para identificar o clasificar un olor detectado.	Alzheimer, lesiones en la corteza piriforme (lóbulo temporal).

Nota. NIDCD. (2025). Smell Disorders: Symptoms, Causes and Management. www.nidcd.nih.gov

4.5. El tacto

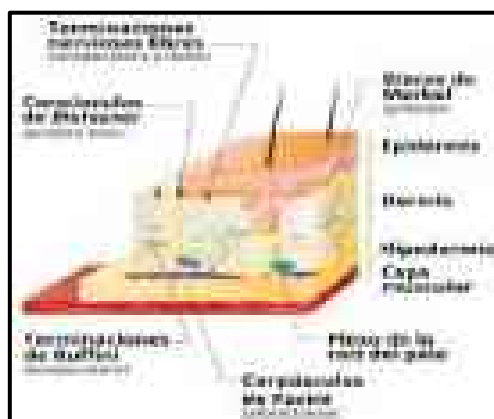
El sentido del tacto es un sistema sensorial complejo que, a diferencia de los sentidos especiales, no se localiza en un solo órgano, sino que está distribuido por todo el organismo a través de la piel y los tejidos internos. Se define como un componente del sistema somatosensorial que integra la percepción de presión, temperatura, dolor y posición corporal. Es esencial para la exploración del entorno, la protección y la comunicación afectiva.

4.5.1. Anatomía Del Sentido Del Tacto

La anatomía del sentido del tacto se centra en la piel, el órgano más extenso del cuerpo humano, que actúa como un receptor masivo de estímulos. En 2025, la visión anatómica del tacto se integra dentro del sistema somatosensorial, el cual se organiza en tres niveles: el receptor periférico, las vías de conducción y los centros de procesamiento cortical.

Figura 101

Estructuras del sentido del tacto



Nota. Abraira, V. E., & Ginty, D. D. (2025). *The Sensory Neurons of Touch: Physiology and Function.* En *Principles of Neural Science.* McGraw Hill.

Estructura de la Piel (Órgano Receptor)

La piel se organiza en tres capas fundamentales donde se distribuyen los receptores táctiles:

- **Epidermis:** Capa externa. Contiene los Discos de Merkel (tacto sostenido) y terminaciones libres.
- **Dermis:** Capa intermedia rica en tejido conectivo. Aquí se encuentran la mayoría de los corpúsculos encapsulados (Meissner, Pacini y Ruffini) y los folículos pilosos que detectan el movimiento del vello.
- **Hipodermis:** Capa profunda donde se localizan los corpúsculos de Pacini más grandes, especializados en detectar presiones intensas y vibraciones profundas.

Microanatomía de los Receptores (Mecanorreceptores)

Los receptores se clasifican por su morfología y velocidad de adaptación:

Tabla 47

Los mecanorreceptores

Estructura	Ubicación	Sensibilidad Anatómica
Corpúsculos Meissner	de Papilas dérmicas (puntas de dedos, labios)	Tacto discriminativo y deslizamiento de objetos.
Corpúsculos Pacini	de Dermis profunda y tejido conectivo	Vibraciones rápidas y presión mecánica profunda.
Discos de Merkel	Capa basal de la epidermis	Bordes, esquinas y texturas rugosas.
Corpúsculos Ruffini	de Dermis profunda	Estiramiento de la piel y rotación articular.
Terminaciones Libres	Epidermis y dermis	Dolor (nociceptores) y cambios térmicos.

Nota. Cleveland Clinic. (2025, 12 de febrero). Somatosensory System: Anatomy and Functions. my.clevelandclinic.org

4.5.2. *Distribución De Receptores En El Cuerpo*

La densidad de receptores varía según la región corporal:

- Alta sensibilidad: dedos, labios, lengua y cara.
- Menor sensibilidad: espalda, brazos y piernas.

Esto se estudia mediante el mapa somatosensorial de Penfield, que muestra la representación cortical de distintas áreas.

4.5.3. *Vías Nerviosas Del Tacto*

Los impulsos viajan a través de fibras nerviosas sensoriales que ingresan a la médula espinal y ascienden por dos vías principales:

- **Vía del cordón posterior-lemnisco medial:** transporta tacto fino, vibración y presión.
- **Vía espinotalámica:** conduce dolor, temperatura y tacto burdo.

Ambas llegan al tálamo y luego a la corteza somatosensorial en el lóbulo parietal

4.5.4. *Funciones Del Tacto*

El sentido del tacto cumple funciones críticas para la supervivencia, la interacción social y el reconocimiento del entorno.

- Identificación de objetos por forma y textura.
- Regulación de la temperatura corporal.
- Protección frente a estímulos dolorosos.
- Comunicación no verbal y afectiva.

4.5.5. *Alteraciones Del Tacto*

Están integradas dentro de los trastornos somatosensoriales, se manifiestan como cambios en la capacidad para percibir estímulos mecánicos, térmicos o dolorosos. Estas patologías suelen ser indicadores de neuropatías periféricas, lesiones en la médula espinal o disfunciones en la corteza cerebral (Karcz et al., 2024).

- **Anestesia:** Pérdida total de la sensibilidad táctil en una zona determinada.
- **Hipoestesia:** Reducción de la sensibilidad al tacto o a la presión.

- **Hiperestesia:** Sensibilidad excesiva o exagerada ante un estímulo táctil, que puede llegar a ser molesta.
- **Parestesia:** Sensación de hormigueo, pinchazos o adormecimiento, generalmente sin un estímulo externo (común en compresiones nerviosas).
- **Disestesia:** Percepción distorsionada y desagradable de un estímulo normal (por ejemplo, sentir dolor ante un roce suave).
- **Astereognosia:** Incapacidad para reconocer objetos mediante el tacto (forma, textura), a pesar de que la sensibilidad básica está intacta; suele indicar lesiones en el lóbulo parietal (Karcz et al., 2024).

AUTOEVALUACIÓN

1. **¿Cuál de los siguientes NO es considerado un órgano de los sentidos especiales?**
 - a) Oído
 - b) Vista
 - c) Piel
 - d) Olfato
2. **La retina del ojo contiene los fotorreceptores encargados de captar la luz. Estos son:**
 - a) Conos y bastones
 - b) Corpúsculos de Pacini y Meissner
 - c) Papilas gustativas
 - d) Neuronas bipolares
3. **El oído interno está formado principalmente por:**
 - a) Martillo, yunque y estribo
 - b) Cóclea, vestíbulo y canales semicirculares
 - c) Pabellón auricular y conducto auditivo externo
 - d) Membrana timpánica
4. **¿Qué nervio craneal transporta la información olfativa?**
 - a) Nervio óptico (II)
 - b) Nervio olfatorio (I)
 - c) Nervio vestibulococlear (VIII)
 - d) Nervio facial (VII)
5. **La lengua percibe los sabores básicos gracias a:**
 - a) Papilas gustativas
 - b) Corpúsculos de Ruffini
 - c) Terminaciones nerviosas libres
 - d) Fotorreceptores
6. **La función principal de los corpúsculos de Meissner en la piel es:**
 - a) Detectar vibraciones profundas
 - b) Percibir tacto fino y presión ligera
 - c) Registrar cambios de temperatura
 - d) Producir melanina

VERDADERO O FALSO

7. El cristalino del ojo es una estructura transparente que permite el enfoque de la luz en la retina. ()
8. El nervio vestibulococlear transmite la información relacionada con el equilibrio y la audición. ()
9. Las papilas filiformes de la lengua contienen la mayor cantidad de botones gustativos. ()
10. El epitelio olfativo se localiza en la parte superior de la cavidad nasal y contiene receptores para olores. ()

BIBLIOGRAFÍA

- Alhen, F., & Marre, M. (2024). Young-Onset Type 2 Diabetes: When Gluconeogenesis Is Overfueled and Out of Control. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 109(10), e1940-e1941. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgae123>
- Bautista, M., & Villacresis, X. (2018). Terminología anatómica: Acetábulo o cavidad cotiloidea. *Investigación en Educación Médica*, 7(28), 108. <https://doi.org/10.22201/facmed.20075057e.2018.28.18113>
- Bazira, P. J. (2024). An overview of the nervous system. *Surgery (Oxford)*, 42(8), 525-535. <https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2024.05.013>
- Billman, G. E. (2020). Homeostasis: The Underappreciated and Far Too Often Ignored Central Organizing Principle of Physiology. *Frontiers in Physiology*, 11, 200. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00200>
- Blog de biología. (2025). Mecánica respiratoria [Blog]. *Sistema Respiratorio*. <https://www.blogdebiologia.com/mecanica-respiratoria.html>
- Carracedo, J., & Ramírez, R. (2024). Anatomía y Fisiología Renal. En *Nefrología al día*. <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-fisiologia-renal-335-pdf>
- Cheng, L., O'Grady, G., & Du, P. (2010). Gastrointestinal system. *WIREs Systems Biology and Medicine*, 2(1), 65-79. <https://doi.org/10.1002/wsbm.19>
- Chindamo, G., Sapino, S., Peira, E., Chirio, D., Gonzalez, M. C., & Gallarate, M. (2020). Bone Diseases: Current Approach and Future Perspectives in Drug Delivery Systems for Bone Targeted Therapeutics. *Nanomaterials*, 10(5), 875. <https://doi.org/10.3390/nano10050875>
- Clarke, B. (2008). Normal Bone Anatomy and Physiology. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 3(Supplement_3), S131-S139. <https://doi.org/10.2215/CJN.04151206>

- Cowa, Paul, Marjorie, Launico, & Preet, Kahai. (2024, abril 21). *Anatomía de los huesos*. NCBI. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537199/>
- Dasinger, J. H., Abais-Battad, J. M., McCrorey, M. K., & Van Beusecum, J. P. (2025). Recent advances on immunity and hypertension: The new cells on the kidney block. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 328(3), F301-F315. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.00309.2024>
- Delgado, P. D., Martín, V., Galacho, A., Ortega, S., Herrero, A. I., & Rodríguez, A. (2020). Polvo de vancomicina tópico para la prevención de infección de herida quirúrgica en cirugía electiva de columna por vía posterior. *Neurocirugía*, 31(2), 64-75. <https://doi.org/10.1016/j.neucir.2019.07.004>
- Eschweiler, J., Horn, N., Rath, B., & Betsch, M. (2021). La biomecánica del cartílago: Una descripción general. *Life*, 11(4), 302. <https://doi.org/10.3390/life11040302>
- Fettiplace, R., & Kim, K. X. (2014). The Physiology of Mechanoelectrical Transduction Channels in Hearing. *Physiological Reviews*, 94(3), 951-986. <https://doi.org/10.1152/physrev.00038.2013>
- Fountain, J., & Lappin, S. (2023). *Physiology, Male Reproductive System*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538429/>
- Frontera, W. R., & Ochala, J. (2015). Músculo esquelético: Una breve revisión de su estructura y función. *Calcified Tissue International*, 96(3), 183-195. <https://doi.org/10.1007/s00223-014-9915-y>
- Giuliani, J., Tebano, U., & Mandarà, M. (2025). Advances in Enteric Nervous System and Microbiota Interactions. *Journal of Clinical Medicine*, 14(2), 345. <https://doi.org/10.3390/jcm14020345>

- Guo, Z., & Deng, S. (2025). Editorial: Current trends in muscle diseases and their treatment strategies. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 13, 1660074. <https://doi.org/10.3389/fcell.2025.1660074>
- Hughes, R. W., Seth, B., & De Gray, L. E. (2023). Medicamentos utilizados para tratar enfermedades articulares y musculares. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 24(12), 806-812. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2023.09.008>
- Karcz, M., Abd-Elsayed, A., Chakravarthy, K., Mansoor, A., Strand, N., Malinowski, M., Latif, U., Dickerson, D., Suvar, T., Lubenow, T., Peskin, E., D'Souza, R., Cornidez, E., Dudas, A., Lam, C., Farrell li, M., Sim, G., Sebai, M., Garcia, R., ... Deer, T. (2024). Pathophysiology of Pain and Mechanisms of Neuromodulation: A Narrative Review (A Neuron Project). *Journal of Pain Research, Volume 17*, 3757-3790. <https://doi.org/10.2147/JPR.S475351>
- Lories, R. J., & Luyten, F. P. (2013). Descripción general de la biología de las articulaciones y el cartílago. En *Genetics of Bone Biology and Skeletal Disease* (pp. 35-51). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387829-8.00003-2>
- Marenzana, M., & Arnett, T. R. (2013). The Key Role of the Blood Supply to Bone. *Bone Research*, 1(3), 203-215. <https://doi.org/10.4248/BR201303001>
- Marieb EN. (2008). *Anatomía y fisiología humana* (9.^a ed.). Ed. Madrid: Pearson Educación.
- Mouritsen, O. G. (2015). The science of taste. *Flavour*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s13411-014-0028-3>
- NIDCD. (2024). *Trastornos del gusto*. National Institute on Deafness and Other Communication Disorders. <https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/trastornos-del-gusto>

- Peláez, C. (2021). Los sentidos del cuerpo. *Debate Feminista*, 62. <https://doi.org/10.22201/cieg.2594066xe.2021.62.2278>
- Reed, B., & Carr, B. (2023). *El ciclo menstrual normal y el control de la ovulación*. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc. www.ncbi.nlm.nih.gov
- Rehman, I., & Rehman, A. (2025, enero). *Anatomía, Tórax, Corazón*. Treasure Island (FL). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470256/>
- Rodríguez, R., Losardo, R., & Binivignat, O. (2019). La Anatomía Humana como Disciplina Indispensable en la Seguridad de los Pacientes. *International Journal of Morphology*, 37(1), 241-250. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022019000100241>
- Sensoy, I. (2021). Una revisión sobre la digestión de los alimentos en el tracto digestivo y los modelos in vitro utilizados. *Current Research in Food Science*, 4, 308-319. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.04.004>
- Silva, R., & Sasso, E. (2015). Biology of Bone Tissue: Structure, Function, and Factors That Influence Bone Cells. *BioMed Research International*, 2015, 1-17. <https://doi.org/10.1155/2015/421746>
- Šromová, V., Sobola, D., & Kaspar, P. (2023). Breve revisión de la función e importancia de las células óseas. *Cells*, 12(21), 2576. <https://doi.org/10.3390/cells12212576>
- Stepanova, N., & Tamazenko, Y. (2025). Modular Strategies for Nephron Replacement and Clinical Translation. *Kidney and Dialysis*, 5(3), 41. <https://doi.org/10.3390/kidneydial5030041>
- Tortora, G., & Dettickson, B. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (15.^a ed.). Editorial Medica Panamericana. <file:///C:/Users/59399/Desktop/CARGA%20HORARIA%202025%20IIP/ANATO>

MIA%20Y%20FISIOLOGIA/Tortora,%20Derrickson%20Principios%20de%20Anatomia%20y%20Fisiologia%2015a%20Edicion.pdf

Trainini, A. (2025). *La circulación de la sangre: Historia de un descubrimiento*. Editorial Biblos.

https://books.google.com.ec/books?id=vSBeEQAAQBAJ&hl=es&source=gbs_navlinks_s

Vidal, N., Miranda, R., & Vásquez, B. (2023). Uso de Términos de Relación y Comparación: Un Análisis de Terminología Anatómica. *International Journal of Morphology*, 41(4), 1177-1183. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022023000401177>

Wang, Z., & Raunser, S. (2023). Structural Biochemistry of Muscle Contraction. *Annual Review of Biochemistry*, 92(1), 411-433. <https://doi.org/10.1146/annurev-biochem-052521-042909>

Waxman, S. (2021). *Neuroanatomía clínica* (29.ª ed). McGraw-Hill.

ISBN: 978-9907-806-08-3

