

editorial  
**fontamara**



VERDAD, BELLEZA, PROBIIDAD

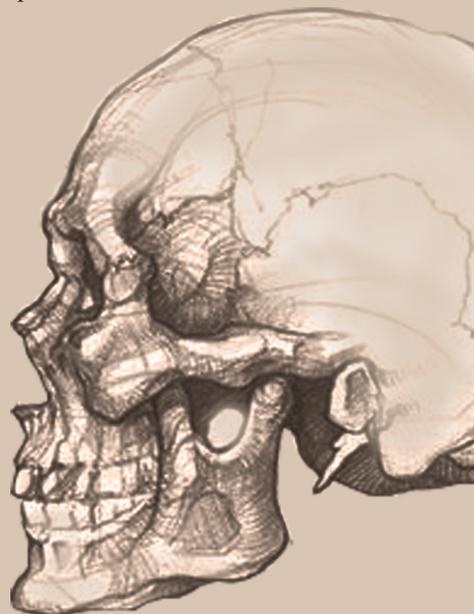
# Anatomía y fisiología

para estudiantes de enfermería

Teoría y ejercicios

**Coordinadora:**

Irma Guadalupe Rangel Enríquez





# **Anatomía y Fisiología para estudiantes de enfermería**

Teoría y ejercicios

---

Anatomía y Fisiología para estudiantes de enfermería. Teoría y ejercicios /Irma Guadalupe Rangel Enríquez.—Cd. Victoria, Tamaulipas : Universidad Autónoma de Tamaulipas ; 2023.

159 págs. ; 17 x 23 cm.

1. Educación. Investigación, enfermería. temas relacionados

LC: QP33.6.M36 A5.3 2023

DEWEY: 610.7 MB

---

Universidad Autónoma de Tamaulipas  
Matamoros SN, Zona Centro  
Ciudad Victoria, Tamaulipas C.P. 87000  
D. R. © 2023

Consejo de Publicaciones UAT  
Centro Universitario Victoria  
Centro de Gestión del Conocimiento. Segundo Piso  
Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C.P. 87149  
Tel. (52) 834 3181-800 • extensión: 2905 • [www.uat.edu.mx](http://www.uat.edu.mx)  
[didit@uat.edu.mx](mailto:didit@uat.edu.mx)

Libro aprobado por el Consejo de Publicaciones UAT  
ISBN UAT: 978-607-8888-25-2

Editorial Fontamara, S.A. de C.V.  
Av. Hidalgo No. 47-B, Colonia Del Carmen  
Alcaldía de Coyoacán, 04100, CDMX, México  
Tels. 555659-7117 y 555659-7978  
[contacto@fontamara.com.mx](mailto:contacto@fontamara.com.mx) • [coedicion@fontamara.com.mx](mailto:coedicion@fontamara.com.mx) • [www.fontamara.com.mx](http://www.fontamara.com.mx)  
ISBN Fontamara: 978-607-736-855-7

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra incluido el diseño tipográfico y de portada, sea cual fuera el medio, electrónico o mecánico, sin el consentimiento del Consejo de Publicaciones UAT.  
Libro digital

**Esta obra y sus capítulos fue sometida a una revisión de pares a doble ciego, la cual fue realizada por especialistas pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores. Así mismo, fue aprobada para su publicación por el Consejo de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y el Comité Interno de la editorial Fontamara.**

# Anatomía y Fisiología para estudiantes de enfermería

## Teoría y ejercicios

Coordinadora:

Irma Guadalupe Rangel Enríquez

editorial  
**fontamara**





Dr. Dámaso Leonardo Anaya Alvarado  
PRESIDENTE

Dr. Fernando Leal Ríos  
VICEPRESIDENTE

Dr. Leonardo Uriel Arellano Méndez  
SECRETARIO TÉCNICO

Mtro. Eduardo García Fuentes  
VOCAL

Dra. Rosa Issel Acosta González  
VOCAL

Lic. Marco Antonio Batarse Contreras  
VOCAL

MVZ. Rogelio de Jesús Ramírez Flores  
VOCAL

**Comité Editorial del Consejo de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Tamaulipas**

**Dra. Lourdes Arizpe Slogher** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. Amalio Blanco** • Universidad Autónoma de Madrid, España | **Dra. Rosalba Casas Guerrero** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. Francisco Díaz Bretones** • Universidad de Granada, España | **Dr. Rolando Díaz Lowing** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. Manuel Fernández Ríos** • Universidad Autónoma de Madrid, España | **Dr. Manuel Fernández Navarro** • Universidad Autónoma Metropolitana, México | **Dra. Juana Juárez Romero** • Universidad Autónoma Metropolitana, México | **Dr. Manuel Marín Sánchez** • Universidad de Sevilla, España | **Dr. Cervando Martínez** • University of Texas at San Antonio, E.U.A. | **Dr. Darío Páez** • Universidad del País Vasco, España | **Dra. María Cristina Puga Espinosa** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. Luis Arturo Rivas Tovar** • Instituto Politécnico Nacional, México | **Dr. Aroldo Rodrigues** • University of California at Fresno, E.U.A. | **Dr. José Manuel Valenzuela Arce** • Colegio de la Frontera Norte, México | **Dra. Margarita Velázquez Gutiérrez** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. José Manuel Sabucedo Cameselle** • Universidad de Santiago de Compostela, España | **Dr. Alessandro Soares da Silva** • Universidad de São Paulo, Brasil | **Dr. Akexandre Dorna** • Universidad de CAEN, Francia | **Dr. Ismael Vidales Delgado** • Universidad Regiomontana, México | **Dr. José Francisco Zúñiga García** • Universidad de Granada, España | **Dr. Bernardo Jiménez** • Universidad de Guadalajara, México | **Dr. Juan Enrique Marciano Medina** • Universidad de Puerto Rico-Humacao | **Dra. Ursula Oswald** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Arq. Carlos Mario Yori** • Universidad Nacional de Colombia | **Arq. Walter Debenedetti** • Universidad de Patrimonio, Colonia, Uruguay | **Dr. Andrés Piqueras** • Universitat Jaume I, Valencia, España | **Dra. Yolanda Troyano Rodríguez** • Universidad de Sevilla, España | **Dra. María Lucero Guzmán Jiménez** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dra. Patricia González Aldea** • Universidad Carlos III de Madrid, España | **Dr. Marcelo Urra** • Revista Latinoamericana de Psicología Social | **Dr. Rubén Ardila** • Universidad Nacional de Colombia | **Dr. Jorge Gissi** • Pontificia Universidad Católica de Chile | **Dr. Julio F. Villegas †** • Universidad Diego Portales, Chile | **Ángel Bonifaz Ezeta †** • Universidad Nacional Autónoma de México

# Índice

## Capítulo 1

### Estructura de la célula y tejidos básicos

11

*Ma. Guadalupe Bustos Vázquez*

*Rodolfo Torres De Los Santos*

*Hermilo Lucio Castillo*

## Capítulo 2

### Sistema tegumentario: piel y anexos

41

*Irma Guadalupe Rangel Enríquez*

*Perla Ruth García Hernández*

*Ma. Guadalupe González Netro*

## Capítulo 3

### Sistema músculo-esquelético

55

*Juan Manuel Ramírez Carrizales*

*Josué Antonio Reyna Enríques*

*Joel Chávez Rodríguez*

## Capítulo 4

### Sistema circulatorio

107

*Miriam Hernández Rodríguez*

*María Angélica Téllez González*

*Xóchitl Marisol García Casas*

## Capítulo 5

### Sistema respiratorio

143

*Perla Francisca Saucedo Flores*

*Verónica Judith Villarreal Rodríguez*

*Laura Guadalupe Núñez Torres*



## Presentación

Este libro se elaboró para los estudiantes de la materia Anatomía y Fisiología dentro de la carrera de Licenciado en Enfermería y otras relacionadas, los contenidos aquí presentados les brindarán el conocimiento elemental de la estructura y función de la célula y los tejidos, para comprender los sistemas tegumentario, muscular, esquelético, circulatorio y respiratorio.

Para un estudiante de enfermería es importante adentrarse en el funcionamiento de la Anatomía y la Fisiología humana para fundamentar su ejercicio profesional en los principios científicos de las ciencias biomédicas. Esto le permitirá identificar los aspectos normales de la morfología y la función del organismo, adquirir una visión global e integral del cuerpo humano y relacionar la información obtenida con las asignaturas por cursar, entre ellas: Enfermería Fundamental, Comunitaria, Microbiología y Parasitología, Educación para la salud, Alteraciones de salud en el adulto, Farmacología, y Enfermería y salud en la mujer.

El alumno integrará los principios básicos de la Anatomía y la Fisiología humana, para adquirir habilidades y las destrezas para interactuar y aportar información al equipo de salud con alta responsabilidad y confianza en sí mismo; así como para desarrollar las funciones técnicas, administrativas, docentes y en la investigación.

Además, aplicará los conocimientos adquiridos para encauzar las diversas intervenciones de la Enfermería hacia los usuarios en los ámbitos clínico-epidemiológico, educativo y administrativo.

*Irma Guadalupe Rangel Enríquez*



# Capítulo 1

## Estructura de la célula y tejidos básicos

*Ma. Guadalupe Bustos Vázquez*

*Rodolfo Torres De Los Santos\**

*Hermilo Lucio Castillo<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup>Los autores forman parte de la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Blvd. E. Cárdenas González 1201 Pte. Col. Jardín Cd. Mante, Tamaulipas.

\*Autor de correspondencia: [rotorres@docentes.uat.edu.mx](mailto:rotorres@docentes.uat.edu.mx)



## Competencias

- Analiza el significado de Anatomía y Fisiología y su importancia en la Enfermería.
- Identifica estructuras básicas del cuerpo humano.
- Demuestra su comprensión al señalar la planimetría y regiones del cuerpo humano ante sus compañeros de forma respetuosa.
- Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y su divulgación.
- Diseña una maqueta representativa de la célula animal.
- Aporta opiniones pertinentes y valora las de sus compañeros.

## Terminología

La Anatomía y la Fisiología forman parte de la Biología; su objetivo general es el conocimiento del cuerpo humano y es necesaria para los estudiantes de las áreas médicas, ya que fundamenta la identificación del individuo enfermo para saber del mal que padece y de lo que puede hacerse para ayudarlo a regresar al estado normal de buena salud (Marieb, 2012).

**Anatomía.** Estudia la forma en que se encuentra estructurado el cuerpo humano, además de la relación entre cada una de sus partes.

**Fisiología.** Estudia el funcionamiento de cada uno de los sistemas del cuerpo humano.

## Clasificación de anatomía

**Anatomía descriptiva.** Estudia la estructura anatómica de un organismo a partir de su organización por aparatos o sistemas.

**Anatomía regional.** Estudia la anatomía por regiones del cuerpo de un organismo, ya sea humano o animal.

**Anatomía aplicada.** Se refiere a aplicar el conocimiento estructural y funcional de la anatomía para llevar a cabo un diagnóstico y tratamiento adecuado dentro de las ciencias de la salud.

**Anatomía comparada.** Estudia la estructura de un organismo animal, las semejanzas y diferencias entre diversos órdenes y especies de animales.

**Anatomía embrionaria.** Se refiere al estudio de los cambios anatómicos en las estructuras embrionarias, es decir, el ser humano o animal, dentro del vientre materno.

**Anatomía fisiológica.** Se encarga de estudiar la función de los órganos en relación con su anatomía.

**Anatomía macroscópica.** Parte de la anatomía que estudia de manera general el cuerpo humano sin la ayuda de un microscopio.

**Anatomía microscópica.** Parte de la anatomía que se encarga de estudiar microscópicamente la estructura del cuerpo humano a nivel celular y tisular.

**Anatomía quirúrgica.** Se refiere a la anatomía aplicada con referencia en el diagnóstico e intervención quirúrgica de un organismo.

**Anatomía patológica.** Estudia las modificaciones que sufren los órganos de un organismo bajo la acción de la enfermedad.

**Anatomía radiológica.** Se encarga de estudiar el organismo a través de imágenes diagnósticas (Quiroz, 2013).

### Actividades de aprendizaje

La anatomía descriptiva comprende las siguientes divisiones, investiga su significado y agrega dos definiciones breves.

**Actividades de aprendizaje**  
**La anatomía descriptiva comprende las siguientes divisiones, investiga su significado y agrega dos definiciones breves**

#### Cuadro 1

*Divisiones de la anatomía descriptiva*

División	Definición
Osteología	
Artrología	
Miología	
Angiología	
Cardiología	
Neurología	

Fuente: elaboración propia.

## Terminología empleada en anatomía

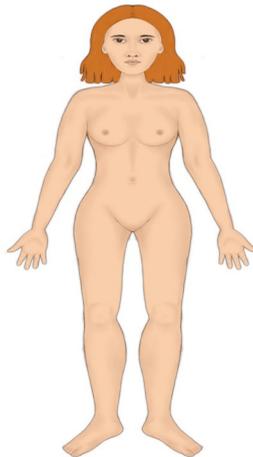
El cuerpo humano presenta salientes, curvas y cavidades que son identificadas mediante un grupo de términos específicos. Esto facilita la ubicación e identificación de las diversas estructuras que lo forman.

### 1. Posición anatómica

Los anatomistas identifican las estructuras del cuerpo humano mediante una postura estándar denominada posición anatómica, misma que consiste en colocar al individuo de pie frente al personal de salud, con la cabeza erguida y la vista al frente, con los pies apoyados en el piso y las extremidades superiores apuntadas a los lados manteniendo las palmas de las manos hacia el frente (Figura 1.1) (Marieb, 2012).

#### **Figura 1.1**

*Posición anatómica*



Fuente: elaboración propia (2023).

## 2. Términos de dirección

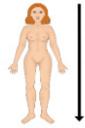
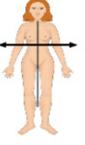
Los términos de dirección permiten al personal de salud localizar una estructura corporal en relación con otra. El Cuadro 2 define e ilustra los términos de dirección usados habitualmente (Marieb, 2012):

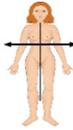
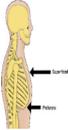
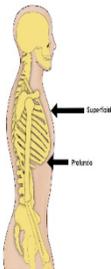
**Actividad de aprendizaje**  
**Complementa la columna de la derecha con ejemplos relacionados con la dirección indicada por las flechas**

### Cuadro 2

#### *Términos de dirección*

(Recomendación: cuide la gramática al aplicar los términos)

Término	Definición	Ilustración	Ejemplos
Superior o craneal (cefálico)	Hacia la parte superior del cuerpo humano o de una estructura, hacia arriba		La nariz se localiza encima de la boca
Inferior o caudal	Alejado de la parte superior, o la parte inferior de una estructura o del cuerpo; hacia abajo		El ombligo está por debajo del diafragma
Anterior o ventral	Hacia la parte anterior del cuerpo; por delante de...		El esternón se encuentra delante del corazón
Posterior o dorsal	Hacia la parte trasera del cuerpo; por detrás de...		La espina dorsal está por detrás de la tráquea
Medial o interno	Hacia la línea media del cuerpo o en ella		El corazón mantiene posición medial respecto al brazo

Lateral o externo	Alejado de la línea media; en la parte exterior		Los brazos ocupan posiciones laterales respecto al tórax
Proximal	Más cercano en referencia a la inserción de una extremidad en el tronco. O más cercano respecto al origen de una estructura		El brazo es proximal en relación con la mano
Distal	Es lo contrario a cercano. Alejado del origen de la parte del cuerpo o el punto de fijación de una extremidad al tronco del cuerpo		El pie es distal a las manos
Superficial	Hacia o en la superficie corporal		Los huesos del cráneo son superficiales respecto al cerebro
Profundo	Alejado de la superficie corporal; lo interno		Los músculos se localizan en lo profundo de la piel

Fuente: elaboración propia, modificada de Marieb (2012).

### 3. Planos anatómicos

El cuerpo humano puede ser también estudiado a partir de tres planos imaginarios que lo atraviesan en distintas regiones, por ejemplo, cuando el médico se prepara para observar las estructuras internas utiliza vistas localizadas en cortes o secciones que van a través de un órgano o del cuerpo en general. Existen tres tipos de planos (Figura 1.2).

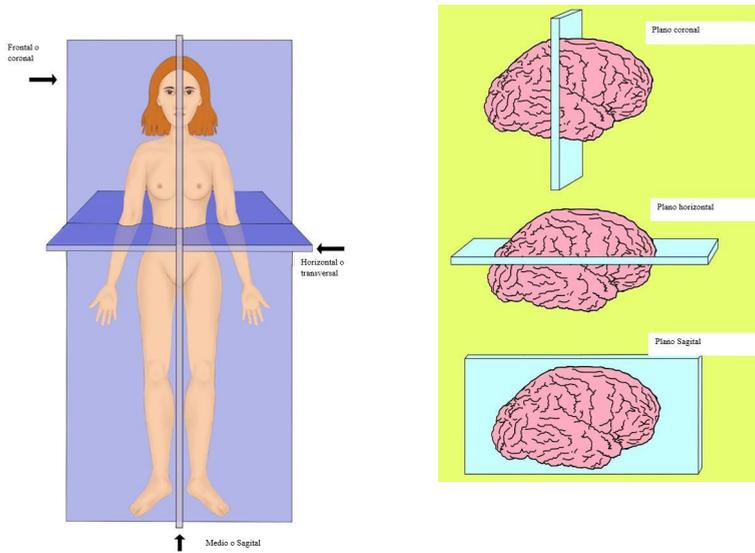
**Plano sagital.** Plano vertical que divide a un órgano o al cuerpo en su totalidad en derecha e izquierda.

**Plano frontal o coronal.** Plano divisor en vistas anterior y posterior.

**Plano transversal.** Plano divisor en parte superior e inferior (Tortora y Derrickson, 2018).

**Figura 1.2**

*Planos anatómicos*

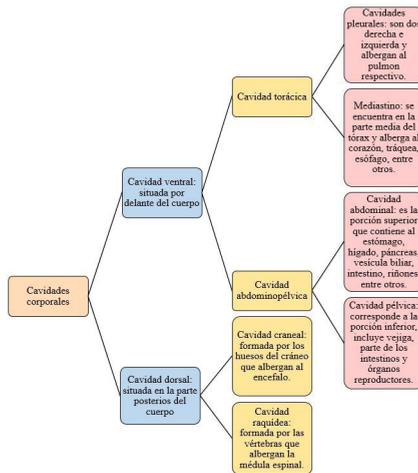


Fuente: elaboración propia, modificada de Tortora y Derrickson (2018).

## 4. Cavidades corporales

**Figura 1.3**

*Cavidades corporales*

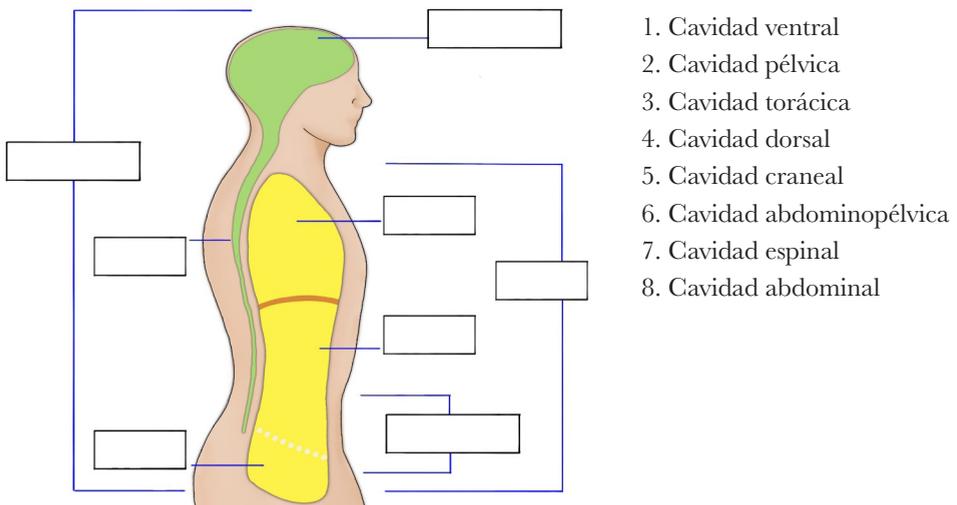


Fuente: elaboración propia (2023).

**Actividad de aprendizaje**  
**En la Figura 1.4 coloca el número de la cavidad correspondiente**

**Figura 1.4**

*Cavidades corporales*



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Uruguay Educa, 2017).

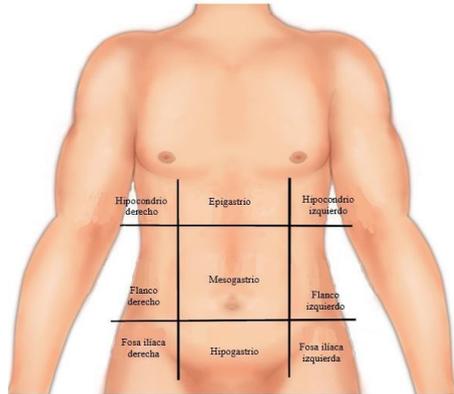
## 5. Regiones abdominales

Considerando que la cavidad abdominopélvica es amplia y aloja diversos órganos, es importante dividirla en regiones pequeñas para ser estudiada por los anatomistas de forma más concreta, con nueve regiones (Marieb, 2012).

**Figura 1.5**

*Regiones abdominales*

1. Hipocondrio derecho
2. Epigastrio
3. Hipocondrio izquierdo
4. Flanco derecho
5. Mesogastrio
6. Flanco izquierdo
7. Fosa ilíaca derecha
8. Hipogastrio
9. Fosa ilíaca izquierda



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Anatomía de Superficie, 2016).

## 6. Extremidades

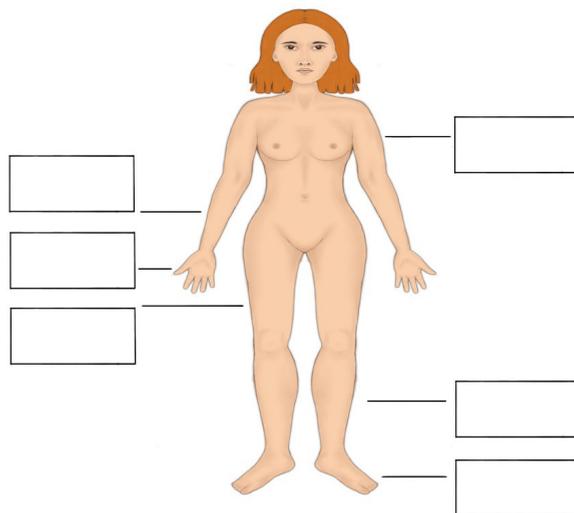
Son aquellos miembros largos y relativamente delgados que destacan del tronco. Las extremidades nos relacionan con el mundo que nos rodea (Figura 1.6). Hay dos tipos:

**Extremidades superiores.** Se encuentran articuladas en tres segmentos: *brazo*, *antebrazo* y *mano*. Son los órganos de prensión con los que tomamos los alimentos, los instrumentos de trabajo, etcétera.

**Extremidades inferiores.** También articuladas en tres segmentos: *muslo*, *pierna* y *pie*. Son los órganos locomotores con los que es factible la movilidad y el traslado de un lugar a otro.

Actividad de aprendizaje  
Coloca en el espacio el nombre del segmento correspondiente

**Figura 1.6**  
*Extremidades*



Fuente: elaboración propia (2023).

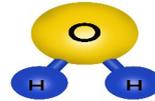
## 7. Niveles de organización estructural

Las estructuras que forman el ser humano se encuentran organizadas en seis niveles:

### Figura 1.7

#### *Niveles de organización estructural*

**Nivel químico:** los átomos son considerados unidades que al combinarse forman moléculas como proteínas, agua y azúcar



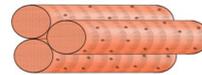
*Molécula de agua*

**Nivel celular:** las moléculas al combinarse entre sí forman células que son las unidades estructurales y funcionales del organismo



*Célula muscular*

**Nivel tisular:** es un grupo de células que funcionan conjuntamente para llevar a cabo un papel específico



*Tejido muscular*

**Nivel orgánico:** es un grupo de tejidos diferentes que se especializan en llevar a cabo una función específica



*Estómago*

**Nivel sistémico:** grupo de órganos que funcionan en forma conjunta para alcanzar un objetivo común



*Aparato digestivo*

**Nivel de los organismos:** el combinarse todos los sistemas se forma el cuerpo humano



*El cuerpo humano*

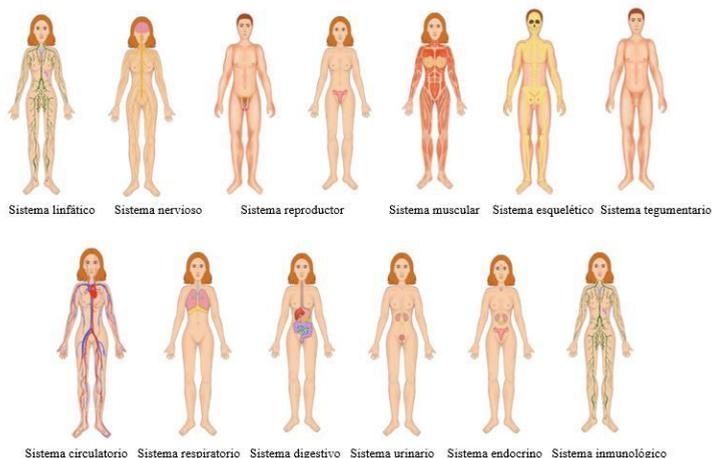
Fuente: elaboración propia (2023).

## 8. Sistemas del cuerpo humano

En la Figura 1.8 se ilustran y mencionan las principales funciones de los doce sistemas que forman el cuerpo humano y serán descritos en los capítulos posteriores.

**Figura 1.8**

*Sistemas del cuerpo humano*



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (EsSalud, 2017).

**Sistema tegumentario.** Conforman el revestimiento exterior del cuerpo formado por piel, uñas, pelo, glándulas sebáceas y sudoríparas. Protege a los tejidos más profundos de lesiones, regula la temperatura del cuerpo, elimina desechos y sintetiza vitamina D.

**Sistema esquelético.** Está formado por huesos, articulaciones y cartílagos asociados. Funciona como sostén, protección, movimiento, formación de células sanguíneas y almacén de minerales.

**Sistema muscular.** Representado por músculo esquelético, liso y cardíaco. Participa en los movimientos, mantiene la postura y produce calor.

**Sistema cardiovascular.** Integrado por corazón, sangre y vasos sanguíneos. El corazón bombea la sangre por los vasos sanguíneos. Lleva oxígeno y nutrientes, recoge dióxido de carbono y desechos.

**Sistema digestivo.** Formado por boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso, además de órganos accesorios. Lleva a cabo la digestión, absorbe nutrientes y elimina desechos sólidos.

**Sistema urinario.** Formado por riñones, uréteres, vejiga y uretra. Su función es producir, almacenar y eliminar la orina además de mantener el equilibrio de minerales en el organismo.

**Sistema nervioso.** Integrado por cerebro, médula espinal, nervios y órganos de los sentidos. Responde a los cambios externos e internos estimulando a los músculos y a las glándulas correspondientes.

**Sistema reproductor.** En el hombre: testículos, epidídimo, conductos deferentes y pene. En la mujer: ovarios, trompas de falopio, útero y vagina. Su función es la reproducción y la glándula mamaria produce leche.

**Sistema linfático.** Complementa el sistema cardiovascular, incluye vasos y ganglios linfáticos, bazo y amígdalas. Recolecta la linfa que extrae de los vasos sanguíneos, la purifica y la devuelve a la sangre, contiene células que intervienen en la inmunidad.

**Sistema endocrino.** Formado por las glándulas que forman hormonas, como la hipófisis, tiroides, páncreas, suprarrenales, etcétera. Estas hormonas regulan diferentes procesos en el organismo.

**Sistema respiratorio.** Integrado por nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios y pulmones. Proporciona oxígeno a la sangre y desecha bióxido de carbono (Marieb, 2012).

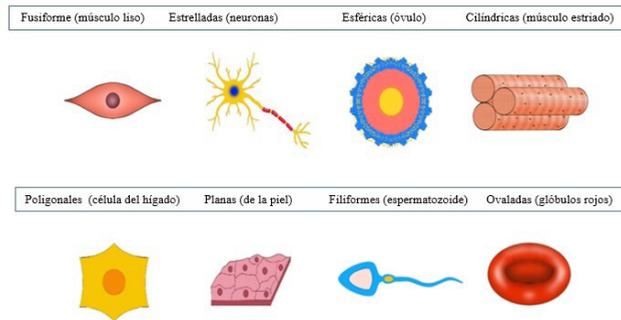
## Estructura celular

La célula puede ser definida como la unidad morfológica y funcional de los seres vivos que pueden ser unicelulares o multicelulares (Plattner et al., 2014). En el cuerpo humano se encuentran diferentes tipos de células que deben realizar acciones químicas fundamentales como el crecimiento celular, metabolismo y reproducción, lo que permite contribuir al desarrollo de muchas capacidades funcionales del organismo (Tortora y Derrickson, 2018).

Estas células pueden presentar diferentes formas, desde discoides, con extensiones muy delgadas o como palillos de dientes.

## Figura 1.9

Diversidad en la forma de las células



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Biopsicosalud, 2017).

Para facilitar su estudio la estructura celular puede dividirse en tres partes fundamentales:

- Membrana plasmática
- Citoplasma
- Núcleo

### Membrana plasmática

La estructura de la membrana plasmática se encuentra formada por una capa doble de lípidos colocadas “cola con cola” entre las que se encuentran las moléculas de proteína, algunas penetran a través de la membrana formando los llamados canales de proteínas, estos permiten el paso de sustancias por la membrana (Figura 1.10).

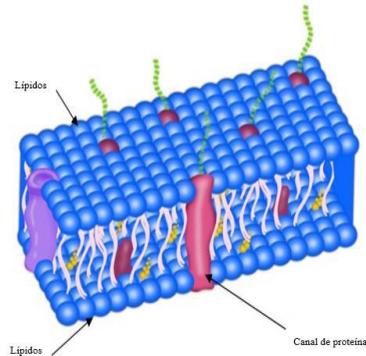
La mayor parte de la porción lipídica está constituida por fosfolípidos, aunque también se encuentra colesterol en las membranas plasmáticas.

La membrana tiene varias funciones algunas de las cuales son (Marieb, 2012):

- Forma la superficie exterior de la célula y divide el medio interno del externo.
- Tienen resistencia para conservar la integridad de la célula.
- Tiene permeabilidad selectiva, determina cuáles sustancias pueden entrar y cuáles salir.

## Figura 1.10

### Membrana plasmática



Fuente: elaboración propia, modificado de Tortora y Derrickson (2018).

### Actividad de aprendizaje

#### Investiga de manera individual cómo se llevan a cabo los sistemas de transporte:

Pasivo: difusión simple, facilitada, ósmosis y filtración.

Activo: transporte activo, endocitosis y exocitosis

Complementar con imágenes

Agregar bibliografía

## Citoplasma

El citoplasma forma el contenido de la célula ubicado entre la membrana y el núcleo. Tiene dos elementos principales:

**Citosol.** Constituye la parte líquida del citoplasma en la que flotan los orgánulos. Está compuesto principalmente de agua, varios solutos disueltos y partículas suspendidas como glucosa, proteínas, aminoácidos, lípidos, ATP y productos de desecho. Ahí se encuentran nutrientes y gran diversidad de solutos como glucosa, proteínas y lípidos (Tortora y Derrickson, 2018).

**Orgánulos.** Son estructuras celulares especializadas con sus propias características que realizan una función determinada para toda la célula.

Las principales:

- **Citoesqueleto.** Consiste en una red extendida dentro del citosol (Figura 1.11). Tiene 3 tipos de filamentos formados por proteínas:

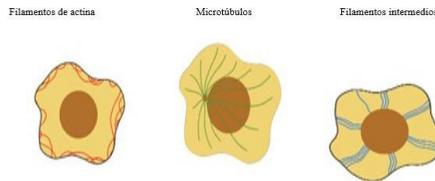
- *Microfilamentos.* Se encuentran concentrados en la periferia de la célula y contribuyen a darle su forma y resistencia, además de colaborar en la producción de movimientos como la contracción de los músculos, la división de la célula y su locomoción.

· *Filamentos intermedios*. Ayudan a mantener ciertas partes de la célula en su sitio, como el núcleo.

· *Microtúbulos*. Estos se originan de una región de la célula denominada centrosoma y mantiene a los orgánulos fijos, sirven de vías de desplazamiento para proteínas, además de formar el huso mitótico que conduce a los cromosomas en el proceso de la división celular (Saladin, 2013).

### Figura 1.11

*Citoesqueleto*



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Atlas de Histología Vegetal y Animal, 2023).

• **Ribosomas**. Son estructuras pequeñas constituidas por proteínas y RNA ribosómico (Figura 1.12). En ellos se realiza la síntesis de las proteínas. Parte de los ribosomas flota libremente en el citoplasma, otros se encuentran unidos al retículo endoplasmático rugoso y otros pueden encontrarse en las mitocondrias en donde elaboran las proteínas mitocondriales. Los ribosomas libres en el citoplasma fabrican las proteínas para el uso particular de la célula y los ribosomas unidos al RE los “exportan” (Tortora y Derrickson, 2018).

Su estructura consiste en dos subunidades, una menor y una mayor que se originan en el nucléolo, del cual salen para ensamblarse en el citoplasma, donde constituyen un ribosoma funcional.

### Figura 1.12

*Ribosomas libres y unidos al retículo endoplasmático*



Fuente: elaboración propia (2023).

• **Retículo endoplasmático.** Está constituido por una red de canales llenos de fluido que se extienden por el citoplasma. Actúan como el sistema circulatorio de la célula ya que transportan sustancias de un lugar a otro dentro de la misma (Marieb, 2012).

Existen dos tipos de RE: liso y rugoso (Figura 1.13).

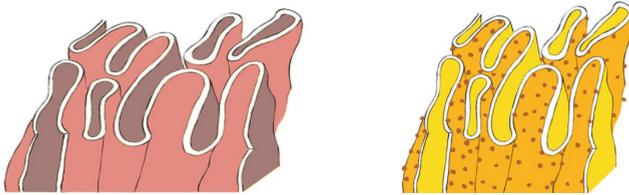
· *RE rugoso.* Se le llama así porque su superficie externa se encuentra cubierta de ribosomas lo que le da apariencia rugosa. Las proteínas formadas dentro de los ribosomas fluyen a los canales del RE rugoso, para ser enviadas al aparato de Golgi a través de vesículas de transporte o de transición.

· *RE liso.* Carece de ribosomas adosados a su membrana y se extiende desde el retículo endoplasmático rugoso. Interviene en el metabolismo de lípidos y en la desintoxicación o depuración de fármacos, alcohol, pesticidas, por lo que abunda en las células hepáticas. Además sintetiza esteroides como estrógenos y testosterona.

Es más numeroso en las células destinadas a los procesos de desintoxicación, como las del hígado y las del riñón, así como en los testículos y ovarios que sintetizan hormonas esteroides (Saladín, 2013).

### Figura 1.13

*Retículo endoplasmático liso y rugoso*



Fuente: elaboración propia (2023).

• **Aparato de Golgi.** Se encuentra formado por cavidades membranosas aplanadas en forma de pila. Su función es recibir las proteínas provenientes del RE rugoso: las organiza y separa, agregando moléculas de carbohidrato en algunas y finalmente las empaqueta en las vesículas de Golgi unidas en la membrana (Gómez, 2017). En este proceso pueden tomar tres rutas (Figura 1.14).

· *Ruta 1.* Algunas proteínas se convierten en orgánulos específicos llamados lisosomas.

· *Ruta 2.* Otras viajan hacia la membrana plasmática fusionándose en ella para contribuir con fosfolípidos y proteínas.

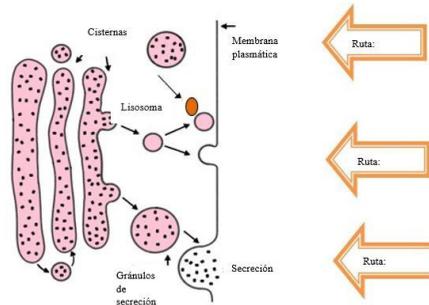
· *Ruta 3.* Las vesículas que llevan producto de “exportación” se unen con la membrana plasmática liberando hacia el exterior su contenido por medio de

exocitosis. Por ejemplo, de esta manera, una célula de la glándula salival libera saliva y enzimas digestivas (Saladin, 2013).

**Actividad de aprendizaje**  
**Coloca en la flecha el número de ruta de acuerdo con lo entendido**

**Figura 1.14**

*Aparato de Golgi y su función*



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Ecología Verde, 2023).

• **Lisosomas.** Estructuras en forma de sacos membranosos los cuales incluyen al menos 50 enzimas digestivas (Figura 1.15). Estos lisosomas pueden llevar a cabo las siguientes acciones:

- *Autofagia.* Suceso mediante el cual los lisosomas son capaces de digerir y desechar orgánulos con el propósito de reciclar nutrientes y utilizarlos para las necesidades más importantes de la célula.

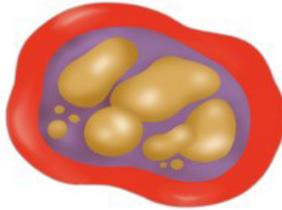
- *Autólisis.* Es la digestión de células excedentes, por ejemplo, el útero al final del embarazo pesa aproximadamente 900 g reduciéndose en un periodo de 35 a 42 días después del parto a 60 gr.

En las células hepáticas los lisosomas son capaces de desdoblar glucógeno que se encuentra almacenado liberando glucosa al torrente circulatorio.

En los glóbulos blancos digieren bacterias fagocitadas (Saladin, 2013).

## Figura 1.15

### *Lisosoma*

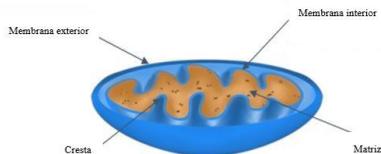


Fuente: elaboración propia (2023).

- **Mitocondrias.** La pared mitocondrial se encuentra formada por una doble membrana, la externa presenta apariencia lisa y la interna suele tener pliegues llamados crestas que forman espacios entre ellas denominados matriz, que incluyen: ribosomas, enzimas empleadas en la síntesis de ATP y el ADN mitocondrial (Figura 1.16). Es considerada la “central de energía de la célula” y se encuentra abundantemente en el hígado, sistema muscular y los riñones, ya que son órganos muy activos (Kierszenbaum y Tres, 2020).

## Figura 1.16

### *Mitocondria*



Fuente: elaboración propia (2023).

- **Centriolos.** Son cuerpos con forma de bastoncillo compuestos por finos microtúbulos (Figura 1.17). Su función es generar microtúbulos y durante el proceso de división celular dirigen la formación del huso mitótico (Calvo, 2015).

## Figura 1.17

### Centriolos



Fuente: elaboración propia (2023).

• **Núcleo.** La mayor parte de las células del cuerpo presentan un núcleo, sin embargo, existen algunas como los glóbulos rojos maduros que no lo muestran y, otros como las células musculares esqueléticas que presentan varios.

Zonas principales (Figura 1.18) (Saladin, 2013):

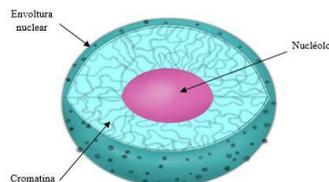
· *Envoltura nuclear.* Es una capa doble lipídica que separa al núcleo del citoplasma. La capa externa forma una continuidad con el retículo endoplasmático rugoso. Esta bicapa se va uniendo en diversos puntos de la envoltura nuclear, además de formar poros a través de ella que permiten el flujo de sustancias.

· *Nucleolo.* Son uno o varios cuerpos esféricos dentro del núcleo que son cúmulos de proteínas, ADN y RNA, donde se ensamblan los ribosomas que luego salen del núcleo a través de los poros que intervienen en la síntesis de proteínas llevada a cabo en el citoplasma.

· *Cromatina.* La cromatina está formada de proteínas y ADN, tiene forma de hilos llamados cromosomas, en ellos se encuentran los genes que controlan la estructura celular y dirigen la mayor parte de las actividades llevadas a cabo por la célula. Las células corporales humanas, con excepción de las células sexuales, tienen 46 cromosomas, 23 de cada uno de los padres (Tortora y Derrickson, 2018).

## Figura 1.18

### Núcleo celular



Fuente: elaboración propia (2023).

• **Estructuras especiales de la célula:** algunos tipos de células presentan estructuras especiales que ayudan a los procesos de absorción, desplazamiento y sensitivos (Figura 1.19).

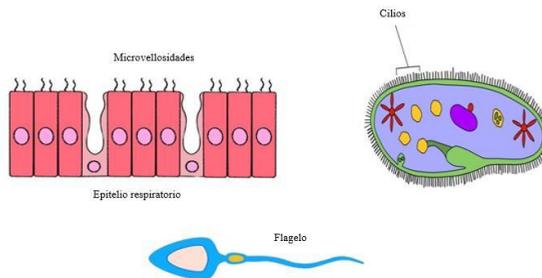
· *Microvellosidades.* Proyecciones del citoplasma que aumentan la superficie celular cuya función es la absorción. Ejemplo: células epiteliales que revisten el intestino y los túbulos renales.

· *Cilios.* Estructuras parecidas a pestañas. Muchas células del cuerpo presentan *cilios inmóviles sensoriales* que vigilan el ambiente del entorno, por ejemplo: en el caso del oído interno donde desempeñan una función relacionada con el equilibrio, en la retina del ojo para absorber la luz, en los riñones donde monitorean el flujo de líquido cuando se produce la orina y en el olfato donde se fijan moléculas aromáticas. Los *cilios móviles* sirven para impulsar el moco, óvulos o líquido cefalorraquídeo, por lo que se encuentran en vías respiratorias, trompas de Falopio y ventrículos cerebrales.

· *Flagelo.* Proyección en la superficie de la célula con apariencia de látigo. Ejemplo: espermatozoide (Saladin, 2013).

### Figura 1.19

*Microvellosidades, cilios y flagelo*



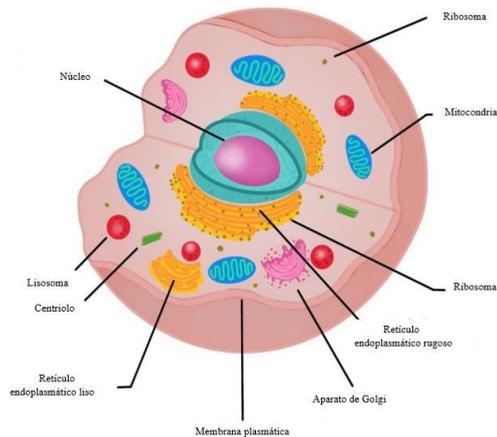
Fuente: elaboración propia (2023).

## Actividad de aprendizaje

Elabora una maqueta de la célula (ejemplo: Figura 1.20), puedes utilizar el material que tengas en casa: sopa, frijol, lentejuelas, botones, gelatina, tapas, dulces, cacahuates, etc. Presentarla de manera individual

### Figura 1.20

#### Estructura celular



Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (Atlas animal, 2021).

## Tejidos básicos

Los tejidos son definidos como un grupo de células que tienen estructura y funciones parecidas. Como ya se vio anteriormente un conjunto de tejidos forma órganos y estos el cuerpo humano. Los tejidos son clasificados en 4 tipos básicos de acuerdo con su estructura y función: *epitelial*, *conjuntivo*, *muscular* y *nervioso* (Fortoul, 2017).

### Tejido epitelial

El epitelio es aquel tejido que se encuentra constituido por una o más capas de células que revisten todas las superficies del cuerpo y forman el revestimiento interno de las cavidades, órganos huecos, conductos del organismo, la piel y mucosas, además de formar glándulas (Saladin, 2013).

Algunas de sus funciones son las siguientes:

- **Protección.** El epitelio protege a los tejidos más profundos contra invasiones y lesiones.
- **Secreción.** El epitelio produce moco, sudor, hormonas, enzimas y la mayoría de las secreciones del cuerpo.

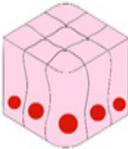
- Excreción. El epitelio excreta desechos de los tejidos, como CO<sub>2</sub> a través del epitelio pulmonar.
- Absorción. El epitelio absorbe sustancias, como en el caso del intestino delgado a través del cual se absorben los nutrientes.
- Filtración. El epitelio de los riñones filtra sustancias como el desecho urinario.
- Sensibilidad. El epitelio presenta terminaciones nerviosas sensitivas que son capaces de percibir estímulos como el roce de la piel o la irritación gástrica.

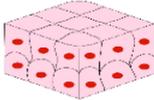
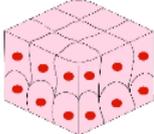
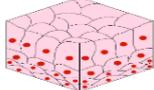
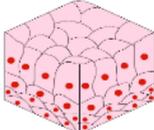
### Clasificación del tejido epitelial

Al tejido epitelial se le atribuyen dos nombres: el primero corresponde al número de capas de células que tiene, puede ser *simple* (una sola capa) o *estratificado* (más de una capa). El segundo nombre hace referencia a la forma de sus células: *escamoso*, *cuboidales* y *columnares* (Cuadro 3) (Tortora y Derrickson, 2018).

#### Cuadro 3

##### Tejido epitelial

Epitelio	Descripción	Ubicación	Imagen
Simple escamoso	Representado por una sola capa de células aplanadas unidas entre sí, se encuentra normalmente en membranas que producen filtración o permiten el intercambio de sustancias	Alvéolos pulmonares Endotelio vascular sanguíneo	
Simple cuboidal	Consiste en una sola capa de células cúbicas. Cumple funciones de secreción y absorción	Glándulas y sus conductos Páncreas Superficie de ovarios	
Simple columnar	Consiste de una capa de células altas ajustadas entre sí. Producen mucosidad lubricante	Tracto digestivo, desde el estómago hasta el ano	

Epitelio	Descripción	Ubicación	Imagen
Estratificado escamoso	Es el tejido más abundante del organismo y es representado por varias capas de células aplanadas que sirven de protección	Membrana interna de la boca, esófago, vagina. Capa superficial de la piel y de la lengua	
Estratificado cúbico	Representado por dos capas o más de células cúbicas que generan protección y secreción	Conductos de glándulas sudoríparas y del esófago. Parte de la uretra en el varón	
Seudoestratificado columnar	Algunas de sus células son más cortas que otras. Secretan y desplazan moco	Parte del aparato respiratorio Epidídimo y parte de la uretra masculina	
Epitelio de transición	Tejido de aspecto variable, desde escamosa cuando se estira el órgano o cubica cuando se relaja	Tapiza la vejiga, los uréteres y parte de la uretra	

Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Atlas de Histología Animal y Vegetal, 2023).

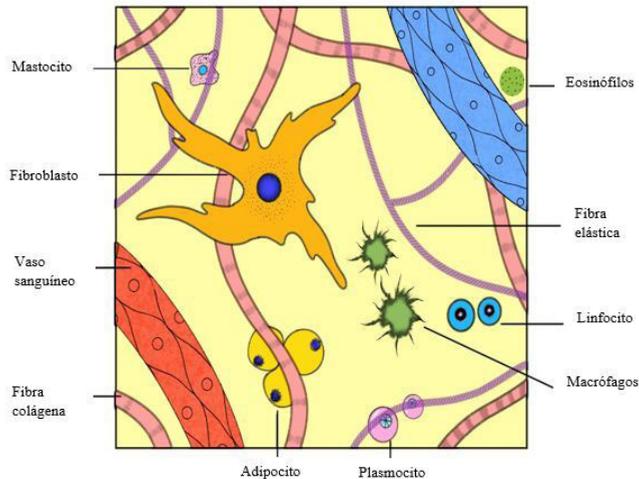
## Tejido conectivo

Este tejido es el más abundante y se encuentra ampliamente distribuido en el cuerpo (Figura 1.21 y 1.22). Realiza muchas funciones pero las más importantes son: *proteger*, *servir de soporte* y *unir entre sí* otros tejidos corporales. El tejido conectivo se encuentra integrado por dos elementos básicos: matriz extracelular y células (Tortora y Derrickson, 2018).

- **Matriz extracelular.** Se forma a partir de las células del tejido conectivo y posteriormente es secretada hacia el exterior. Formada por una sustancia base y fibras.
  - *Sustancia base.* Se encuentra presente entre las células y las fibras manteniéndolas unidas. Contiene agua, proteínas que sirven para que las células se adhieran a las fibras presentes en este tejido, y moléculas orgánicas grandes de polisacáridos que atrapan agua.
  - *Fibras.* Se componen de matriz extracelular fortalecen y sostienen los tejidos conectivos. Hay tres tipos de fibras en la matriz extracelular: las elásticas, las de colágeno y las reticulares.

- Células del tejido conectivo
  - *Fibroblastos*. Secretan la fibra y la sustancia base.
  - *Macrófagos*. Se derivan de glóbulos blancos y fagocitan bacterias.
  - *Plasmocitos*. Se derivan de glóbulos blancos y secretan anticuerpos que son proteínas encargadas de atacar o neutralizar partículas extrañas en el cuerpo.
  - *Mastocitos*. Produce histamina, la cual dilata de los vasos sanguíneos más pequeños como parte de la respuesta inflamatoria, que es la reacción del organismo ante una lesión u infección.
  - *Adipocitos*. Células grasas encargadas de almacenar triglicéridos ubicadas en la hipodermis y rodeando órganos como riñones y corazón.
  - *Linfocitos*. Células sanguíneas que pasan al tejido conectivo (Ponce, 2016; Tortora y Derrickson, 2018).

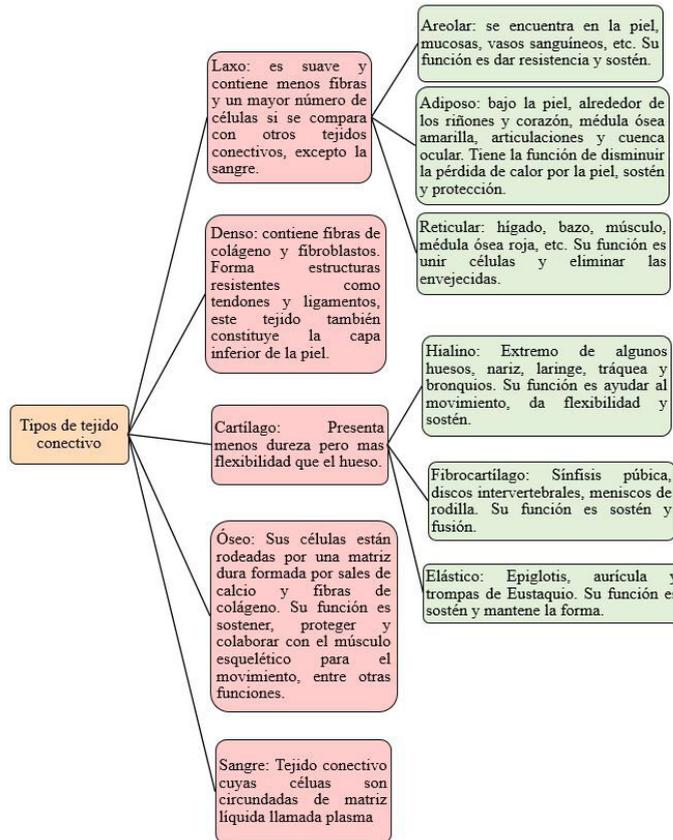
**Figura 1.21**  
*Tejido conectivo*



Fuente: elaboración propia (2023).

**Figura 1.22**

*Tipos de tejido conectivo*



Fuente: elaboración propia (2023).

## Tejido muscular

El tejido muscular está formado por células largas conocidas como fibras musculares. Su función es producir movimiento, mantener la postura, generar calor y proteger al organismo. Existen 3 tipos de tejido muscular (Marieb, 2012):

- Músculo esquelético: se localiza adherido a los huesos.
- Músculo cardiaco: forma la capa media del corazón.
- Músculo liso: ubicado en órganos internos.

Cada uno de ellos se estudiará en las unidades correspondientes.

### Tejido nervioso

A pesar de que el sistema nervioso es sumamente complejo, lo constituyen únicamente dos tipos de células principales:

- Neuronas. Son células sensibles a diversos estímulos, capaces de generar impulsos nerviosos y enviarlos a otras neuronas, células musculares o glándulas.
- Neuroglia. Son células de soporte que apoyan a las neuronas, además de aislarlas y protegerlas
- Cada una se estudiará detenidamente en la unidad correspondiente (Ovalle y Nahirney, 2021).

## Terminología médica

Se enlista una serie de términos médicos relacionados con el capítulo, para que investigues sus significados.

**Anaplasia:**

---

---

**Atrofia:**

---

---

**Biopsia:**

---

---

**Displasia:**

---

---

**Hiperplasia:**

---

---

**Hipertrofia:**

---

---

**Metaplasia:**

---

---

## Necrosis:

---

---

## Trasplante tisular:

---

---

### Preguntas de autoevaluación

1. Conecta los siguientes conceptos relacionados con la célula:

_____	Permeabilidad selectiva	A. Mitocondria
_____	Síntesis de proteínas	B. Membrana celular
_____	Empaquetamiento de proteínas y lípidos	C. Aparato de Golgi
_____	Producción de ATP	D. Lisosomas
_____	Digestión de bacterias y orgánulos viejos	E. Ribosomas

2. ¿Cuál de los siguientes conceptos NO es un tipo de tejido conectivo?:

- a. cartílago
- b. reticular
- c. adiposo
- d. cúbico simple
- e. sangre

3. Los 4 tipos de tejidos principales en el cuerpo humano son:

- a. sangre, embrionario, nervioso y conectivo
- b. epitelial, conectivo, muscular y nervioso
- c. estratificado, muscular, epitelial y nervioso
- d. adiposo, tendones, epitelial y conectivo
- e. epitelial, conectivo, muscular y estriado

4. ¿Qué tejido forma la mayor parte de la pared del corazón?

- a. músculo esquelético
- b. óseo
- c. nervioso
- d. liso
- e. cardíaco

## Referencias

- Calvo, A. (2015). *Biología celular biomédica*. Elsevier.
- Fortoul, T. (2017). *Histología y biología celular* (3a ed.). McGraw-Hill.
- Gómez-Álvarez, R. (2017). *Biología celular y molecular*. McGraw-Hill.
- Kierszenbaum, A., y Tres, L. (2020). *Histología y biología celular: introducción a la anatomía patológica* (5a ed.). Elsevier.
- Marieb, E. (2012). *Anatomía y fisiología humana*. Pearson Educación, S. A.
- Ovalle, W., y Nahirney, P. (2021). *Netter. Histología Esencial: con correlación histopatológica* (3a ed.). Elsevier.
- Plattner, H., Hentschel, J., y Frydman, J. (2014). *Biología celular* (4a ed.). Médica Panamericana.
- Ponce, S. (2016). *Histología básica: fundamentos de biología celular y del desarrollo humano*. Médica Panamericana.
- Quiroz, F. (2013). *Anatomía humana* (43a ed.). Porrúa.
- Saladin, K. (2017). *Anatomy and Physiology*. McGraw-Hill.
- Tortora, G., y Derrickson, B. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (5a ed.). Médica Panamericana.

# Capítulo 2

## Sistema tegumentario: piel y anexos

*Irma Guadalupe Rangel Enríquez\**

*Perla Ruth García Hernández*

*Ma. Guadalupe González Netro<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Los autores forman parte de la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Blvd. E. Cárdenas González 1201 Pte. Col. Jardín Cd. Mante, Tamaulipas.

\*Autor de correspondencia: [irangel@docentes.uat.edu.mx](mailto:irangel@docentes.uat.edu.mx)



## Competencias

- Analiza cada uno de los órganos que forman el Sistema tegumentario.
- Identifica en imágenes las capas de la piel.
- Demuestra su comprensión al comentar cada uno de los temas vistos.
- Utiliza las tecnologías de la información y de la comunicación para obtener información y divulgarla.
- Aporta opiniones sobre la mejor manera de cuidar nuestra piel y valora las opiniones de sus compañeros.

## Estructura general

El Sistema tegumentario, también llamado piel, es la membrana externa del cuerpo, y ahí se encuentran sus anexos: el pelo, las uñas y algunos tipos de glándulas.

La piel es considerada el órgano más grande del cuerpo humano, extendida puede llegar a medir de 1.5 a 2 m<sup>2</sup> en un individuo adulto de talla promedio. Su peso va de los 4.5 a los 5 kg. Esto representa un aproximado del 15% del peso total del cuerpo. Varía en su espesor según su localización, desde 0.5 mm como en la piel en los párpados, hasta 2 mm como en la parte palmar de las manos y plantar de los pies (Saladin, 2017).

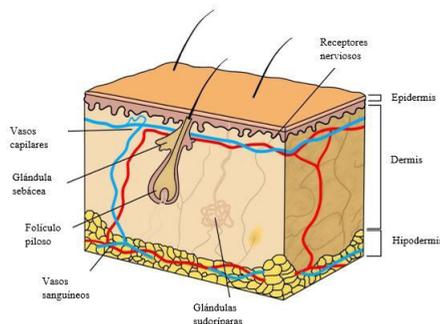
La piel se encuentra constituida por dos capas (Figura 2.1):

- *Epidermis*, es la capa más externa y delgada.
- *Dermis*, capa interna y más gruesa.

Por debajo de la piel se localiza una capa de grasa llamada *hipodermis* (Quiroz. 2013).

### Figura 2.1

#### Capas de la piel



Fuente: elaboración propia, modificada de Tortora y Derrickson (2018).

## Epidermis

La epidermis representa la capa más externa y delgada de la piel, es avascular, es decir, no contiene vasos sanguíneos que lleven irrigación, por lo que se puede raspar y no sangrar. La epidermis está formada por cuatro capas de células, con excepción de las palmas de las manos y las plantas de los pies en donde presenta cinco (Figura 2.2) (Tortora y Derrickson, 2018).

Las capas se ubican de la siguiente manera yendo de la parte más superficial a lo profundo (Marieb, 2012):

### Cuadro 2.1

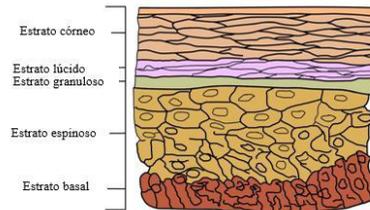
#### *Capas de la epidermis*

 <b>Estrato córneo</b>	Lo constituyen de 20 a 30 capas de células muertas, entre las que se encuentra abundante queratina, proteína que brinda protección a la parte más profunda y evita la pérdida de agua. Esta capa se descama continuamente lo que hace tener una piel "nueva" cada 30 días aproximadamente.
 <b>Estrato lúcido</b>	Esta capa se encuentra únicamente en las palmas de las manos y plantas de los pies, varía entre 3 y 5 capas de queratinocitos muertos con grandes cantidades de queratina.
 <b>Estrato granuloso</b>	Consiste de 3 a 5 capas de queratinocitos que en su citoplasma presentan gránulos. Aquí es donde las células mueren.
 <b>Estrato espinoso</b>	Se conforma con 8 a 10 capas de queratinocitos en forma de espina, donde las más profundas siguen dividiéndose, sin embargo conforme van siendo empujadas hacia arriba, dejan de hacerlo.
 <b>Estrato basal</b>	Es la capa más profunda de la epidermis y consta de una sola capa de células que se dividen constantemente produciendo queratinocitos nuevos que van siendo empujados hacia la superficie.

Fuente: elaboración propia (2023).

## Figura 2.2

### Capas de la epidermis



Fuente: elaboración propia, modificada de Marieb (2012).

En la epidermis se encuentran principalmente 4 tipos de células (Figura 2.3).

**1. Queratinocitos.** Forman aproximadamente el 90% del total de las células presentes en la epidermis, producen una proteína resistente llamada queratina que protege a la piel de microorganismos patógenos, del calor y de productos químicos (Bolognia et al., 2019).

**2. Melanocitos.** Forman el 8% de las células y producen el pigmento llamado melanina que al transferirse a los queratinocitos da color a la piel, además, absorbe los rayos ultravioletas. Este pigmento es más abundante en ciertas áreas del cuerpo como el pezón y los genitales (Quiroz, 2013). Existen dos tipos de melanina:

- *Eumelanina.* De pigmento pardo o negro que proporciona pieles oscuras.
- *Feomelanina.* De pigmento amarillo o rojizo responsables de las pieles blancas.

Hay que considerar que existen algunas situaciones que pueden alterar la coloración de la piel (Tortora y Derrickson, 2018):

- *Bronceado.* Cuando la piel es expuesta a los rayos solares, estos estimulan la formación de melanina que proporciona una piel más oscura. Conforme van pasando los queratinocitos a las capas más superficiales el bronceado se desvanece.

- *Rojez.* Cuando aumenta el flujo sanguíneo, por ejemplo, al hacer ejercicio o al experimentar alguna incomodidad emocional como vergüenza o enojo.

- *Palidez.* Se produce por disminución del flujo sanguíneo por hipotensión, temperaturas frías o el temor.

- *Ictericia.* Se manifiesta con un tono amarillento de la piel por una alta concentración de bilirrubina en sangre que puede determinar una patología hepática.

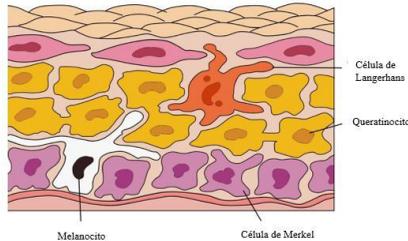
- *Hematoma.* Se presenta cuando se ha escapado sangre de los vasos sanguíneos por algún traumatismo o patología al coagularse bajo la piel puede verse.

**3. Células de Langerhans.** Actúan junto con el sistema inmunitario para detectar microorganismos y otras sustancias extrañas, al mismo tiempo que las captura para inhibir su acción.

**4. Células de Merkel.** Células conectadas con proyecciones de neuronas sensitivas para participar en el sentido del tacto (Palacios, 2019).

### Figura 2.3

*Células de la epidermis*



Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (Universidad para mayores, 2019).

## Dermis

Capa situada inferior de la epidermis cuyo grosor varía desde 0.2 mm en el párpado, a casi 4 mm en la parte palmar de las manos y plantar de la piel (Tortora y Derrickson, 2018).

Su parte superior está formada por:

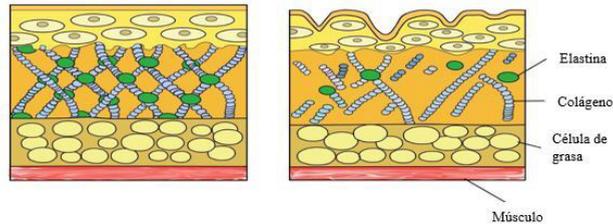
- Papilas dérmicas, son proyecciones hacia la epidermis. En las yemas de los dedos forman las huellas dactilares.
- Capilares sanguíneos.
- Corpúsculos de Meissner, son sensibles al tacto.
- Terminaciones nerviosas libres, captan el tacto y registran el dolor, frío, calor y prurito.

Su parte inferior contiene (Saladin, 2017):

- Colágeno y fibras elásticas que le dan fuerza y elasticidad. Sin embargo, al ir envejeciendo, se pierden y la piel presenta flacidez y arrugas cada vez más profundas (Figura 2.4).
- Vasos sanguíneos.
- Glándulas sudoríparas.
- Glándulas sebáceas.
- Nervios.
- Folículos pilosos.

## Figura 2.4

*Piel joven y piel envejecida*



Fuente: elaboración propia, modificada de la web (AsoColDerma, 2015).

## Hipodermis

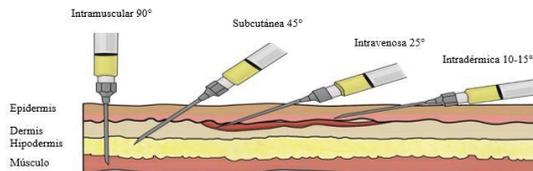
Es la capa ubicada por debajo de la dermis. Está formada principalmente por tejido graso, sirve como reserva de energía y también como aislante térmico. Se encuentra diseminada en el cuerpo de manera irregular, por ejemplo, es más abundante en las caderas, abdomen, glándulas mamarias y muslos. Sin embargo, existen otras áreas del cuerpo como el pene y los párpados, donde la capa subcutánea no presenta células adiposas (Saladín, 2017; Quiroz, 2013).

También varía su presencia con la edad, ya que los lactantes y los ancianos presentan menos grasa que el resto de las personas y esto los hace más sensibles al frío.

El tejido subcutáneo es un área muy vascularizada por lo cual es una de las vías de administración de fármacos por la que se lleva a cabo la absorción de manera rápida (Figura 2.5).

## Figura 2.5

*Aplicación de inyecciones*



Fuente: elaboración propia, modificada de la web (Medicina mnemotecnias, 2017).

## Pelo

Se encuentra distribuido en toda la piel excepto en las palmas de las manos y plantas de pies, es más abundante en el cuero cabelludo, cejas y genitales, aunque su grosor y distribución lo determinan la genética e influencias hormonales (Tortora y Derrickson 2018).

Su función es la protección, por ejemplo, las pestañas y cejas cuidan que no entren partículas extrañas en los ojos al igual que los vellos nasales protegen del polvo y microorganismos a las vías respiratorias.

Cada pelo está formado por células de queratina muertas y su estructura se divide en tres partes (Figura 2.6):

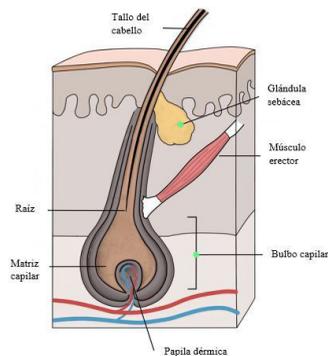
**1. Tallo.** Parte visible del pelo, lo que sobresale de la epidermis.

**2. Raíz.** Parte que se encuentra en la dermis.

**3. Folículo piloso.** Envuelve a la raíz y su parte inferior se ensancha formando el bulbo, que contiene a la *papila* consistente en vasos sanguíneos que lo nutren para el crecimiento del pelo, generado a partir de la división de un grupo de células llamadas *matriz* (Lesur, 2008; Drake et al., 2021).

### Figura 2.6

*Estructura del pelo y folículo*



Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (Innovación capilar, 2023).

Otras estructuras que guardan relación con el pelo son:

- *Glándulas sebáceas.* Secretan aceite en el folículo que permite mantener el pelo blando y flexible.

- *Músculos erectores de pelo.* Estos músculos reciben estímulo del sistema nervioso para que se contraigan y el pelo se pone erecto ante el frío o el calor.

- *Melanina.* Es el pigmento que le da la coloración al pelo y se encuentra en la matriz del bulbo (Drake et al., 2020).

## Uñas

Son una modificación de la epidermis que consiste en células muertas queratinizadas. (Figura 2.7):

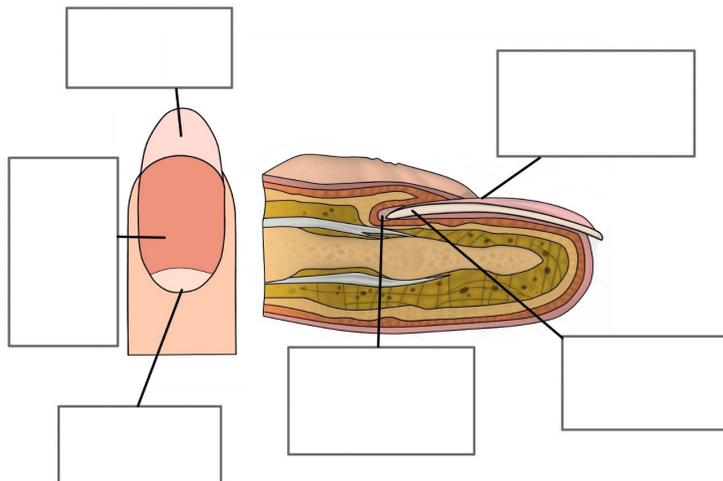
- Borde libre. La parte de la uña que sobresale del dedo.
- Cuerpo. Parte de la uña que se encuentra visible y pegada a la piel.
- Raíz. Es el segmento situado por debajo de la piel.
- Cutícula. Es el pliegue ubicado en la parte proximal de la uña.
- Lúnula. Es el área blanquecina en forma semilunar ubicada cerca de la raíz.
- Matriz. Es donde tiene lugar la reproducción de las células ungueales que se van queratinizando hasta morir.

Las uñas permiten el rascado del cuerpo y protegen los extremos de los dedos, además pueden ayudar a tomar objetos pequeños (Peate y Muralitharan, 2019).

**Actividad de aprendizaje**  
**Coloca en el espacio correspondiente el nombre de la estructura de la uña**

**Figura 2.7**

*Estructura de la uña*



Fuente: elaboración propia, modificada de Marieb (2012).

## Glándulas

La piel cuenta con tres tipos de glándulas exocrinas, es decir que vierten sus secreciones al exterior del cuerpo.

**1. Glándulas sebáceas.** Se ubican en la dermis y presentan unos conductos que abren en los folículos pilosos o directamente en la parte superficial de la piel, no existen en las palmas de las manos ni plantas de los pies.

Segregan una sustancia llamada sebo que tiene la función de mantener la suavidad y flexibilidad del vello. Evita la excesiva pérdida de agua por la piel, al mismo tiempo que la mantiene suave y posee sustancias químicas que pueden matar bacterias para impedir que penetren en nuestro cuerpo.

Durante la adolescencia la actividad de estas glándulas aumenta, por lo que es común que se presente exceso de sebo que favorece el crecimiento de algunas bacterias, por lo que se presentan las llamadas “espinillas” (Tortora y Derrickson, 2018).

**2. Glándulas sudoríparas.** Glándulas encargadas de producir el sudor. Se dividen en dos tipos: ecrinas y apocrinas (Figura 2.8).

· *Glándulas ecrinas.* Se encuentran ubicadas en casi toda la piel del cuerpo humano, siendo más abundantes en la frente, las palmas de las manos y las plantas de los pies. Tienen la forma de un tubo que se enrolla hacia un extremo.

Su función es producir el sudor, aproximadamente 600 ml por día, constituido por: agua, sodio, cloro, urea, ácido úrica, amoniac, aminoácidos, glucosa, ácido láctico.

Este sudor favorece la termorregulación, es decir, la regulación termostática de la temperatura del cuerpo por medio de la evaporación. También elimina ciertos desechos como el ácido úrico, la urea y el amoniac (García y Alonso, 2021).

La secreción excesiva de sudor se puede dar en casos de estrés producido por enfrentar situaciones de miedo o de pena.

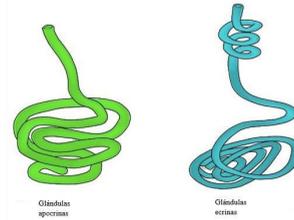
· *Glándulas apocrinas.* Glándulas ubicadas únicamente en las regiones genital y axilar; y en la areola y en la barba de los hombres adultos. Desembocan cerca de los folículos pilosos. La secreción producida por estas glándulas está formada por las mismas sustancias que el sudor ecrino, sin embargo, también contiene lípidos y proteínas (Bielsa, 2019).

A diferencia de las ecrinas que funcionan desde el nacimiento, estas glándulas empiezan su actividad durante la pubertad, siendo estimuladas por estrés y por excitación sexual.

El sudor fresco de estas glándulas no tiene olor, sin embargo, cuando queda en el vello o la ropa durante un periodo de tiempo, la presencia de bacterias en las zonas donde desembocan produce el olor característico tipo almizclado llamado bromhidrosis (Peate y Muralitharan, 2019).

**Figura 2.8**

*Glándulas sudoríparas*



Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (Alamy, 2023)

**3. Glándulas ceruminosas.** Glándulas simples tubulares que desembocan en el oído externo. Secretan una sustancia que al combinarse con el sebo producido por las glándulas sebáceas forman el llamado cerumen destinado a impedir la entrada de microorganismos, ya que al cubrir el vello del oído detienen la entrada de partículas externas (Saladin, 2017).

### Importancia de la piel

Las funciones de la piel se pueden resumir de la siguiente manera:

**1. Regulación de la temperatura corporal.** La piel interviene en mantener la homeostasis de la temperatura corporal. En situación de temperaturas ambientales altas o el desarrollo de algún ejercicio, las glándulas sudoríparas empiezan a secretar el sudor para mantener fresca la piel, dilatan los vasos sanguíneos y aumentan el flujo sanguíneo para favorecer la pérdida de calor. En caso contrario, cuando se presentan bajas temperaturas, las glándulas inhiben la producción de sudor y los vasos sanguíneos se constriñen, lo que permite conservar el calor corporal (Peate y Muralitharan, 2019).

**2. Protección.** La queratina de la piel protege de la entrada de microorganismos, la abrasión, los productos químicos y el calor.

Los lípidos protegen al cuerpo de la deshidratación ya que tienen la capacidad de impedir que el agua se evapore por la superficie cutánea.

La grasa elaborada por las glándulas sebáceas impide la sequedad de la piel y del pelo, además de contener elementos químicos que actúan destruyendo las bacterias presentes en la superficie.

El pH ácido del sudor reduce la proliferación de ciertos microorganismos.

La melanina proporciona cierta protección ante los rayos ultravioleta (Rizzo, 2011).

**3. Sensibilidad.** En la piel se encuentran distribuidas múltiples terminaciones nerviosas que nos permiten percibir diversos estímulos como frío, calor, dolor, cosquilleo, caricias, presión, ardor, vibración, entre otras.

**4. Absorción.** La piel puede absorber sustancias como las vitaminas liposolubles A, D, E y K, además de fármacos como la cortisona que pueden aplicarse en forma de pomada para actuar como antiinflamatorios a nivel local. Sin embargo, también pueden penetrar sustancias tóxicas como las derivadas de ciertas plantas, por ejemplo, la hiedra venenosa que se manifiesta con inflamación, ardor y erupciones, así como también pueden absorberse acetona, plomo y mercurio (Tortora y Derrickson, 2018).

**5. Excreción.** La piel excreta dos tipos de sustancias, el sudor de las glándulas sudoríparas y la grasa originada en las glándulas sebáceas.

**6. Síntesis de vitamina D.** Los rayos ultravioleta solares activan una hormona presente en la piel. Posteriormente se transporta al hígado y por último al riñón, éste último la convierte en calcitriol (vitamina D). Esta se encarga de hacer posible que el calcio y fósforo, puedan ser absorbidos en el intestino delgado (Peate y Muralitharan, 2019).

### Terminología médica

A continuación, se enlista una serie de términos médicos relacionados con el sistema tegumentario, por favor anota el significado de cada uno de ellos.

**Abrasión:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Callo:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Cianosis:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Colágeno:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Elastina:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Etrato:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Glándula:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Poros:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Queratina:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



<b>Vía intravenosa</b>	
Definición	Imagen
<b>Implantación</b>	
Definición	Imagen

## Referencias

- Bielsa, I. (2019). *Ferrándiz. Dermatología clínica*. (5a ed.). Elsevier.
- Bologna, J., Schaffer, J., y Cerroni, L. (2019). *Dermatología* (4ta ed.). Elsevier.
- Drake, R., Vogl, W., y Mitchell, A. (2020). *Gray. Anatomía para estudiantes*. Elsevier.
- \_\_\_\_\_. (2021). *Gray. Atlas de Anatomía* (3ra ed.). Elsevier.
- García, J., y Alonso, P. (2021). Anatomía y fisiología de la piel. *Pediatría Integral*, 24(3), 156.e11-168.e13. [https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2021/xxv03/07/n3-156e1-13\\_RB\\_JesusGarcia.pdf](https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2021/xxv03/07/n3-156e1-13_RB_JesusGarcia.pdf)
- Lesur, L., y Alva, M. (2008). *Anatomía, fisiología y salud*. Trillas.
- Palacios, J., Peate, I., y Nair, M. (2019). *Anatomía y fisiología para enfermeras*. Manual Moderno.
- Peate, I., y Muralitharan, N. (2019). *Anatomía y fisiología para enfermeras*. Manual Moderno.
- Quiroz, F. (2013). *Anatomía humana*. (43a ed.). Porrúa.
- Rizzo, D. (2011). *Fundamentos de Anatomía y Fisiología* (3ra ed.). Cengage Learning.
- Saladin, K. (2017). *Anatomy and Physiology*. McGraw-Hill.
- Tortora, G., y Derrickson, B. (2018). *Principios de anatomía y fisiología*. (15a ed.). Médica Panamericana.

# Capítulo 3

## Sistema músculo-esquelético

*Juan Manuel Ramírez Carrizales\**

*Josué Antonio Reyna Enríques*

*Joel Chávez Rodríguez<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup>Los autores forman parte de la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Blvd. E. Cárdenas González 1201 Pte. Col. Jardín Cd. Mante, Tamaulipas.

\*Autor de correspondencia: [jramirez@docentes.uat.edu.mx](mailto:jramirez@docentes.uat.edu.mx)



## Competencias:

- Analiza la estructura y función de los huesos y músculos del cuerpo humano.
- Identifica cada uno de los huesos del cuerpo y los principales músculos esqueléticos.
- Demuestra en los maniqués correspondientes el aprendizaje del nombre, número y ubicación de los huesos del cuerpo humano.
- Demuestra su comprensión de la función de los músculos al realizar los movimientos que corresponden.
- Usa las tecnologías de la información y de la comunicación para obtener información y la divulga.
- Aporta opiniones sobre los temas pertinentes valorando de igual manera la de sus compañeros.

## Esqueleto

El sistema esquelético es la estructura que permite el soporte del cuerpo. Este sistema incluye los huesos, articulaciones, ligamentos, cartílagos y tendones.

A pesar de su apariencia seca, el hueso representa tejido vivo formado por células llamadas osteoblastos que de manera continua se reabsorben para producir hueso nuevo.

En el feto, el esqueleto se forma al final del tercer mes de desarrollo, sin embargo, en esta etapa se compone por cartílago que conforme transcurre el embarazo sufre el proceso de osificación, mediante el cual los osteoblastos se desarrollan para permitir la formación y el crecimiento de cada uno de los huesos (Rizzo, 2012).

## Funciones de los huesos

Los huesos tienen diversas funciones muy importantes para el cuerpo.

- Soporte. El esqueleto otorga una base estructural al cuerpo humano que le permite sostener a los tejidos blandos, además, sus rugosidades posibilitan que la mayoría de los músculos esqueléticos puedan insertarse.
- Protección. Los huesos protegen los órganos corporales blandos. Por ejemplo: el cráneo protege al cerebro, las vértebras protegen a la médula espinal y el tórax a los pulmones y corazón.
- Movimiento. Al encontrarse los músculos esqueléticos adheridos a los huesos a través de tendones, les permiten utilizarlos como palancas para poder generar los movimientos correspondientes a nuestro cuerpo.
- Almacenamiento. Otra de las funciones importantes de los huesos es

participar como almacén de minerales y triglicéridos. Los minerales almacenados son calcio y fósforo, el hueso sirve como depósito. En el momento en que son requeridos para poder efectuar ciertas funciones se incorporan hacia la sangre y de esa manera se mantiene la homeostasis (Drake, 2020).

Los adipocitos constituyen la médula ósea amarilla presente en ciertos huesos del cuerpo y ahí es donde se almacenan los triglicéridos que son una fuente química de energía.

- **Hematopoyesis.** Se le llama hematopoyesis a la formación de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas dentro del tejido medular en ciertos huesos.

Esta médula ósea roja se encuentra en los huesos fetales y en el adulto en el esternón, costillas, pelvis, cráneo, vértebras y en las epífisis proximales de fémur y húmero (Tortora y Derrickson, 2018).

### Clasificación de los huesos

Los huesos pueden presentar diferentes formas y tamaños para poder cumplir la función que les corresponde. Según su forma se pueden clasificar en cuatro grupos (Figura 3.1):

**1. Huesos largos.** Este tipo de huesos se caracteriza por presentar una longitud más alta que ancha, formados por una zona central en forma de cilindro, diáfisis, y dos epífisis en cada extremo. Entre ellos algunos huesos de las extremidades (Latarjet y Ruiz, 2019).

**Actividad de aprendizaje**  
**Investiga tres ejemplos más de huesos largos, cortos, planos e irregulares e inclúyelos en el espacio correspondiente**

Ejemplos:

- **Húmero**

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

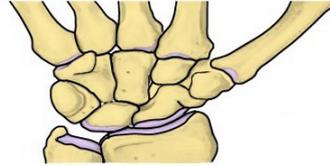


Fuente: elaboración propia (2023).

**2. Huesos cortos.** Tienen generalmente forma de cuboide irregular. Entre ellos los huesos del carpo.

- **Semilunar**

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_



Fuente: elaboración propia (2023).

**3. Huesos planos.** Son huesos delgados formados principalmente por hueso esponjoso, se consideran parte muy importante para la protección de órganos, además, al presentar una superficie extensa, sirven para que en ellos se inserten músculos esqueléticos. Los huesos del cráneo, entre otros, son considerados planos (Latarjet y Ruiz, 2019).

- **Escápula**

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_



Fuente: elaboración propia (2023).

**4. Huesos irregulares.** Son aquellos huesos que no presentan una morfología definida. Entre ellos algunos huesos de la cara y columna vertebral.

- **Axis**

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_



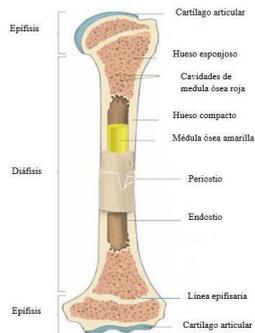
Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (espaldaycuello, 2017).

## Estructura del hueso

Para identificar la estructura básica de un hueso se toma en consideración un hueso largo donde es posible detectar las siguientes partes (Figura 3.2) (Suárez, 2020):

- **Diáfisis.** Es la parte fundamental del hueso, también llamado cuerpo, es alargada, cilíndrica y hueca, se encuentra formada por hueso compacto cubierto por el periostio que lo nutre y protege, además de contener células formadoras de hueso que lo hacen crecer en espesor.
- **Epífisis.** Los extremos de los huesos proximal y distal presentan una forma redondeada con rugosidades para la inserción de los músculos. Las epífisis están cubiertas por una capa fina de hueso compacto que cubre al hueso esponjoso.
- **Línea epifisaria.** En los huesos de los adultos se aprecia en las epífisis una línea que indica los restos del cartílago que en los huesos jóvenes dio paso al crecimiento longitudinal. El cartílago se osifica al terminar el crecimiento.
- **Cartílago articular.** Sobre las epífisis se encuentra una capa fina de cartílago hialino que reduce el desgaste de los huesos en las articulaciones que tienen movimiento, disminuyendo el impacto en las superficies de contacto.
- **Periostio.** Cubierta que rodea a la diáfisis a la que llegan nervios y vasos sanguíneos que nutren al hueso y le otorgan sensibilidad, contiene además células que permiten el crecimiento en espesor y su regeneración en casos de fractura.
- **Endostio.** Es una membrana delgada encargada de revestir la cavidad en la que se aloja la médula.
- **Cavidad medular.** Espacio dentro del cuerpo de la diáfisis en donde se encuentran vasos sanguíneos. En los huesos de los adultos localiza la médula ósea amarilla adiposa que genera energía.
- **Hueso esponjoso.** Este tipo de hueso forma la mayoría de los huesos cortos, planos e irregulares. En el caso de los huesos largos se ubica en las epífisis, lugar donde se produce la medula ósea roja cuya función es formar células sanguíneas, glóbulos blancos, rojos y plaquetas. Esta función también la presentan los huesos planos.
- **Hueso compacto.** Al encontrarse formado por capas de calcio le permite brindar soporte y resistencia durante los movimientos y poder someter al cuerpo a la tensión de cierto peso. En él se encuentran las células óseas maduras llamadas osteocitos y ocupa la mayor parte de la diáfisis. Presenta además los llamados conductos de Havers donde se alojan nervios, vasos linfáticos y vaso sanguíneos, estos últimos llevan al esqueleto aproximadamente medio litro de sangre por minuto, misma que transporta nutrientes y recoge desechos (Figura 3.3) (Suárez, 2020).

**Figura 3.2**  
Estructura de hueso largo



Fuente: elaboración propia, modificado de la web (Paradigmia, 2017)

**Figura 3.3**  
Conductos de Havers



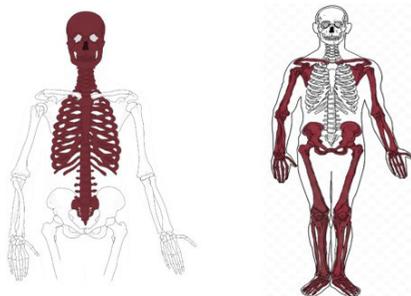
Fuente: elaboración propia, modificado de la web (mianatomía, 2014)

### Esqueleto axial y apendicular

El sistema esquelético en el adulto se encuentra constituido por 206 huesos, sin embargo, el número es mayor en los niños, por la razón de que el sacro y el coxis presentan huesos separados que se fusionan conforme se van desarrollando (Moore, 2017).

El esqueleto se divide en axial y apendicular (Figura 3.4).

**Figura 3.4**  
Esqueleto axial y apendicular



Fuente: elaboración propia, modificado de la página web (Curiosoando, 2020).

- Esqueleto axial. Este esqueleto lo forman 80 huesos que se encuentran en el eje central del cuerpo humano, es decir, la cabeza y el tronco.
- Esqueleto apendicular. Está conformado por 126 huesos ubicados en las extremidades superiores, cintura escapular, cintura pelviana y extremidades inferiores (Tortora y Derrickson, 2018).

## Esqueleto axial

### Frontal

Es un hueso que constituye la parte anterior de la cara en su porción superior, junto con el techo de las fosas orbitarias y la porción anterior del cráneo (Quiroz, 2013).

- Senos frontales: Son huecos que se localizan en el interior del hueso frontal cubiertos de una mucosa y sirven para que la voz tenga resonancia al hablar.

### Parietales

Son dos huesos, derecho e izquierdo, que forman las prominencias laterales de la parte superior del cráneo. Constituido por superficies articulares inmóviles entre varios huesos (Patton, 2021):

- Sutura lambdoidea. Lo une con el occipital
- Sutura escamosa. Lo une con una región del esfenoideas y con el temporal
- Sutura coronal. Lo une con el frontal
- Sutura sagital. Es la unión entre los dos parietales.

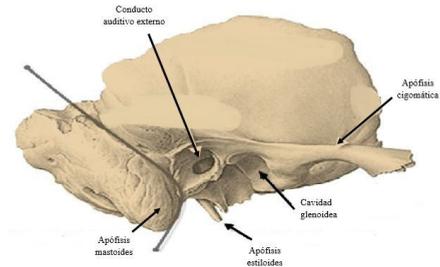
### Temporales

Son dos huesos temporales ubicados a los lados del cráneo por debajo de los huesos parietales (Figura 3.5). Algunas de sus características son:

- Meato auditivo externo. Es un canal por el que viaja el sonido desde el exterior hasta el tímpano.
- Apófisis estiloides. Es una prolongación afilada en el borde inferior del hueso temporal y donde se insertan ciertos músculos y ligamentos provenientes del cuello y de la lengua.
- Apófisis cigomática. Prominencia que hace articulación con el malar.
- Apófisis mastoideas. Es una prominencia del hueso situada en la parte inferior del meato auditivo que presenta rugosidades en el que se insertan músculos del cuello. Al igual que el hueso frontal, presenta cavidades, en este caso llamados senos mastoideos.
- Cavidad glenoidea. Es una depresión de forma ovalada situada por delante del meato auditivo externo, hace articulación con el cóndilo del maxilar inferior (Patton, 2021).

### Figura 3.5

#### *Hueso temporal derecho*



Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (Slideshare, 2014)

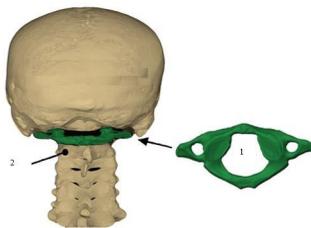
### Occipital

Está ubicado en la parte posterior de la bóveda craneal y constituye la mayor porción de la base del cráneo (Fuentes, 2015).

- Agujero magno. Es un orificio presente en la parte inferior del occipital que permite la conexión del encéfalo con la médula espinal.
- Cóndilos occipitales. Se ubican a los lados del agujero magno articulándose con el atlas, que es la primera vértebra cervical, formando la articulación atlantooccipital que hace posible el movimiento de la cabeza de arriba-abajo (Figura 3.6).

### Figura 3.6

#### *Articulación atlantooccipital*



Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (Diario Clown, 2018).

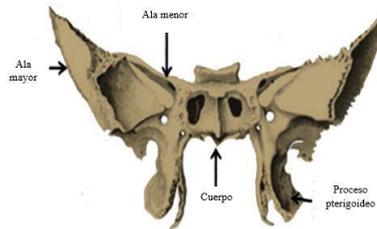
## Esfenoides

Es un hueso que guarda semejanza con un murciélago con sus alas en extensión. Se encuentra en el centro de la base del cráneo y es considerada el pilar de este ya que hace articulación con los otros huesos craneales y manteniéndolos unidos (Figura 3.7).

- **Cuerpo.** Se ubica en la parte central del hueso, semejante a un cubo, y en él se encuentran los senos esfenoidales que se conectan con las fosas nasales.
- **Silla turca.** Concavidad con apariencia de silla de montar en la parte superior del hueso esfenoides en donde se aloja la glándula hipófisis.
- **Proceso pterigoides.** Proyecciones que forman las regiones posteriores y laterales de las fosas nasales (Tortora y Derrickson, 2018).

### Figura 3.7

*Hueso esfenoides*



Fuente: elaboración propia, modificado de Fuentes (2015).

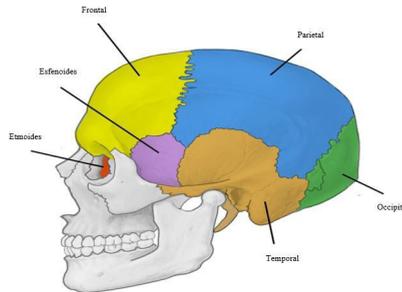
## Etmoides

El hueso etmoides es un hueso irregular que se ubica por delante del esfenoides, forma la porción superior del llamado tabique nasal que separa las dos cavidades en derecha e izquierda.

- **Cornetes superiores y medios.** Son dos pares de proyecciones dentro de las cavidades nasales, permiten que el aire inspirado haga turbulencia, lo que lo calienta, humedece y purifica antes de llegar a los pulmones (Tortora y Derrickson, 2018).

## Figura 3.8

### Huesos del cráneo



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Asociación educar, 2019).

### Maxilar superior

Se cuenta con dos maxilares superiores que se articulan en la línea media, los cuales hacen contacto con el resto de los huesos de la cara, con excepción de la mandíbula (Ashwell, 2016).

- Borde alveolar. Es un arco que contiene las cavidades alveolares donde se insertan los dientes en el maxilar superior.
- Senos del maxilar. Cavidad revestida de mucosa dentro del cuerpo de cada maxilar que drenan dentro de las fosas nasales.
- Apófisis palatina. Constituye la parte anterior del paladar duro de la cavidad bucal.
- Agujero suborbitario. Orificio en la cara externa bajo la cavidad orbital, da paso a vasos sanguíneos y nervios (Correia, 2022).

### Cigomáticos

Cada uno de los cigomáticos constituye el abultamiento de las mejillas, son conocidos también como malares o pómulos. Conforman una parte de las paredes laterales de las órbitas oculares.

### Nasales

Son dos pequeños huesos nasales en forma rectangular que constituyen la parte ósea de la nariz, sirven de soporte para el cartílago que se ubica en la parte inferior.

### Maxilar inferior

También llamado mandíbula, es el hueso grande de la cara y el de mayor resistencia; se articula con el hueso temporal en la única articulación movable de la cabeza ósea (Correia, 2022).

- **Cuerpo.** Es la parte más importante del hueso y constituye el mentón.
- **Rama.** Porción vertical de la mandíbula. Se encuentra en ambos lados del hueso, asciende desde la porción posterior del cuerpo.
- **Cóndilo.** Eminencia redondeada de cada rama que hace articulación con la cavidad glenoidea del hueso temporal.
- **Agujero mentoniano.** Abertura por debajo del espacio entre los dos premolares por donde pasan ramificaciones terminales de nervios y vasos.
- **Apófisis coronoides.** Prolongación ascendente de la porción anterior de cada rama.

### Lagrimal

Los dos huesos lagrimales se ubican en las paredes medias de la órbita. También son llamados unguis o lacrimales (Saladín, 2017).

- **Conducto lagrimal.** Pequeño orificio que permite drenar las lágrimas.

### Palatinos

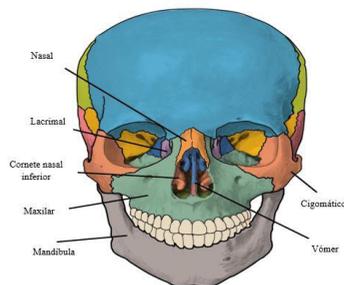
Son dos huesos que se sitúan en la parte posterior de la apófisis palatina del maxilar superior, es parte del paladar duro que conforma el piso de las fosas nasales.

### Cornetes inferiores

Son dos huesos que se proyectan en la parte inferior de la cavidad nasal, participan junto con los cornetes superiores y medios, que pertenecen al etmoides, en el proceso de crear turbulencia al ingresar el aire a la nariz (Willis, 2017).

### Figura 3.9

*Huesos de la cara*



Fuente: elaboración propia, modificado de Marieb (2012).

## Vómer

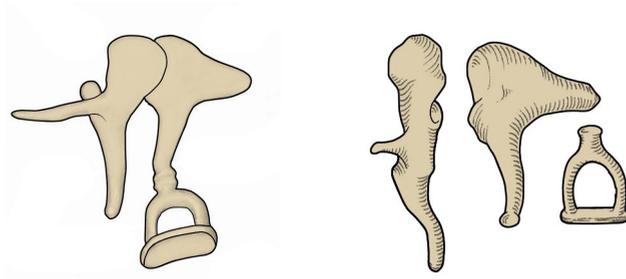
El vómer es un hueso de forma triangular ubicado en la nariz, la cual separa en la parte inferior a las fosas nasales en derecha e izquierda, articulándose en la parte superior con el etmoides.

## Huesos del oído

El oído medio se encuentra excavado en el hueso temporal, lo conforman 3 huesecillos cortos e irregulares que reciben su nombre por la semejanza con un estribo, un yunque y un martillo (Figura 3.10). Tienen la función de transmitir las ondas del sonido hacia la parte interna del oído (Latarjet y Ruiz, 2019).

### Figura 3.10

*Huesos del oído*



Fuente: elaboración propia (2023).

## Martillo

El martillo está formado por un mango dirigido hacia el exterior, es decir, hacia la membrana timpánica con la que está en contacto, de un cuello intermedio y de una cabeza que hace articulación con el yunque.

## Yunque

El yunque tiene un cuerpo articulado con la cabeza del martillo y dos apófisis superior e inferior, donde esta última hace articulación con el estribo.

## Estribo

El estribo que sigue al yunque en su dirección hacia adentro está constituido por una cabeza que se une con el yunque, por dos ramas que unen la cabeza a la base del estribo y por una base que se inserta en la ventana oval situada en la pared interna del oído medio.

## Hioides

Es un hueso impar situado en la región anterior del cuello, no articula con otro hueso y sirve de base a la lengua (Figura 3.11). Proporciona los sitios de inserción para algunos de los músculos de esta y para los músculos del cuello y faringe, constituido por:

- Cuerpo. Es la base central.
- Dos astas mayores. Derecha e izquierda, que se originan a cada lado del cuerpo central (Saladin, 2017).

### Figura 3.11

#### *Hioides*



Fuente: elaboración propia (2023).

## Columna vertebral

La columna se origina en la base del cráneo con el que se articula y brinda apoyo. Se extiende hasta su articulación con la pelvis, donde transmite el peso de todo el cuerpo a los miembros inferiores. La constituyen 26 huesos irregulares articulados y reforzados por filamentos ligamentosos, constituyéndose como una estructura curva flexible (Figura 3.12).

Antes de nacer, la columna vertebral cuenta con 33 huesos separados llamados vértebras, posteriormente nueve de las mismas se fusionan para constituir el sacro y el cóccix, dos huesos compuestos, que forman la parte inferior de la columna vertebral. Por lo tanto, la columna vertebral se constituye con las siguientes partes (Wineski, 2019):

- 7 vértebras cervicales. Ubicadas en la zona del cuello.
- 12 vértebras dorsales. En la parte dorsal de la caja torácica.
- 5 vértebras lumbares. Da soporte a la zona inferior de la espalda.
- 1 hueso sacro. Constituido por cinco vértebras sacras que se fusionaron.
- 1 hueso cóccix. Normalmente lo forman la fusión de 4 vértebras coccígeas.

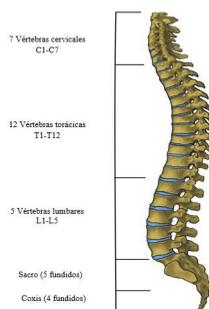
Vista desde su cara lateral, la columna presenta cuatro curvas leves denominadas curvaturas normales. Estas curvas aumentan la resistencia de la columna vertebral, contribuyen a mantener el equilibrio en la posición vertical, disminuyen el impacto al caminar o correr y ayudan a proteger a las vértebras de fracturas (Tortora y Derrickson, 2018).

- *Curvaturas cervical y lumbar* son convexas con relación a la parte frontal del cuerpo.
- *Curvaturas torácica y sacra* son cóncavas.

Cada una de las vértebras se encuentra separada por discos de cartílago fibroso flexibles (discos intervertebrales) que funcionan amortiguando el peso ejercido sobre las vértebras, absorbiendo los golpes a la vez que hacen más flexible a la columna vertebral (Figura 3.13). Durante la juventud, los discos tienen gran cantidad de agua, lo que les confiere mayor elasticidad y aspecto de esponja, pero conforme las personas envejecen, disminuye el porcentaje lo que provoca que estos se vuelvan menos elásticos soportando menos compresión (Tortora y Derrickson, 2018).

### Figura 3.12

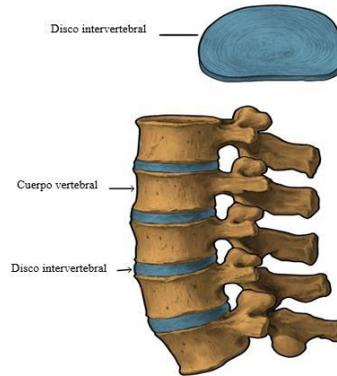
*Columna vertebral*



Fuente: elaboración propia (2023).

### Figura 3.13

Vértebra y disco intervertebral



Fuente: elaboración propia, modificado de la web (Cigna Healthcare, 2022).

#### Actividad de aprendizaje

**Investiga la estructura y función de una vértebra típica. Agrega un dibujo de la misma donde se señalen sus partes**

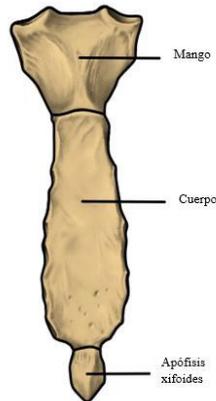
### Esternón

El esternón se encuentra localizado en la región central del tórax, es angosto y plano que mide aproximadamente 15 cm (Figura 3.14), se encuentra formado por tres partes:

- Manubrio. También llamado mango, es la porción superior que hace articulación con la clavícula y con la primera y segunda costilla. Presenta un borde cóncavo en la parte superior llamada escotadura yugular.
- Cuerpo. Es la parte media del esternón en la que se articulan directa o indirectamente desde la segunda hasta la décima costilla
- Apófisis xifoides. Es la parte inferior, en los niños está formado por cartílago hialino, el cual se va osificando con los años, logrando esto por completo hasta los 40 años. No está unido a ninguna costilla, pero permite la inserción de algunos músculos abdominales (Saladin, 2017).

### Figura 3.14

#### Esternón



Fuente: elaboración propia (2023).

### Costillas

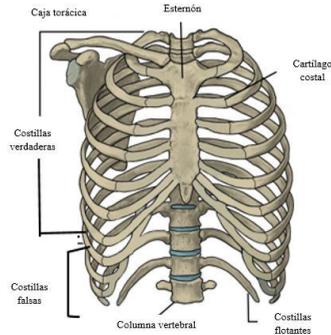
Existen, por lo regular, 12 pares de costillas que unidas con el esternón y la columna vertebral forman la caja torácica. Cada una de estas costillas hace articulación en la parte posterior con la vértebra dorsal correspondiente (Figura 3.15).

- Costillas verdaderas. Los primeros 7 pares de costillas se unen directamente con el esternón a través del cartílago costal.
- Costillas falsas. Son consideradas así los 5 pares de costillas restantes, ya que sus cartílagos van uniéndose al esternón de forma indirecta, con excepción de las dos últimas que son consideradas flotantes.
- Costillas flotantes. Las costillas undécima y duodécima no se fijan directa ni indirectamente al esternón.

Las zonas entre dos costillas, denominados espacios intercostales, son ocupadas por los músculos intercostales que facilitan la respiración (Fox, 2021).

## Figura 3.15

### Costillas



Fuente: elaboración propia, modificado de Saladin (2017).

## Esqueleto apendicular

### Clavícula

Son un par de huesos largos y delgados en forma de S situados de manera horizontal por arriba de la primera costilla correspondiente. Sus porciones proximales se articulan al esternón y sus porciones distales a la escápula (Figura 3.16).

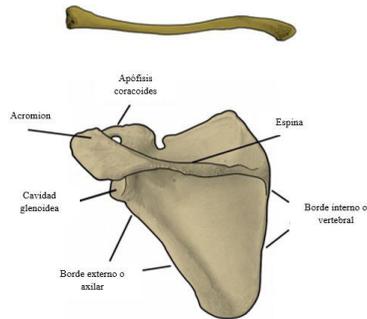
### Escápula

Conocidos también como omóplatos, son un par de huesos planos, grandes y de aspecto triangular (Figura 3.16), situados en la región posterior del tórax, con las siguientes características (Saladin, 2017)

- Bordes. Presenta tres bordes: superior, vertebral o interno y axilar o externo.
- Espina. Prominencia de borde filoso que se extiende diagonalmente en la parte posterior de la escápula.
- Acromion. Se encuentra a un lado de la espina dorsal, tocándose fácilmente en la parte superior del hombro en el punto donde hace articulación con la clavícula.
- Cavidad glenoidea. Es una cavidad que se articula la cabeza del húmero.
- Apófisis coracoides. Protuberancia en la que se insertan músculos (Quiroz, 2013).

### Figura 3.16

#### Clavícula y escápula



Fuente: elaboración propia (2023).

### Húmero

Es el hueso que forma el brazo, en el hombro hace articulación con la escápula y forma la articulación del codo con el radio y cúbito (Figura 3.17).

- Cabeza. Es el extremo proximal que hace articulación con la escápula en la cavidad glenoidea.
- Cuello anatómico. Surco ubicado distalmente de la cabeza del hueso.
- Cuello quirúrgico. Porción distal de la epífisis superior, llamado así porque es la zona del húmero que con mayor frecuencia se fractura.
- Tuberosidad deltoidea. Es una zona áspera en forma de V en el centro del húmero donde se inserta el músculo deltoides.
- Cóndilo humeral. Protuberancia que hace articulación con la cabeza del radio.
- Tróclea. Superficie inferior que hace articulación con el cúbito.
- Fosa olecraneana. Concavidad en la que se inserta el olécranon del hueso cúbito al extender el antebrazo (Marieb, 2012).

### Radio

Es uno de los huesos del antebrazo ubicado en el lado del dedo pulgar (Figura 3.18).

- Cabeza. Extremo proximal que tiene forma de disco y se articula con el húmero.
- Tuberosidad radial. Eminencia rugosa debajo de la cabeza, sirve de inserción para el tendón del bíceps.
- Apófisis estiloides. Prominencia ubicada distalmente de la superficie externa.

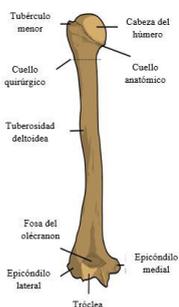
## Cúbito

Es el otro hueso ubicado en el antebrazo, se ubica en el lado del dedo meñique y presenta una longitud mayor que el radio (Figura 3.18).

- Olécranon. Ubicado en el extremo proximal y su prominencia forma el codo.
- Apófisis estiloides. Prominencia aguda en el extremo distal (Marieb, 2012).

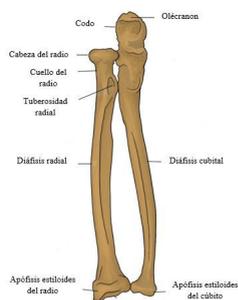
**Figura 3.17**

*Húmero*



**Figura 3.18**

*Radio y cúbito*



Fuente: elaboración propia, modificado de (Marieb, 2012). Fuente: elaboración propia, modificado de Marieb (2012).

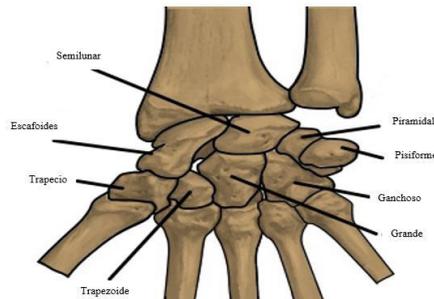
## Carpo

El carpo consta de ocho pequeños huesos, llamados carpianos, que se mantienen unidos por medio de ligamentos (Figura 3.19). Estos huesos se disponen en un par de hileras transversales, de cuatro huesos cada una, que del meñique al pulgar se ubican de la siguiente manera (Tortora y Derrickson, 2018):

- Hilera proximal. Pisiforme, piramidal, semilunar y escafoides.
- Hilera distal. Ganchoso, grande del carpo, trapecoide y trapecio.

## Figura 3.19

### Carpo



Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (FisioCapmus, 2016).

### Metacarpo

Son cinco huesos metacarpianos los que constituyen el esqueleto de la palma de la mano, cada uno de ellos posee en su parte proximal una base, la parte intermedia constituye el cuerpo y en la parte distal se encuentra una cabeza que suele denominarse “nudillos” fácilmente visible al cerrar el puño. Los huesos metacarpianos se numeran del I al V a partir del hueso ubicado sobre el pulgar (Figura 3.20).

### Falanges

Las falanges son segmentos óseos articulados entre sí que constituyen el esqueleto de los dedos. Cada uno, excepto el pulgar, está formado por tres segmentos (Figura 3.20):

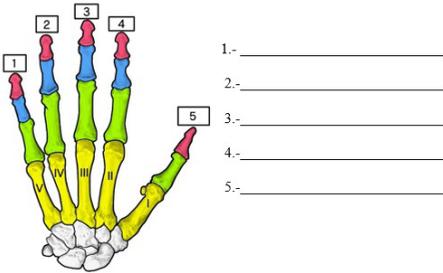
- Falange proximal
- Falange medial
- Falange distal

El pulgar únicamente posee falange proximal y distal. A partir del pulgar, los siguientes cuatro dedos son llamados comúnmente índice, medio, anular y meñique.

**Actividad de aprendizaje**  
**Escribe el nombre de cada dedo en el número correspondiente**

**Figura 3.20**

*Metacarpo y falanges*



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Medical Tips, 2018).

**Coxal**

Los huesos coxales son los dos huesos de la cadera que proporcionan estabilidad y fortalecen a la columna vertebral, protegen los órganos contenidos en la pelvis y unen las extremidades inferiores al esqueleto axial simétrico.

El sacro y el cóccix son los dos huesos que se conoce como pelvis.

Al nacimiento cada coxal está constituido por 3 huesos: ilion, isquion y pubis, mismos que alrededor de los 23 años de edad se unen en un solo hueso, sin embargo, en diversas situaciones es conveniente estudiarlos de manera independiente (Figura 3.21).

**Ilion**

Es el mayor de los 3 huesos, se ubica en la parte superior y presenta:

- Crestas ilíacas. Son los límites superiores y curvos del ilion.
- Espinas ilíacas. Cada hueso presenta 4 espinas que conforme suposición son conocidas como: anterior superior, anterior inferior, posterior superior y posterior inferior, mismas que sirven de inserción a tendones de diversos músculos del tronco, muslo y de la misma cadera.
- Escotadura ciática mayor. Se ubica por debajo de la espina ilíaca posteroinferior, por ella atraviesa el nervio con mayor longitud del cuerpo humano, el ciático (Peate, 2019).

## Isquion

Es la porción posterior e inferior de la cadera presenta:

- Escotadura ciática menor. Por ella pasa el nervio ciático además de vasos sanguíneos, por lo que es muy importante que las inyecciones en los glúteos deben de estar alejadas de esta región.
- Rama del isquion. Es la que forma la articulación con el hueso pubis.
- Tuberosidad isquiática. Es una zona que presenta múltiples rugosidades y en la cual se concentra el peso corporal al sentarnos, por lo que es normal que al descansar en lugares incómodos puede presentar dolor.
- Agujero obturador. Es un orificio extenso constituido por el pubis y el isquion por donde pasan los nervios y vasos sanguíneos que van al muslo (Peate, 2019).

## Pubis

Ubicado en su porción inferior y anterior del hueso coxal.

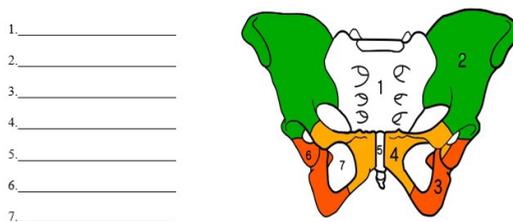
- Sínfisis púbica. Es la articulación formada por cartílago ubicada entre los huesos del pubis. Una característica en la mujer es que durante las últimas semanas de embarazo, la placenta y los ovarios liberan una hormona llamada relaxina, lo que permite que esta sínfisis presente mayor flexibilidad facilitando el parto (Peate, 2019).

La unión de los tres huesos forma una fosa profunda en la que se articula la cabeza del fémur llamada acetábulo.

**Actividad de aprendizaje**  
**Escribe el nombre de cada hueso o estructura ósea en el número correspondiente**

**Figura 3.21**

*Hueso coxal*



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Wikimedia Commons, 2023).

**Actividad de aprendizaje**  
**Investiga las características propias femeninas y masculinas de la pelvis, dibújalas por separado**

**Cuadro 3.1**

*Pelvis femenina y masculina*

Características de pelvis femenina y masculina		
Puntos de comparación	Mujeres	Hombres
Estructura general		
Pelvis mayor		
Estrecho superior de la pelvis		
Acetábulo		
Agujero obturador		
Arco del pubis		
Dibujo		

Fuente: elaboración propia (2023).

## Fémur

El fémur es el hueso del muslo. Se le considera el más pesado, largo y fuerte del esqueleto humano. En la parte proximal hace articulación con el hueso coxal y en la parte distal con la rótula y tibia (Figura 3.22).

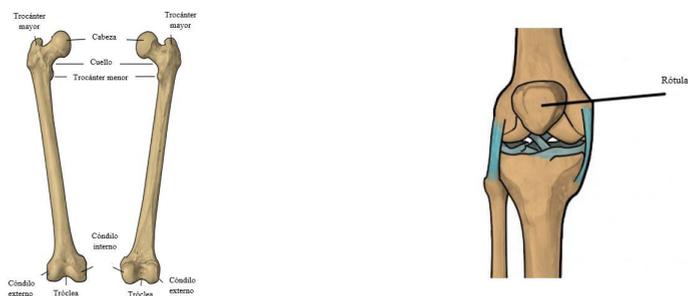
- Cabeza. Parte superior del fémur que hace articulación con el acetábulo del hueso coxal, para formar la articulación de la cadera.
- Cuello. Región estrecha debajo de la cabeza. Esta área con la edad se debilita de tal manera que no soporta el peso del cuerpo y se puede fracturar.
- Trocánter mayor. Proyección que se palpa por abajo y afuera de la cabeza, donde se insertan los tendones de algunos músculos del glúteo y del muslo y es una referencia anatómica para la aplicación de inyecciones intramusculares en la región de los glúteos.
- Trocánter menor. Eminencia pequeña por debajo del trocánter mayor.
- Cóndilos lateral y medial. Prominencias redondeadas y voluminosas en el extremo distal del fémur, uno en la parte externa y otro en la interna, los cuales se articulan con la tibia.
- Superficie rotuliana. Depresión lisa en la parte anterior del fémur, entre los cóndilos, se articula con la rótula (Saladin, 2019).

## Rótula

Es un hueso triangular que forma lo que se conoce como rodilla, se encuentra ubicado en el tendón del músculo cuádriceps, articulándose únicamente con el fémur (Quiroz, 2013). Al extender la articulación es posible palpar el contorno de la rótula bajo la piel, pero al flexionar la rodilla se hunde entre la escotadura intercondílea, perdiéndose su contorno su contorno (Figura 3.22).

### Figura 3.22

#### *Fémur y rótula*



Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (Western New York, 2015).

## Tibia

La tibia es el hueso ubicado superficialmente en la parte interna de la pierna, más largo y resistente que el peroné. Articula con el fémur, con el peroné y el astrágalo (Figura 3.23).

- **Cóndilos.** Prominencias notables externas e internas en el extremo proximal de la tibia, forma la articulación de la rodilla al unirse con los cóndilos femorales.
- **Tuberosidad anterior.** Se encuentra por debajo de los cóndilos y en él se inserta el ligamiento rotuliano.
- **Cresta anterior.** Es la continuación hacia abajo de la tuberosidad, se palpa inmediatamente por debajo de la piel, ya que no está cubierta por músculos. Es conocida comúnmente como “espinilla”.
- **Maléolo medial.** Prominencia redondeada y descendente en el extremo distal de la tibia, forma una eminencia ósea en la cara interna del tobillo (Drake, 2020).

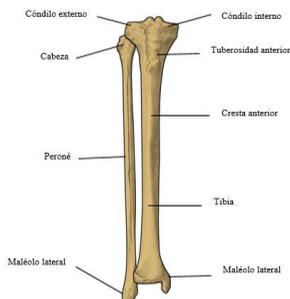
## Peroné

Es el otro hueso de la pierna, es largo, externo y profundo; es frágil y se puede fracturar con facilidad (Figura 3.23).

- **Cabeza.** Es la extremidad superior que hace articulación con la tuberosidad externa o cóndilo presentes en la tibia.
- **Maléolo lateral.** Eminencia redondeada en el extremo distal del peroné, que produce una protuberancia en la parte externa del tobillo. Se articula con el astrágalo (Drake, 2021).

### Figura 3.23

*Tibia y peroné*



Fuente: elaboración propia, modificado de Marieb (2012).

El pie está conformado por los huesos tarsianos, metatarsianos y las falanges (Figura 3.24), estos huesos son capaces de sostener el peso del cuerpo, además de propulsarlo en el momento de avanzar ya sea caminando o corriendo.

- **Tarso.** Son 7 huesos ubicados en la parte posterior del pie.

### Región proximal

#### **Calcáneo**

Se encuentra ubicado en la región trasera del pie formando el talón, es el hueso más amplio del tarso y en él se aloja el llamado tendón de Aquiles y se insertan los músculos que forman la pantorrilla.

#### **Astrágalo**

Es el hueso que forma el tobillo, absorbe el peso del cuerpo que la tibia le transmite.

#### **Navicular**

Hueso tarsiano ancho y corto localizado en la zona interna del pie.

### Región distal

#### **Cuboide**

Hueso ubicado en la parte interna del pie, tiene forma de cubo.

#### **Cuneiformes**

Son 3 huesos: cuneiforme lateral, intermedio y medial.

#### **Metatarso**

Son 5 huesos largos que presentan una curvatura en la parte superior, formando lo que se conoce como dorso del pie. Se numeran del I al V, de medial a distal. Cada uno de ellos presenta de proximal a distal una base, un cuerpo y una cabeza (Marieb, 2012).

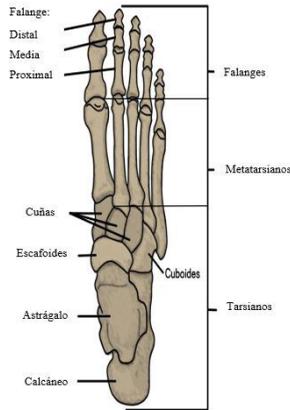
### Falanges

Son los huesos que conforman los dedos de los pies y, como los dedos de las manos, constan de 3 falanges, con excepción del pulgar, el cual solo presenta falange proximal y distal.

- Falange proximal
- Falange medial
- Falange distal

## Figura 3.24

### Huesos del pie



Fuente: elaboración propia, modificado de Marieb (2012).

## Articulaciones

Se llama articulación cuando:

- dos o más huesos se unen.
- a la unión de un hueso con un cartílago.
- la unión de un diente con el hueso.

Se denomina artrología a la rama de la anatomía que se encarga del estudio de las articulaciones. Estas son las encargadas de crear los puntos que conectan el esqueleto, producir los movimientos y darle al cuerpo la elasticidad y la flexibilidad requerida en diversas acciones (Kerr, 2019).

### Clasificación de las articulaciones

Las articulaciones son clasificadas mediante dos aspectos:

- Clasificación funcional. Esta clasificación hace referencia al tipo de movimientos que realiza.
- Clasificación estructural. En esta clasificación se asignan de acuerdo con su anatomía.

### Clasificación funcional de las articulaciones:

Este tipo de clasificación tiene que ver con el grado de movimiento que posibilitan realizar. Se dividen en (Kapandji, 2012).

- Sinartrosis. Es la articulación sin movimiento.
- Anfiartrosis. Es la articulación ligeramente móvil.
- Diartrosis. Es la articulación que permite libertad de movimiento. Dentro de esta clasificación entran todas las articulaciones sinoviales, las cuales tienen diversas formas y realizan varios tipos de movimientos.

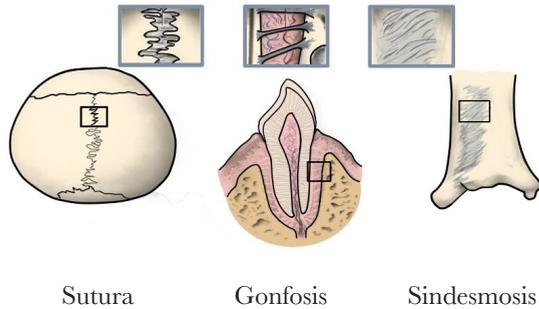
### *Clasificación estructural de las articulaciones*

Dentro de esta clasificación se incluyen: articulaciones fibrosas, cartilaginosas y sinoviales.

- Fibrosas. No presentan cavidad sinovial, manteniéndose los huesos unidos por la presencia de tejido conectivo fibroso con abundantes fibras de colágeno, estas nacen de un hueso, atraviesan el espacio y se introducen en el otro (Figura 3.25). Permiten algo de movimiento o ninguno (Hochschild, 2017). Los tres tipos de articulaciones fibrosas son:
  1. Sutura. Pertenece a las articulaciones fibrosas formada por una capa fina de tejido conectivo denso fibroso. Al entrelazarse los irregulares bordes de las suturas hacen más resistente la articulación, lo cual disminuye la probabilidad de que se presente una fractura. Ejemplo: articulaciones del cráneo y cara. Como la articulación es inmóvil, funcionalmente es considerada como: \_\_\_\_\_.
  2. Sindesmosis. Otras articulaciones fibrosas son las sindesmosis, en donde la separación entre los huesos que la componen es más considerable que en las suturas. Su tejido conectivo denso irregular se agrupa en racimos que le permiten realizar movimientos reducidos. Ejemplo: articulación distal entre tibia y peroné. Como la articulación permite un movimiento leve, funcionalmente se clasifica como: \_\_\_\_\_.
  3. Gonfosis. Las gonfosis son las articulaciones de las piezas dentales con el hueso, a pesar de que los dientes no son huesos, se incluyen en esta clasificación. Esta unión se da por las fibras de colágeno que forman el ligamento periodontal, el cual va del maxilar a la raíz dental. Como la articulación es inmóvil, desde el punto de vista funcional se clasifica como: \_\_\_\_\_.

### Figura 3.25

#### Articulaciones fibrosas

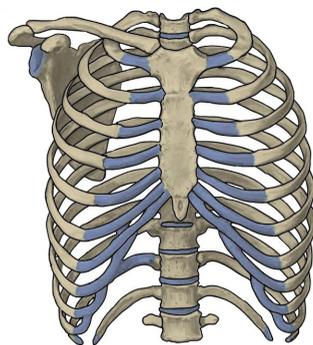


Fuente: elaboración propia, modificado de Saladin (2017).

- Cartilagosas. En este tipo de articulaciones los huesos están conectados estrechamente por cartílago hialino. Permiten poco o ningún movimiento. Los dos tipos de articulaciones cartilagosas son:
  1. Sincondrosis. Este tipo de articulación se mantiene unida por cartílago hialino que se osifica en la edad adulta (Hochschild, 2017). Ejemplo: articulación entre las primeras costillas y esternón (Figura 3.26). Como la articulación es inmóvil, funcionalmente se clasifica como:

### Figura 3.26

#### Sincondrosis

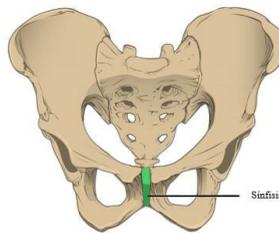


Fuente: elaboración propia, modificado de Saladin (2017).

2. Sínfisis. En este tipo de articulación, las extremidades de los huesos se encuentran unidas por discos fibrosos de cartílago (Hochschild, 2017). Se localizan en la línea media del cuerpo, por ejemplo, la sínfisis que une los huesos del pubis (Figura 3.27), además de formar las articulaciones de las vértebras en donde actúan conjuntamente para absorber las fuerzas de choque, dar flexibilidad y resistencia. Como la articulación permite un leve movimiento, funcionalmente se clasifica como: \_\_\_\_\_.

**Figura 3.27**

*Sínfisis*



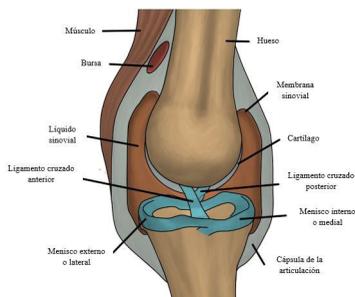
Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Wikimedia Commons, 2018).

- Sinoviales. La característica principal de las articulaciones consideradas como sinoviales es que presentan un espacio separando las terminaciones óseas, el cual contiene el llamado líquido sinovial (Figura 3.28). Esta característica le permite un libre movimiento, por lo que desde el punto de vista sinovial es considerada como diartrosis (Tortora y Derrickson, 2018). Está formada por las siguientes estructuras:
  - *Cartilago articular*. Capa que cubre a los huesos en la parte donde se unen, disminuye el roce y el choque entre ellos.
  - *Cápsula articular*. Se encuentra rodeando las superficies de la articulación, constituida por una capa externa y otra interna. La capa externa es una continuación engrosada del periostio, es flexible y resistente lo cual permite su libre movimiento e impide la luxación. Su capa interna es llamada membrana sinovial, es húmeda por secretarse ahí líquido lubricante que disminuye el rozamiento, proporciona nutrientes y elimina desechos.
  - Cuando este tipo de articulación permanece inmóvil durante algún tiempo, el líquido lubricante tiende a adquirir una consistencia altamente viscosa que limita los movimientos, sin embargo, conforme se ejercita vuelve a la normalidad.

- *Ligamentos.* Son estructuras que se originan de la membrana fibrosa de este tipo de articulaciones, pueden encontrarse dentro o fuera de la cápsula y su función es unir la estructura además de darles estabilidad.
- *Meniscos.* Son almohadillas fibrocartilagosas que se ubican entre las articulaciones de los huesos y se unen a la cápsula fibrosa. Su función es permitir que dos huesos de forma diferente puedan conectarse de manera apropiada, mantienen la estabilidad articular y envían el flujo de líquido sinovial hacia las zonas de mayor rozamiento. La rodilla presenta este tipo de estructura.
- *Bursa.* Es llamada también bolsa sinovial; se encuentra revestida internamente por una membrana que secreta fluido viscoso muy parecido al líquido sinovial, esto amortigua el roce entre huesos y músculos.
- *Tendones.* No forman parte de la articulación, sin embargo, se encuentran asociados a ellas ya que unen al músculo con los huesos, para dar estabilidad.

**Figura 3.28**

*Articulación sinovial*

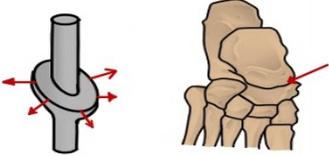
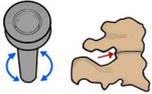
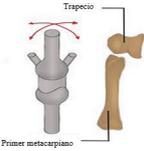
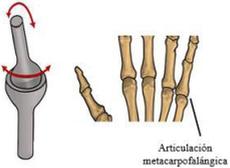


Fuente: elaboración propia (2023).

Estas articulaciones se subdividen en seis tipos que dependen de las formas en las superficies articulares que precisan el movimiento de la articulación.

### Cuadro 3.2

#### *Tipos de articulaciones sinoviales*

Tipo	Ejemplo
<p>Planas. Estas articulaciones presentan básicamente una superficie plana que únicamente realiza movimientos de deslizamiento. Ejemplo: huesos del tarso.</p>	
<p>Bisagra. Se presenta cuando la terminación con forma de cilindro se articula con un hueso cuya superficie presenta una depresión, permitiendo únicamente movimientos de flexión y extensión. Ejemplo: la rodilla y el codo.</p>	
<p>Pivote. Este tipo de articulación se presenta cuando una superficie en forma de arco gira como un pivote sobre un eje permitiendo movimientos de rotación. Ejemplo: atlas y axis.</p>	
<p>Esférica. La unión se produce entre un hueso cuya terminación articular es esférica y un hueso que presenta una cavidad. Permiten el movimiento en todas direcciones. Ejemplo: hombro y cadera</p>	
<p>Silla de montar. Este tipo de articulación se forma cuando se une un hueso cóncavo con uno convexo, esto permite diversos movimientos, excepto el de rotación. Ejemplo: el pulgar con el primer metacarpiano.</p>	
<p>Condiloidea. Esta articulación une la terminación de un hueso en forma de huevo, con otro que presenta concavidad ovalada. Permite movimientos hacia los lados, adelante y atrás. Ejemplo: la unión del metacarpo con las falanges.</p>	

Fuente: elaboración propia, modificado de Marieb (2012).

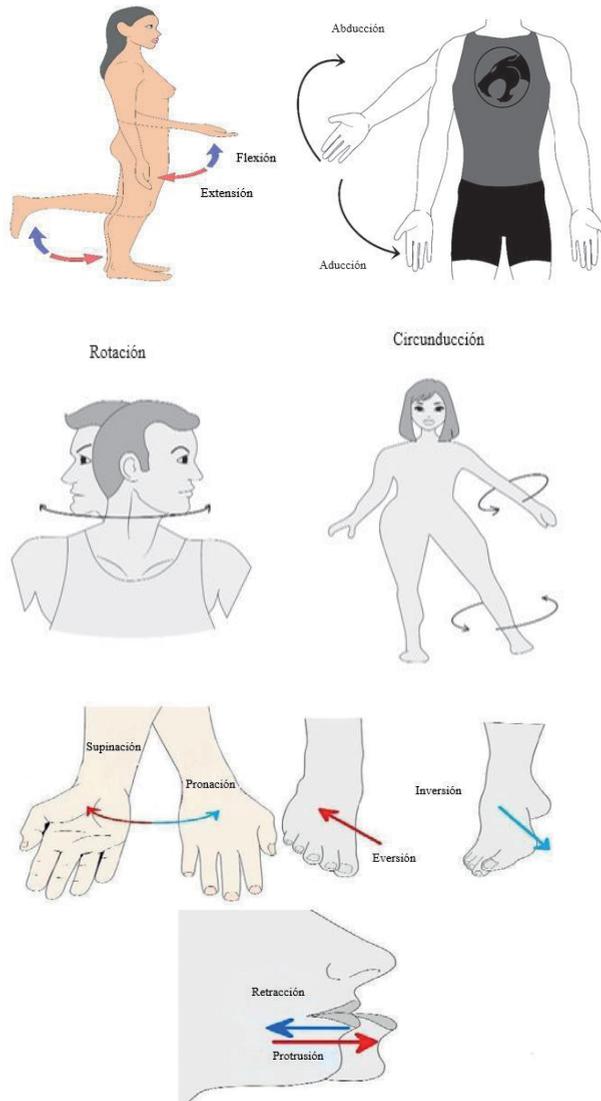
## Tipos de movimientos

Los movimientos permitidos por las articulaciones sinoviales son los siguientes (Figura 3.29):

- Flexión. Cuando se reduce la angulación que separa a dos huesos que hacen articulación. Ejemplo: dirigir el antebrazo hacia el brazo.
- Extensión. Es lo contrario a la flexión, ya que aumenta la angulación que separa a ambos huesos. Ejemplo: separar el antebrazo del brazo
- Abducción. Movimiento de una articulación para alejarla de la línea media central del cuerpo. Ejemplo: alejar los brazos de los costados del cuerpo.
- Aducción. Movimiento que se aproxima a la línea media central del cuerpo. Ejemplo, llevar los brazos hacia la línea media.
- Rotación. Movimiento que el hueso realiza sobre su propio eje. Ejemplo: mover la cabeza de un lado a otro para decir “no”.
- Circunducción. La zona distal de un hueso describe un círculo. Ejemplo: los brazos extendidos describen un círculo.
- Supinación. Movimiento que realiza el antebrazo para mover hacia adelante la palma de la mano como posición anatómica.
- Pronación. Cuando se vuelve el antebrazo para que la palma de la mano mire hacia atrás.
- Inversión. Es el movimiento especial del tobillo, por medio del cual la zona plantar del pie se vuelve hacia adentro.
- Eversión. La planta del pie se vuelve hacia afuera.
- Protrusión. Se desplaza hacia adelante una parte del cuerpo como ocurre cuando la articulación temporomandibular envía el maxilar inferior hacia enfrente.
- Retracción. Consiste en el movimiento opuesto a la protrusión, por ejemplo, para volver a su posición original la mandíbula (Tortora y Derrickson, 2018).

**Figura 3.29**

*Movimientos permitidos por articulaciones sinoviales*



Fuente: elaboración propia, modificado de la web (*Ciencias Biológicas*, 2008).

## Músculo esquelético

### Características y clasificación

Se define como miología a la rama de la Anatomía encargada de estudiar los músculos. Representa entre el 40 y 50 % del peso total del cuerpo está constituida por células largas y delgadas que tienen la capacidad de contraerse gracias a las fibras musculares (Dimon, 2014).

Esta capacidad de contracción permite la posibilidad de realizar movimientos a las diversas partes del organismo.

La composición química de los músculos es agua, proteínas, glucógeno, lípidos, sodio, potasio y calcio.

### Funciones del tejido muscular

Por medio de la contracción continua o alternando contracción y relajación, el músculo realiza cinco importantes funciones (Silverthorn, 2019):

1. Producción de los movimientos corporales. El músculo esquelético, en coordinación con huesos y articulaciones genera los movimientos como por ejemplo caminar, bailar y practicar deportes
2. Estabilización de las posiciones del cuerpo. Mantener las distintas posiciones del cuerpo corresponde al músculo esquelético, esto permite mantener una postura adecuada a pesar de la gravedad.
3. Almacenamiento de sustancias en los órganos. Diversos órganos presentan músculos lisos en forma de anillo llamado esfínteres, los cuales pueden contraerse o relajarse de acuerdo con la función que les corresponda realizar. Por ejemplo, la vejiga mantiene sus esfínteres contraídos para almacenar la orina y los relaja en el momento de eliminarla del cuerpo.
4. Desplazamiento de sustancias dentro del organismo. El músculo liso presente en los órganos internos mueve sustancias gracias a su contracción, por ejemplo, el desplazamiento de los alimentos dentro del tracto digestivo. La contracción cardíaca impulsa a la sangre dentro de los vasos sanguíneos.
5. Generación de calor. La contracción de los músculos esqueléticos genera calor, esto permite al organismo mantener una temperatura normal. Cuando se expone al frío, pueden contraerse de manera involuntaria provocando temblores que favorecen la producción de calor.

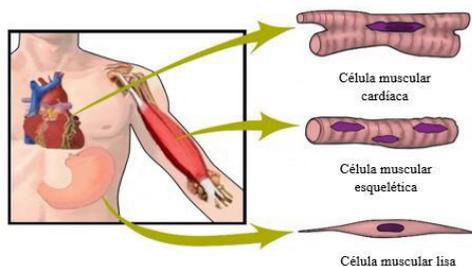
## Tipos de músculos

Existen tres tipos de músculos de acuerdo con su ubicación, la forma en que son estimulados y su estructura celular: esquelético, liso y cardíaco (Figura 3.30) (Peate y Muralitharan, 2019).

- **Músculo esquelético.** Es el que se encuentra fijo al esqueleto y lo moviliza, este tipo de músculo es estriado y está bajo control voluntario. Es el que estudiaremos en esta unidad.
- **Músculo liso.** Se le llama así, porque no presenta aspecto estriado, se ubica en las paredes de órganos huecos como por ejemplo el aparato digestivo, respiratorio y vasos sanguíneos, lo cual ayuda a la digestión, respiración y regula la presión arterial. Actúa de manera involuntaria, regulado por sistema nervioso y glándulas endocrinas.
- **Músculo cardíaco.** Se encuentra formando la mayor parte de la pared cardíaca, es estriado, sus latidos son involuntarios y se controlan por un marcapasos que funciona bajo el control de hormonas y neurotransmisores.

### Figura 3.30

*Tipos de músculos*



Fuente: elaboración propia, modificada de la página web (Medline Plus, 2023).

## Músculo esquelético

Los músculos esqueléticos se encuentran constituidos por células largas denominadas fibras musculares que se encuentran rodeadas por tejido conectivo. Cada una de estas fibras necesita ser innervada, por lo que recibe nervios que provienen de neuronas motoras que estimulan al músculo para su contracción. Además, reciben vasos sanguíneos, proveedores de oxígeno y nutrientes, también eliminan desechos y calor (Saladin, 2017).

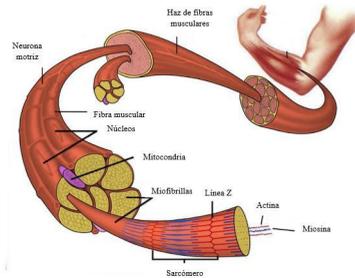
No está determinado el número exacto de músculos presentes en el cuerpo humano, pero se considera que existen más de 600.

## Estructura de la fibra muscular

Microscópicamente el músculo esquelético se encuentra formado por miles de células largas llamadas *fibras musculares*, acomodadas paralelamente entre sí (Figura 3.31). Cada una de estas fibras musculares está compuesta por unidades más pequeñas que son (Tortora y Derrickson, 2018):

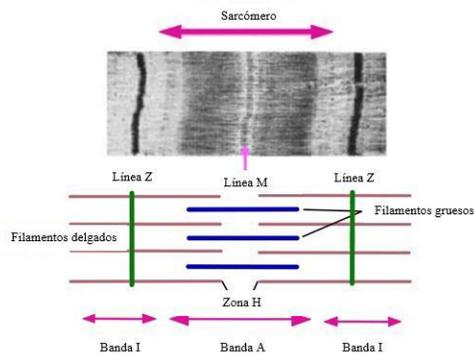
- Sarcolema. Constituye la membrana celular del músculo.
- Sarcoplasma. Es el citoplasma de la célula muscular.
- Mitocondrias. Presenta numerosas mitocondrias las cuales producen grandes cantidades de ATP en el momento de la contracción muscular.
- Retículo sarcoplásmico. Se localiza a todo lo largo de todo el sarcoplasma y está constituido por una red de túbulos que se encargan de almacenar iones de calcio indispensables para la contracción muscular.
- Núcleos. Se encuentran varios núcleos en la periferia de la fibra cerca del sarcolema.
- Mioglobina. Son numerosas moléculas de un pigmento rojizo que le dan el color característico al músculo esquelético que almacena el oxígeno hasta que las mitocondrias lo requieren para elaborar ATP.
- Miofibrillas. Cada una de las fibras musculares presenta cientos y miles de miofibrillas que llenan casi todo el citoplasma (Figura 3.32). Sus contenidos se encuentran acomodados en compartimientos llamados sarcómeros y se distribuyen de la siguiente manera:
  - Banda I. Son los miofilamentos delgados claros formados de la proteína actina.
  - Banda A. Son los miofilamentos gruesos oscuros formados por la proteína miosina. En la mitad de esta banda se aprecia una región central más clara denominada zona H en cuyo centro se encuentra la línea M que contiene pequeñas proteínas que mantienen unidos los filamentos adyacentes.
  - Línea Z. Es la que separa un sarcómero de otro.

**Figura 3.31**  
*Fibra muscular*



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Elsevier, 2005).

**Figura 3.32**  
*Miofibrilla*



Fuente: elaboración propia, modificado de Tortora y Derrickson (2018).

### Mecanismo de la contracción muscular

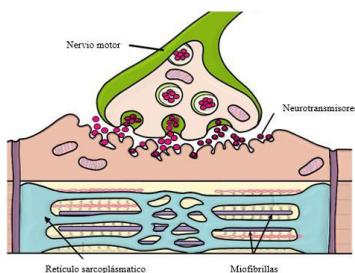
La contracción del músculo se lleva a cabo de acuerdo con las etapas siguientes (Figura 3.33):

1. Un potencial de acción se desplaza por un nervio motor hasta su terminación en las fibras del músculo.
2. En los extremos, el nervio produce en cantidades pequeñas acetilcolina, misma que funciona como un neurotransmisor.
3. Este neurotransmisor actúa en una región de la membrana celular para abrir numerosos canales que permiten la entrada a los iones sodio, compuerta que es dirigida por la acetilcolina.

4. La abertura de estos canales permite el acceso a la fibra muscular de cantidades elevadas de iones de sodio, en la zona que corresponde a la terminal nerviosa. Esto inicia un potencial de acción en la fibra muscular.
5. Este potencial de acción se moviliza a lo largo de la membrana de la fibra muscular, de la misma forma que sucede con los potenciales de acción en las membranas de los nervios.
6. El potencial de acción despolariza la membrana de la fibra muscular, lo que permite viajar a su interior. Una vez dentro, libera grandes cantidades de iones de calcio que se encontraban almacenados en el retículo sarcoplásmico para ser enviado a las miofibrillas.
7. Estos iones de calcio realizan fuerzas de atracción entre los filamentos de actina y miosina, permitiendo que se desplacen juntos, generando el proceso de contracción.
8. Una fracción de segundos después se bombean los iones de calcio que van al retículo sarcoplásmico, permaneciendo almacenados hasta el momento que se reciba un nuevo potencial de acción (Tortora y Derrickson, 2018; Dufour, 2018).

### Figura 3.33

Contracción muscular



Fuente: elaboración propia (2023).

### Principales músculos esqueléticos

A continuación, estudiaremos algunas características de los principales músculos esqueléticos de nuestro cuerpo:

- Ubicación. Parte del cuerpo en el que se encuentran.
- Músculo. Nombre del músculo a referirse.
- Origen. El extremo del músculo unido al hueso que se mueve.
- Inserción. Lugar en el que el músculo termina.

- **Función.** Movimiento que lleva a cabo el músculo.
- **Inervación.** Nervio que genera la contracción muscular (Pulsen y Waschke, 2019).

### **Cuadro 3.3**

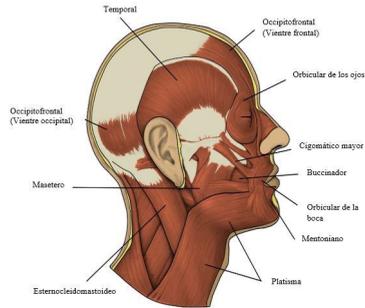
*Principales músculos de la cara (Figura 3.34)*

Músculo	Origen	Inserción	Función
Occipitofrontal	Occipital	Tejido de las cejas	Eleva las cejas y arruga la frente horizontalmente
Orbicular de los ojos	Parte medial de la orbita	Piel que rodea la orbita	Cierra los ojos
Orbicular de la boca	Fibras musculares que circulan la boca	Piel de la comisura de la boca	Junta los labios y los envía hacia afuera. Modifica los labios durante el habla
Buccinador	Maxilar superior y mandíbula	Orbicular de la boca	Presiona las mejillas contra los molares, como para soplar; además interviene en la masticación
Masetero	Apófisis cigomática	Superficie de las ramas mandibulares	Cierra la boca elevando la mandíbula
Temporal	Hueso temporal	Rama y apófisis coronoides mandibular	Elevación y retracción mandibular
Cigomático mayor	Hueso cigomático	Comisura de los labios	Lleva la comisura de la boca hacia afuera y arriba, permite la sonrisa
Mentoniano	Alveolo de los incisivos inferiores	Piel de la barba	Levanta y dirige el labio inferior hacia adelante

Fuente: elaboración propia, modificado de Saladin (2017) y Tortora y Derrickson (2018).

### Figura 3.34

Principales músculos de la cara y cuello



Fuente: elaboración propia, modificado de Tortora y Derrickson (2018).

### Cuadro 3.4

Principales músculos del cuello (Figura 3.34)

Músculo	Origen	Inserción	Función
Platisma	Fascia de los músculos deltoides y pectoral mayor	Mandíbula	Lleva hacia abajo la comisura de la boca
Esternocleido-mastoideo	Esternón y clavícula	Temporal	Flexiona la cabeza y la voltea hacia los lados

Fuente: elaboración propia, modificado de Saladin (2017); Tortora y Derrickson (2018).

### Cuadro 3.5

Principales músculos anteriores del tronco (Figura 3.35)

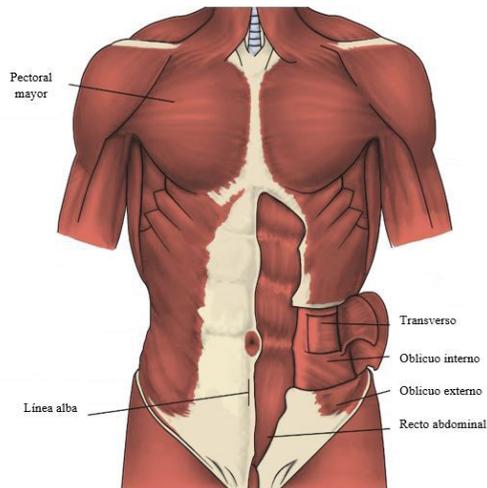
Músculo	Origen	Inserción	Función
Pectoral mayor	Clavícula, esternón y cartílagos costales	Húmero	Aducción y flexión del húmero. También lo gira hacia medial como para abrazar
Recto abdominal	Pubis	Costillas y xifoides del esternón	Comprime el abdomen y flexiona la columna vertebral

Músculo	Origen	Inserción	Función
Oblicuo externo	Costillas	Cresta iliaca y línea alba	Comprime el abdomen y flexiona la columna vertebral. Trabajando individualmente flexiona la columna lateralmente y la rota
Oblicuo interno	Cresta ilíaca	Costillas y línea alba	Igual al anterior
Transverso del abdomen	Costillas inferiores y cresta ilíaca	Pubis, línea alba y apófisis xifoides	Compresión del abdomen

Fuente: elaboración propia, modificado de Saladin (2017) y Tortora y Derrickson (2018).

### Figura 3.35

*Principales músculos anteriores del tronco*



Fuente: elaboración propia, modificada de Saladin (2017).

### Cuadro 3.6

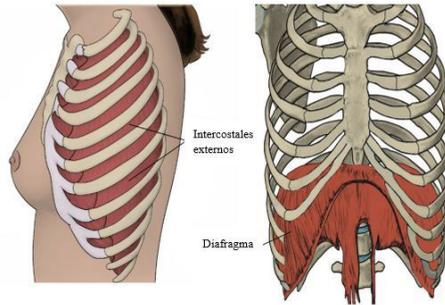
Principales músculos de la respiración (Figura 3.36)

Músculo	Origen	Inserción	Función
Diafragma	Apófisis xifoides del esternón, costillas y vértebras lumbares	Tendón central del diafragma	Su contracción hace que se aplane, dejando espacio en la cavidad torácica para la inspiración, y cuando se relaja lo eleva para la espiración
Intercostales externos	Parte inferior en las costillas superiores	Parte superior de la costilla inferior	Su contracción amplía el espacio para la inspiración elevando las costillas, la relajación las baja, lo que disminuye el espacio y favorece la espiración

Fuente: elaboración propia, modificado de Saladin (2017) y Tortora y Derrickson (2018).

### Figura 3.36

Músculos de la respiración



Fuente: elaboración propia, modificada de Saladin (2017).

### Cuadro 3.7

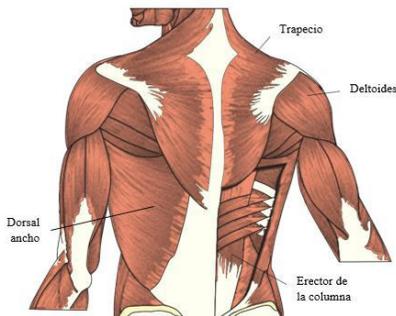
*Principales músculos de posteriores del tronco (Figura 3.37)*

Músculo	Origen	Inserción	Función
Trapezio	Occipital, vértebras cervicales y torácicas	Clavícula y escápula	Extiende el cuello. Elevación y depresión de los hombros
Dorsal ancho	Parte baja de las vértebras y las costillas, cresta iliaca	Húmero	Extiende, aduce y hace rotar al húmero hacia medial, como cuando se rema
Deltoides	Clavícula y escápula	Húmero	Flexión, extensión, abducción y aducción del brazo
Erectores de la columna	Costillas, crestas ilíacas, vértebras torácicas y lumbares	Costillas, vértebras cervicales y torácicas	Extensión y flexión lateral de la columna

Fuente: elaboración propia, modificado de Saladin (2017) y Tortora y Derrickson (2018).

### Figura 3.37

*Principales músculos posteriores del tronco*



Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* Cerebriti (2022).

### Cuadro 3.8

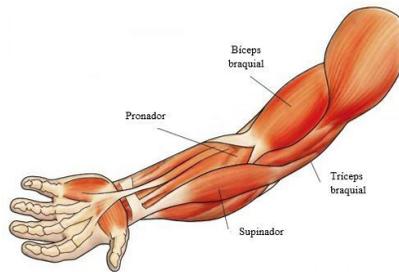
Principales músculos de las extremidades superiores (Figura 3.34)

Músculo	Origen	Inserción	Función
Bíceps braquial	Escápula	Radio	Flexiona el antebrazo en supinación
Tríceps braquial	Escápula y húmero	Cúbito	Extiende el antebrazo y aduce el hombro
Braquial	Húmero	Cúbito	Flexiona el codo
Supinador	Húmero y cúbito	Radio	Supinador del antebrazo
Pronador cuadrado	Cúbito	Radio	Pronador del antebrazo

Fuente: elaboración propia, modificado de Saladin (2017) y Tortora y Derrickson (2018).

### Figura 3.38

Principales músculos de la extremidad superior



Fuente: elaboración propia, modificada de la web (Terapia Física Aqp, 2021).

### Cuadro 3.9

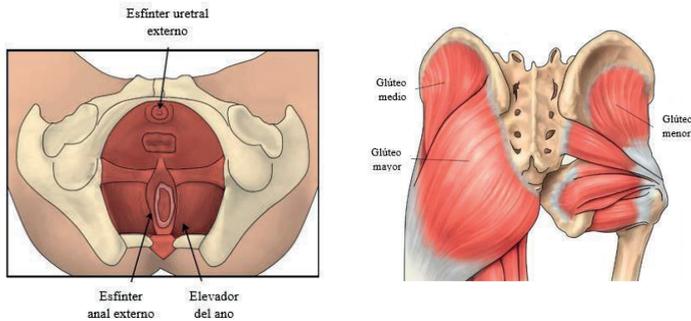
*Principales músculos del piso pélvico y cadera (Figura 3.39)*

Músculo	Origen	Inserción	Función
Esfínter uretral externo	Ramas isquiopúbicas	Alrededor del orificio de la uretra	Se mantiene contraído para retener la orina en la vejiga, relajándose voluntariamente para eliminarla del cuerpo
Esfínter anal externo	Coxis	Alrededor del conducto y el orificio anal	Retiene las heces fecales hasta que se eliminan voluntariamente
Elevador del ano	Parte interna de la pelvis	Coxis, uretra, ano y vagina	Da soporte a los órganos pélvicos, refuerza los esfínteres anal y uretral. Ayuda en la eliminación de heces
Glúteo mayor	Cresta ilíaca, sacro, coxis y aponeurosis del erector de la columna	Parte proximal del fémur	Extensión y rotación del muslo en donde articula con la cadera
Glúteo medio y menor	Ilion	Parte proximal del fémur	Abducción y rotación medial del muslo en la articulación de la cadera
Psoas	Vértebra lumbar	Parte proximal del fémur	Flexiona la cadera
Tensor de la fascia lata	Cresta ilíaca	Tibia	Flexiona y abduce el muslo

Fuente: elaboración propia, modificado de Saladin (2017) y Tortora y Derrickson (2018).

### Figura 3.39

Principales músculos del piso pélvico y glúteos



Fuente: elaboración propia, modificado (Saladin, 2017).

### Cuadro 3.10

Principales músculos del muslo y pierna (Figura 3.40)

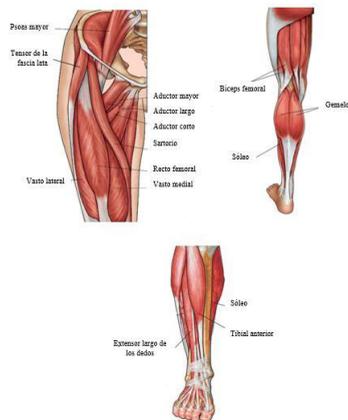
Músculo	Origen	Inserción	Función
Aductor corto, largo y mayor	Pubis	Parte media del fémur	Aducción y rotación del muslo hacia medial. El largo flexiona el muslo en su articulación con la cadera y el mayor lo extiende
Sartorio	Espina ilíaca	Parte medial y proximal de la tibia	Flexiona la pierna en la articulación de la rodilla. Flexiona, abduce y hace rotar lateralmente el muslo, lo que permite cruzar la pierna
Recto femoral	Parte antero inferior de la espina del ilion	Rótula y tibia	Flexiona el muslo y extiende la rodilla
Vasto lateral, medial e intermedio	Partes superior y media del fémur	Rótula y tibia	Flexiona el muslo y extiende la rodilla
Bíceps femoral	Tuberosidad isquiática y fémur	Parte proximal de tibia y peroné	Flexiona la pierna y extiende el muslo
Tibial anterior	Parte proximal anterior de la tibia	Primer metatarsiano y primera cuña	Flexión dorsal e inversión del pie

Músculo	Origen	Inserción	Función
Extensor largo de los dedos	Diáfisis anterior del peroné y cóndilo lateral de la tibia	Falanges mediales y distales de los dedos del pie (exceptuando el dedo grueso)	Extiende los dedos y es flexor dorsal del pie
Gastrocnemio	Cóndilos femorales y cápsula articular de la rodilla	Calcáneo	Flexor plantar del pie y de la pierna en la articulación de la rodilla
Sóleo	Partes superior del peroné y medial de la tibia	Calcáneo	Flexión

Fuente: elaboración propia, modificado de Saladin (2017) y Tortora y Derrickson (2018).

### Figura 3.40

*Músculos de la extremidad inferior*



Fuente: elaboración propia, modificado de Saladin (2017).

## Terminología médica

A continuación, se enlista una serie de términos médicos relacionados con el sistema musculoesquelético. Anota los significados correspondientes.

**Osteocitos:**

---

---

**Condrocito:**

---

---

**Artroplastia:**

---

---

**Osteomalacia:**

---

---

**Miastenia:**

---

---

**Mialgia:**

---

---

**Artralgia:**

---

---

**Osteoporosis:**

---

---

**Artritis:**

---

---

## Investigación

Investiga la relación homeostática que tiene el sistema esquelético con los otros sistemas.

**Sistema digestivo:**

---

---

**Sistema respiratorio:**

---

---

**Sistema endocrino:**

---

---

**Sistema nervioso:**

---

---

**Sistema tegumentario:**

---

---

**Sistema urinario:**

---

---

**Sistema muscular:**

---

---

**Sistema reproductor:**

---

---

**Sistema cardiovascular:**

---

---

**Sistema linfático:**

---

---

## Referencias

- Ashwell, K. (2016). *El cuerpo humano, Manual de identificación*. Ergon/Librero.
- Correia-Basto da Silva, G. (2022). *Anatomía de cabeza y cuello aplicada a la práctica odontológica*. Ediciones Nuestro conocimiento.
- Dimon, T. (2014). *Anatomía del aparato locomotor*. Obelisco
- Drake, R., Vogl, W., Mitchell, A., y Gray, H. (2020). *Gray. Anatomía para estudiantes*. Elsevier.
- \_\_\_\_\_. (2021). *Gray. Atlas de Anatomía*. (3a ed.). Elsevier.
- Dufour, M. (2018). *Biomecánica funcional. Miembros, cabeza, tronco*. (2a ed.). Elsevier.
- Fox, S. (2021). *Fisiología humana*. McGraw Hill.
- Fuentes, R. (2015). *Anatomía, fisiología y ciencias de la salud*. Trillas.
- Hochschild, J. (2017). *Anatomía funcional para fisioterapeutas*. (1a ed.). Manual Moderno.
- Kapandji, A. (2010). *Fisiología articular*. (6ta ed.). Médica Panamericana.
- Kerr, A., y Rowe, P. (2019). *Introducción al movimiento humano y la biomecánica*. Elsevier.
- Latarjet, M., Ruiz, L., y Pró, E. (2019). *Anatomía humana*. Médica Panamericana.
- Marieb, E. (2012). *Anatomía y fisiología Humana*. Pearson Educación, S. A.
- Moore, K., Dalley, E., y Agur, A. (2018). *Moore. Anatomía con orientación clínica*. (8va ed.). LWW Wolters Kluwer.
- Patton, K. T. (2021). *Estructura y función del cuerpo humano*. (16ta ed.). Elsevier.
- Peate, I., y Muralitharan, N. (2019). *Anatomía y fisiología para enfermeras*. Manual Moderno.
- Pulsen, F., y Waschke, J. (2019). *Sobotta. Tablas de músculos, articulaciones y nervios*. (24ta ed.). Elsevier.
- Quiroz, F. (2013). *Anatomía humana*. (43ra ed.). Porrúa.
- Rizzo, D. (2011). *Fundamentos de Anatomía y Fisiología*. (3ra ed.). Cengage Learning.
- Saladin, K. (2017). *Anatomy and Physiology*. McGraw-Hill.
- Silverthorn, D. (2019). *Fisiología humana: un enfoque integrado*. Médica Panamericana.
- Suárez-Quintanilla, J., Iturrieta, I., Rodríguez, A., y García, F. (2020). *Anatomía humana para estudiantes de Ciencias de la Salud*. Elsevier.
- Tortora, G., y Derrickson, B. (2018). *Principios de anatomía y fisiología*. (15ta ed.). Médica Panamericana.
- Willis, L. (2017). *Enfermería. Un enfoque práctico y conciso: Anatomía y fisiología*. (5ta ed.). LWW Wolters Kluwer.
- Wineski, E. (2019). *Anatomía clínica por regiones*. LWW Wolters Kluwer.

# Capítulo 4

## Sistema circulatorio

*Miriam Hernández Rodríguez\**  
*María Angélica Téllez González*  
*Xóchitl Marisol García Casas<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Los autores forman parte de la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Blvd. E. Cárdenas González 1201 Pte. Col. Jardín Cd. Mante, Tamaulipas.

\*Autor de correspondencia: [miriam.hernandez@docentes.uat.edu.mx](mailto:miriam.hernandez@docentes.uat.edu.mx)



## Competencias

- Analiza la estructura y función de cada uno de los órganos que forman el sistema circulatorio.
- Identifica cada una de las células sanguíneas y el plasma.
- Describe la ubicación y cada una de las estructuras del corazón en un modelo anatómico.
- Demuestra su comprensión sobre los vasos sanguíneos y linfáticos al presentar una exposición sobre el tema.
- Usa las tecnologías de la información y de la comunicación para obtener información y divulgarla.
- Aporta opiniones sobre los temas pertinentes y valora las aportaciones de sus compañeros.

El sistema circulatorio se encuentra formado por tres componentes relacionados entre sí: corazón, vasos sanguíneos y la sangre. El corazón es el encargado de impulsar la sangre a través de los vasos sanguíneos dirigiéndola a todas las células del cuerpo y de regreso al corazón (Asimov, 2013).

## Sangre

La sangre es considerada un tipo de tejido conectivo, es el único en estado líquido. Algunas características físicas de la sangre son (Tortora y Derrickson, 2018):

- El color rojo que presenta es debido al pigmento hemoglobina presente en los glóbulos rojos.
- Tiene una consistencia pegajosa, es opaca y con un sabor metálico.
- Presenta un pH levemente alcalino que varía entre 7.35 y 7.45.
- Su temperatura es un poco más alta que la del resto del cuerpo, aproximadamente 38 ° C.
- El 8 % del peso total del cuerpo se encuentra representado por la sangre, su volumen en una mujer adulta sana es de 4 a 5 litros y en el hombre de 5 a 6 litros.

La sangre cumple tres funciones:

1. Transporte. La sangre es la encargada de transportar a todas las células el oxígeno que ingresa a los pulmones en la respiración, posteriormente toma el dióxido de carbono generado en las células a los pulmones para completar el ciclo. Además, conduce los nutrientes y sustancias de desecho hacia órganos excretores, también transporta hormonas a órganos diana.

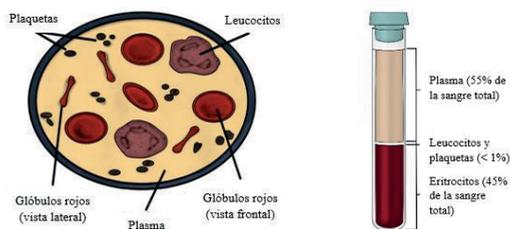
- 2.Regulación. Regula la temperatura corporal y la homeostasia de líquidos presentes en el organismo, así como el pH.
- 3.Protección. Los glóbulos blancos (leucocitos) presentes en la sangre son los encargados de proteger al cuerpo de las enfermedades por medio de la fagocitosis y al procrear proteínas llamadas anticuerpos. Además, su capacidad de coagulación cuando se presenta una lesión impide la pérdida excesiva de sangre (Tortora y Derrickson, 2018).

## Componentes de la sangre

La sangre presenta dos elementos básicos: el plasma sanguíneo y las células o fragmentos de células llamados elementos figurados (Figura 4.1).

### Figura 4

*Componentes de la sangre*



Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (*Capítulos de Anatomía*, 2018).

## Plasma

El plasma es la porción líquida de la sangre, es decir, sin sus células. Cuando se lleva a cabo un centrifugado de la sangre en un laboratorio, los elementos figurados se precipitan hacia la parte inferior, quedando los glóbulos rojos en el fondo, glóbulos blancos y plaquetas en una pequeña capa intermedia y el plasma en la parte superior como un líquido amarillento (Sood, 2021).

## Cuadro 4.1

### Componentes del plasma

Componente	Porcentaje	Función
Agua	91.5 %	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Transporta sustancias</li><li>◆ Absorbe calor</li></ul>
Proteínas -Albumina -Globulina -Fibrinógeno	7 %	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Equilibrio osmótico y regula el pH</li><li>◆ Proporciona anticuerpos y transporta lípidos</li><li>◆ Interviene en la coagulación sanguínea</li></ul>
Otros solutos -Electrolitos: sodio, potasio, magnesio, calcio, bicarbonato. -Nutrientes: ácidos grasos, glucosa, vitaminas -Gases: dióxido de carbono y Oxígeno -Desechos: urea, ácido úrico -Hormonas	1.5 %	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Equilibrio osmótico y regulan el pH</li><li>◆ Esenciales para el buen funcionamiento celular y para un desarrollo sano</li><li>◆ Productos implicados en el proceso de la respiración</li><li>◆ Degradación del metabolismo y son eliminados del cuerpo</li><li>◆ Regulan diversas funciones del organismo</li></ul>

Fuente: elaboración propia, modificada de Marieb (2012).

## Elementos figurados

La sangre no es simplemente el líquido que parece ser, en ella se encuentra un gran número de elementos figurados: glóbulos rojos o eritrocitos, glóbulos blancos o leucocitos, plaquetas o trombocitos (Figura 4.2).

### Figura 4.2

#### Elementos figurados



Fuente: elaboración propia, modificada de la web (*Familia y Salud*, 2021).

## Eritrocitos

Los glóbulos rojos son pequeñas células que presentan forma de disco bicóncavo, es decir, hundido por ambos lados, con apariencia de dona (Figura 4.3). Los eritrocitos maduros no contienen núcleo y tienen la capacidad de deformarse sin que lleguen

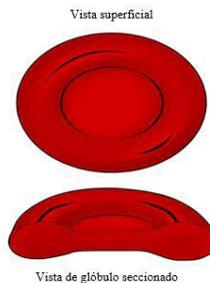
a romperse durante su recorrido por los vasos sanguíneos, esto debido a que su membrana plasmática es flexible y resistente (Saladin, 2017).

Estos eritrocitos funcionan como una bolsa que contiene moléculas de hemoglobina, se encuentra constituida por la proteína llamada globina y el hemo, pigmento rojo no proteico en forma de anillo que presenta en el centro un ion hierro, al que se puede unir de manera reversible una molécula de oxígeno, por lo tanto, la actividad principal de los eritrocitos es conducir el oxígeno de los pulmones a las células del cuerpo, además recoge el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y lo traslada a los pulmones por medio de las células (Peate y Muralitharan, 2019).

Los niveles de hemoglobina por debajo de las cifras normales provocan lo que se conoce como anemia, esta puede presentarse por diversas causas como hemorragia, dieta inadecuada, infecciones, entre otros factores que disminuyen la capacidad de captación y liberación de oxígeno por parte de los eritrocitos.

**Figura 4.3**

*Eritrocito*



Fuente: elaboración propia, modificada de Saladin (2017).

La cantidad de eritrocitos y hemoglobina varían en el hombre y la mujer, en el siguiente cuadro se puede observar estas diferencias.

**Cuadro 4.2**

*Cantidad de eritrocitos y hemoglobina por sexo*

Sexo	Eritrocitos	Hemoglobina
Hombre	5 500 000 por mm <sup>3</sup> de sangre	14-16 g por 100 ml de sangre
Mujer	4 800 000 por mm <sup>3</sup> de sangre	12-14 g por 100 ml de sangre

Fuente: elaboración propia, modificado de Saladin (2017).

## Eritropoyesis

Se le llama así al proceso de producción de eritrocitos llevado a cabo dentro de la médula ósea roja de ciertas estructuras óseas como la pelvis y epífisis proximales de húmero y fémur.

Este proceso dura aproximadamente de 3 a 5 días y pasa por las siguientes etapas:

- Hemocitoblastos. Son las células madre que originan a los eritrocitos y se encuentran dentro de la médula ósea roja. Presentan un receptor para la hormona eritropoyetina, esta los estimula para transformarlos en eritroblastos (normoblastos).
- Eritroblastos. Estas células empiezan un proceso de multiplicación y sintetizan la hemoglobina lo que lleva a la desintegración de su núcleo.
- Reticulocitos. Al desaparecer el núcleo, los eritroblastos se convierten en reticulocitos que abandonan la médula ósea y se integran al torrente circulatorio durando en el de 1 a 2 días para convertirse en eritrocitos maduros
- Eritrocitos maduros. Son las células que realizan el transporte de  $O_2$  y  $CO_2$  (Saladin, 2017).

## Ciclo de vida de los eritrocitos

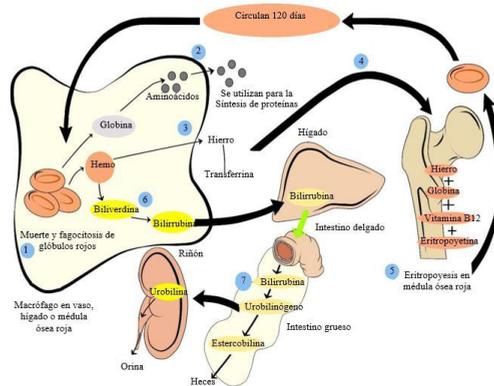
Los eritrocitos cuentan con un tiempo de vida de solo 120 días, esto es debido al desgaste que sufren las membranas conforme transitan por los capilares sanguíneos. Cuando los glóbulos rojos concluyen su ciclo de vida se eliminan de la circulación de la siguiente forma (Figura 4.4).

1. Los macrófagos de la médula ósea roja, hígado y bazo fagocitan glóbulos dañados y desgastados, durante este proceso la molécula de hemoglobina se separa en hemo y proteína globina.
2. La globina es transformada en aminoácidos que pueden reutilizarse por las células del organismo para sintetizar proteínas.
3. El hierro eliminado del grupo hemo se une a la proteína plasmática transferrina que se encarga de su transporte.
4. El complejo hierro-transferrina se transporta entonces a la médula ósea, en donde las células que preceden a los eritrocitos lo utilizan para la síntesis de hemoglobina. El grupo hemo necesita el hierro y la globina requiere aminoácidos para su síntesis. La vitamina B12 también es esencial en el proceso de síntesis de hemoglobina.
5. La eritropoyesis realizada en la médula ósea da como resultado la producción de glóbulos rojos que ingresan a la circulación.

6. Cuando se libera el hierro del grupo hemo, la parte restante de esta molécula es convertida en biliverdina, el cual es un pigmento de color verde que luego se transforma en bilirrubina, un pigmento amarillo. La bilirrubina ingresa en la sangre y se dirige hacia el hígado. Una vez allí, las células hepáticas la secretan como bilis y se liberan en el intestino delgado.
7. En el intestino grueso, la flora bacteriana normal convierte la bilirrubina en urobilinógeno. Una parte de esta sustancia se absorbe nuevamente y pasa a la sangre, se convierte en urobilina y se elimina por la orina. La mayor parte de urobilinógeno se elimina con las heces en forma de estercobilina lo cual les otorga a éstas su color marrón característico (Tortora y Derrickson, 2018).

**Figura 4.4**

*Ciclo de vida de los eritrocitos*



Fuente: elaboración propia, modificada de Tortora y Derrickson (2018).

## Leucocitos

Los leucocitos son llamados también glóbulos blancos, este tipo de células sanguíneas son las únicas que se consideran completas, ya que presentan orgánulos y núcleo. Son más grandes, pero menos numerosas que los eritrocitos. Se forman de las células madre hematopoyéticas en médula ósea, también en el timo y ganglios linfáticos (Suárez, 2020).

Sus cifras normales son de 5000 a 10 000 por  $\text{mm}^3$  de sangre, su aumento se llama leucocitosis y puede deberse a invasión de microorganismos, ejercicio enérgico, cirugías y anestesia. Su disminución, leucopenia, puede presentarse por radiación o quimioterapias.

Los leucocitos son células que tienen un potencial migratorio y usan la sangre como transporte para tener acceso a los diferentes tejidos del cuerpo; también son los responsables de eliminar todo agente potencialmente infeccioso como virus, bacterias, parásitos, etcétera. Los leucocitos producen anticuerpos, que ayudan a combatir las infecciones.

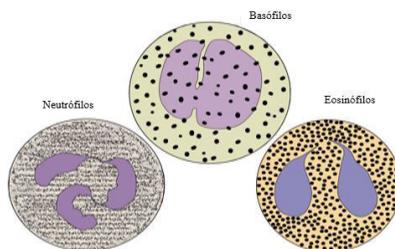
Los glóbulos blancos son clasificados en dos principales grupos, lo cual depende de si tienen o no, gránulos visibles en el citoplasma: granulocitos y agranulocitos (Saladin, 2017).

**Granulocitos:** Son leucocitos que incluyen gránulos y presentan núcleos lobulados (Figura 4.5).

- *Neutrófilos:* Estos leucocitos son los más numerosos, sus gránulos son muy pequeños y su núcleo presenta de 3 a 5 lóbulos. Su función es digerir bacterias y liberar sustancias antimicrobianas.
- *Eosinófilos:* Sus gránulos son grandes y numerosos y su núcleo tienen dos lobulillos ovales unidos por una banda de cromatina. Su función es fagocitar sustancias que producen alergias o inflamación, además de producir enzimas que destruyen parásitos.
- *Basófilos:* Son los menos abundantes de los leucocitos, sus gránulos son relativamente grandes, pero escasos. Presentan un núcleo con dos lóbulos unidos por una delgada banda. Su función es producir histamina que actúa como un vasodilatador que favorece la circulación sanguínea (Rodak y Keohane, 2014).

#### Figura 4.5

##### *Granulocitos*



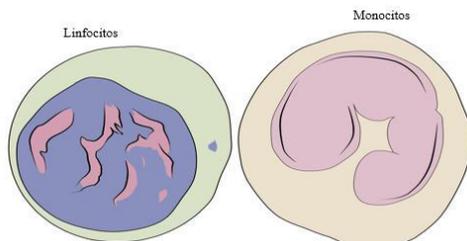
Fuente: elaboración propia, modificada de Tortora y Derrickson (2018).

**Agranulocitos:** Este tipo de leucocitos no contiene gránulos visibles y presenta núcleos ovales más parecidos a los de las otras células (Figura 4.6).

- *Linfocitos:* Son los segundos tipos de glóbulos blancos más numerosos, después de los neutrófilos. Tienen un núcleo esférico relativamente grande con una indentación en un lado, rodeado por una capa delgada de citoplasma. Su función es destruir células cancerosas, virus, microorganismos extraños que entran en el cuerpo, además de coordinar y activar a otras células de defensa.
- *Monocitos:* Son los leucocitos más grandes, tienen un núcleo de estructura similar a un riñón rodeado por abundantes cantidades de citoplasma. Su función es salir de la circulación, en caso de infección o inflamación en algún tejido, y convertirse en macrófagos con gran capacidad fagocítica (Fox, 2021).

#### Figura 4.6

##### *Agranulocitos*



Fuente: elaboración propia, modificada de Tortora y Derrickson (2018).

**Actividad de aprendizaje**  
**Investiga el significado en los recuentos altos y bajos de los leucocitos**

**Cuadro 4.3**

*Recuento de leucocitos*

Significado en el recuento de leucocitos		
Tipo de leucocito	Alto	Bajo
Neutrófilos		
Eosinófilos		
Basófilos		
Linfocitos		
Monocitos		

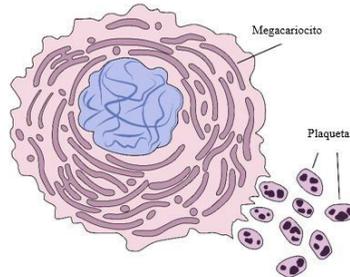
Fuente: elaboración propia (2023).

**Plaquetas**

Dentro de la médula ósea roja, derivadas de los hemocitoblastos, se forman células gigantes llamadas megacariocitos que se dividen en 2000 a 3000 fragmentos que se vierten al torrente sanguíneo y se les conoce como plaquetas o trombocitos (Figura 4.7). Tienen forma irregular, no presentan núcleo y su cantidad varía de 150 000 a 350 000 por mm<sup>3</sup> de sangre (Tortora y Derrickson, 2018).

## Figura 4.7

### Plaquetas



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Genoma Sur, 2020).

Las plaquetas tienen diversas funciones, reducen las pérdidas sanguíneas al ser vasoconstrictoras, forman trombos que sellan los vasos sanguíneos rotos al pegarse entre ellas, pero también elaboran enzimas que deshacen estos trombos cuando se vuelven innecesarios, conducen a monocitos y neutrófilos a los tejidos inflamados a partir de sustancias químicas que secretan, además de reparar vasos sanguíneos rotos.

## Coagulación sanguínea

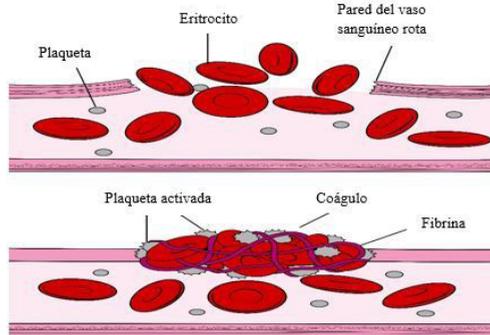
Generalmente el torrente sanguíneo fluye dentro de los vasos sanguíneos, sin embargo, bajo ciertas circunstancias pudiera darse el caso de que estos vasos se rompan provocando una alteración en la hemostasia, produciéndose entonces una serie de sucesos para detener la hemorragia (Figura 4.8). Esto se lleva a cabo en tres fases (Saladin, 201):

1. Espasmos vasculares: Cuando un vaso sanguíneo es dañado inmediatamente se presenta una vasoconstricción, resultado de espasmos que reducen el diámetro de estos vasos, logrando con esto la disminución de la pérdida sanguínea hasta que se completa la coagulación.
2. Formación del tapón plaquetario: Las plaquetas que se encuentran cerca de la lesión son estimuladas para liberar adenosín difosfato que se encuentra almacenado en ellas, este ADP provoca que las plaquetas se vuelvan pegajosas, adhiriéndose una a la otra y a los bordes de los vasos sanguíneos rotos. La sangre que circula trae las plaquetas hacia la herida y continúa pegándose una a la otra hasta que se forma el tapón plaquetario.
3. Coagulación: Este proceso de coagulación se lleva a cabo en cuatro etapas:

- Los vasos sanguíneos dañados secretan tromboplastina
- Posteriormente interactúan tromboplastina, plaquetas, vitamina K y calcio, formando un activador que desarrolla el proceso de coagulación
- El activador generado, transforma la protrombina, proteína plasmática que se genera en el hígado con la ayuda de la vitamina K, en la enzima trombina.
- La trombina transforma otra proteína sintetizada en el hígado, el fibrinógeno en fibrina, la cual forma hilos que se contraen y conectan los extremos de la herida.

**Figura 4.8**

*Coagulación sanguínea*



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Manual MSD, 2023).

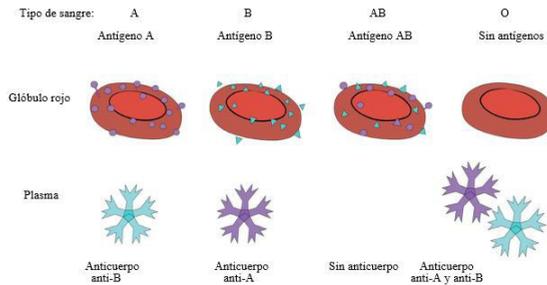
## Grupos sanguíneos

Existen 4 tipos principales de sangre a los que se denominan A, B, AB y O. El nombre de tipo de sangre se basa en el antígeno presente en la parte externa del glóbulo rojo, un antígeno es un elemento que permite la formación de anticuerpos, estos hacen que haya diferencias en las características de su superficie (Tortora y Derrickson, 2018).

La mayoría de las personas tienen en su plasma anticuerpos contra los tipos de antígenos que no tienen. Esto se puede representar de la siguiente manera (Figura 4.9):

## Figura 4.9

### Grupos sanguíneos



Fuente: elaboración propia, modificado de Tortora y Derrickson (2018).

El 63% de los hispanos tiene sangre tipo O, el 14% tipo A, el 20% tipo B y únicamente el 3% sangre tipo AB.

A pesar de los diferentes antígenos que existen en los glóbulos rojos, las transfusiones han permitido salvar a miles de pacientes con problemas de anemias o hemorragias graves, además de incrementar la inmunidad en ciertas personas. Sin embargo, cuando la sangre es incompatible y los antígenos de los eritrocitos se combinan con los anticuerpos del paciente receptor, provocan que los glóbulos rojos se peguen uno con otro presentándose una aglutinación.

Esta reacción de aglutinación da lugar a bloqueos en los vasos sanguíneos más pequeños, además de producir hemólisis, que es el rompimiento de eritrocitos, lo que libera a la hemoglobina hacia el plasma, y esto produce el bloqueo de los túbulos renales, situación que lleva a insuficiencia renal aguda, lo cual provoca la muerte del paciente en una semana o menos.

Se le llama receptor universal al tipo AB, pero en el plasma del donador puede tener anti-A, anti-B o anti-A y B, lo que provocaría en el receptor la aglutinación de sus glóbulos rojos.

Se le llama donador universal al tipo O, sin embargo, al tener en su plasma anti-A y B, puede producir la aglutinación de cualquier otro tipo de receptor. Por lo tanto, en situaciones en las que no se cuenta con donadores afines, la sangre es sometida a procedimientos en los cuales se transfunden los eritrocitos con la mínima cantidad de plasma (Tortora y Derrickson, 2018).

## Factor Rh

Los antígenos A y B no son los únicos que pueden encontrarse en la superficie del glóbulo rojo, también podemos encontrar el antígeno Rh, se usan estas letras por que el antígeno se encontró por primera vez en los Monos Rhesus en 1940

Las personas que tienen estos antígenos son Rh POSITIVAS, las que no lo tienen, por lo tanto, Rh NEGATIVAS. Por lo tanto, los tipos de sangre podrían ser: A<sup>+</sup>, A<sup>-</sup>, B<sup>+</sup>, B<sup>-</sup>, O<sup>+</sup>, O<sup>-</sup>, AB<sup>+</sup>, y AB<sup>-</sup>.

Por lo regular, los individuos con Rh<sup>+</sup>, no tienen anticuerpos anti-Rh en el plasma sanguíneo, sin embargo, en el caso de que recibiera una transfusión con Rh<sup>+</sup>, el sistema inmunológico del paciente empieza a generar anti-Rh, el cual se mantendría en la sangre, de manera que si llegara a tener una segunda transfusión con Rh<sup>+</sup> se provocaría una aglutinación de los eritrocitos y hemolisis, lo que llevaría al paciente a presentar complicaciones graves (Latarjet y Ruiz, 2019).

A continuación, se presenta un cuadro de compatibilidad sanguínea:

#### Cuadro 4.4

*Cuadro de compatibilidad sanguínea*

Grupo sanguíneo	Puede donar a				Puede recibir de			
A (+)	A (+)	AB (+)			O (+)	O (-)	A (+)	A (-)
A (-)	A (+)	AB (+)	A (-)	AB (-)	O (-)	A (-)		
B (+)	B (+)	AB (+)			O (+)	O (-)	B (+)	B (-)
B (-)	B (+)	B (-)	AB (+)	AB (-)	O (-)	B (-)		
AB (+)	AB (+)				Todos los grupos sanguíneos			
AB (-)	AB (+)	AB (-)			AB (-)	A (-)	B (-)	O (-)
O (+)	A (+)	B (+)	AB (+)	O (+)	O (+)	O (-)		
O (-)	Todos los grupos sanguíneos				O (-)			

Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (Banco de Sangre Panamá, 2021).

## Corazón

El corazón es un músculo localizado en la zona antero inferior del tórax, que ocupa la parte media e izquierda. Tiene una forma aproximadamente cónica con su base orientada hacia arriba y a la derecha y su punta orientada hacia abajo y a la izquierda. Mide aproximadamente 12 cm de largo, 9 cm en su parte más ancha y 6 cm de grosor, su tamaño se compara a un puño y pesa alrededor de 300 g (Figura 4.10), (Saladin, 2017).

## Pericardio

El corazón se encuentra revestido por un doble saco denominado pericardio, el cual lo protege, lo sostiene y le da el espacio necesario para su movimiento de contracción. Consta de dos partes:

- Pericardio fibroso. Es la parte externa que da protección al corazón y le permite el espacio necesario para su expansión, además de sostenerlo con ligamentos en estructuras cercanas como el diafragma y el esternón.
- Pericardio seroso. Se encuentra constituido por una doble capa: la parietal, que es la externa y la visceral, que es la interna. Entre estas capas se forma la cavidad pericárdica que contiene entre 5 a 30 ml de líquido pericárdico que disminuye la fricción entre las membranas cuando el corazón late (Saladin, 2017).

## Pared cardiaca

La pared del corazón está constituida por 3 capas: epicardio, miocardio y endocardio (Quiroz, 2013).

- Epicardio. Su cubierta externa, también conocida como hoja visceral del pericardio seroso, es fina y transparente, y en su parte interna se combinan tejidos fibroelástico y adiposo, la cantidad de este último, se relaciona con la grasa corporal de cada individuo.
- Miocardio. Conformado por tejido muscular cardíaco y representa el 95% de esta pared. Es el que tiene la función propulsora del corazón.
- Endocardio. Es una delgada capa de epitelio escamoso simple en la parte interna de la pared cardiaca, reviste las aurículas y los ventrículos, cubre las válvulas cardiacas permitiendo que la sangre se deslice sin provocar fricción.

## Cavidades cardiacas

El corazón contiene 4 cavidades que denominadas aurículas y ventrículos.

- Aurículas. Son dos cavidades superiores, derecha e izquierda, divididas por una fina pared llamada tabique interauricular. Estas paredes son finas comparadas con las ventriculares ya que las aurículas únicamente necesitan la cantidad de músculo suficiente para enviar la sangre hasta los ventrículos. Presentan una estructura comparada a una bolsa llamada orejuela, la cual le permite recibir una mayor cantidad de sangre.
- Ventrículos. Son los dos huecos inferiores del corazón, derecho e izquierdo. Sus paredes presentan más grosor que las aurículas, considerando que el derecho propulsa la sangre hacia los pulmones y el izquierdo lleva a cabo un trabajo mayor impulsándola, a través de la arteria aorta, a todo el cuerpo (Palacios 2019).

## Válvulas cardiacas

Durante cada contracción de las cavidades cardiacas, es impulsado un volumen de sangre hacia una arteria o un ventrículo. Para impedir que la sangre tenga un reflujó, el corazón presenta 4 válvulas que abren y cierran como respuesta a la contracción y relajación cardíaca que produce variaciones en la presión de la sangre.

- Válvula tricúspide. Se ubica entre la aurícula y el ventrículo derecho, formada por tres colgajos llamados valvas, cuyos bordes se proyectan dentro del ventrículo.
- Válvula bicúspide o mitral. Ubicada entre la aurícula y ventrículo izquierdo tiene dos valvas que se comportan igual que las anteriores.
- Válvula semilunar pulmonar. Cuenta con tres valvas y se ubica en el ventrículo derecho para conectarlo con la arteria pulmonar. Esta válvula se abre cuando el ventrículo se contrae impulsando la sangre hacia los pulmones.
- Válvula semilunar aórtica. Se ubica en el orificio que comunica el ventrículo izquierdo con la arteria aorta, igual que la anterior, presenta tres valvas, permitiendo el paso de la sangre del corazón hacia todas las regiones del cuerpo (Lilly, 2021).

## Grandes vasos del corazón

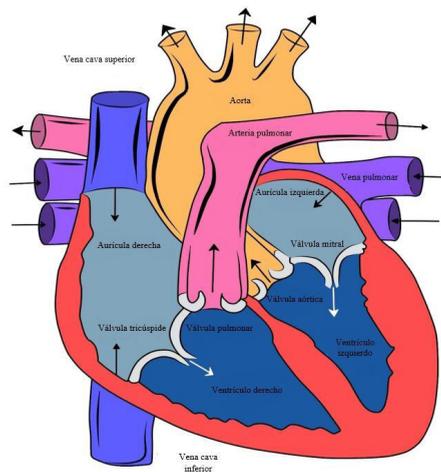
Los principales vasos sanguíneos relacionados con el corazón son:

- Venas cavas superior e inferior. Son dos venas que vierten su contenido en la aurícula derecha, la superior trae sangre desoxigena de la cabeza, cuello, extremidades superiores y tórax. La inferior drena la región de las extremidades inferiores, pelvis y abdomen.

- Arterias pulmonares derecha e izquierda. El tronco pulmonar sale del ventrículo derecho, dividiéndose posteriormente en derecha e izquierda, dirigiéndose hacia los pulmones respectivos, dentro de los cuales se subdividen hasta convertirse en pequeños capilares que rodean los alveolos pulmonares en los cuales se lleva a cabo el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono. Son las únicas arterias en llevar sangre con dióxido de carbono.
- Venas pulmonares. Son cuatro venas, dos que vienen del pulmón derecho y dos del izquierdo, terminando en la aurícula izquierda y son las únicas venas que llevan sangre con oxígeno.
- Arteria aorta. Es la más grande arteria del organismo, transporta la sangre con oxígeno del ventrículo izquierdo hacia todos los tejidos. Al emerger se separa en cayado aórtico, aorta torácica, aorta abdominal y aorta ascendente, de esta última nacen las dos arterias coronarias que van a irrigar al miocardio (Lilly, 2021).

**Figura 4.10**

*Anatomía del corazón*



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Quirón salud, 2023).

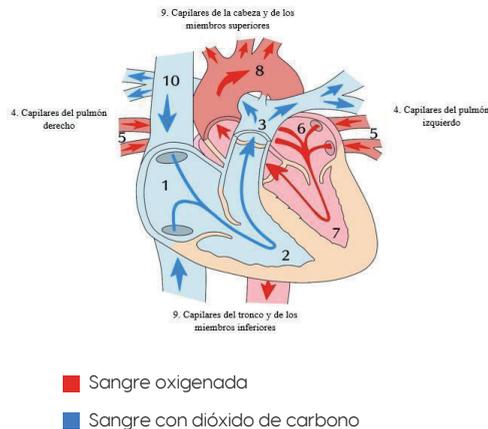
## Circulación pulmonar y sistémica

(Figura 4.11)

1. La sangre con bióxido de carbono procedente de todo el cuerpo, llega a la aurícula derecha a través de las venas sistémicas cava superior e inferior.
2. Esta aurícula se contrae impulsando la sangre al ventrículo derecho por medio de la válvula tricúspide.
3. El ventrículo derecho se contrae por cuya acción la sangre pasa a la arteria pulmonar por la válvula semilunar.
4. Esta arteria se separa en 2 ramas, derecha e izquierda, las cuales penetran en los pulmones haciéndose más pequeñas hasta convertirse en capilares que rodean a los alveolos, donde la sangre se desprende de su bióxido de carbono y recibe oxígeno.
5. La sangre purificada regresa al pulmón por las 4 venas pulmonares.
6. Las venas pulmonares se vacían en la aurícula izquierda.
7. La aurícula izquierda se contrae y lanza la sangre por la válvula mitral al ventrículo izquierdo.
8. La contracción de este último obliga a la sangre a salir por la arteria aorta desde la cual, la sangre se distribuye por todos los tejidos del corazón.
9. La sangre se distribuye por todo el cuerpo
10. Las venas recogen la sangre desoxigenada y desembocan en la vena cava superior e inferior, que la transportan nuevamente al corazón (Saladin, 2017).

### Figura 4.11

*Circulación pulmonar y sistémica*



Fuente: elaboración propia, modificada de Tortora y Derrickson (2018).

## Circulación coronaria

El miocardio es irrigado por sus propios vasos sanguíneos, siendo las dos arterias coronarias, derecha e izquierda, las encargadas de suministrar los nutrientes y oxígeno necesarios para su funcionamiento. Estas arterias nacen de la arteria aorta y se ramifican dentro de las paredes del corazón (Figura 4.12) (Willis, 2018).

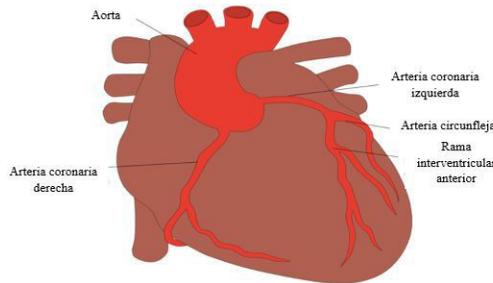
- Arteria coronaria izquierda: Se subdivide en rama interventricular anterior que irriga a los dos ventrículos y rama circunfleja que irriga al ventrículo y la aurícula izquierda.
- Arteria coronaria derecha: Esta rama va a irrigar a la aurícula derecha y a ambos ventrículos.

Además del suministro de oxígeno y nutrientes las venas coronarias son las encargadas de recoger el bióxido de carbono y los desechos, drenándolos en el seno vascular: una vena de paredes muy delgadas que fluye hacia la aurícula derecha.

El miocardio requiere de un gran suministro de oxígeno para poder realizar adecuadamente su trabajo, por lo que, un bloqueo por grasa o coágulo en una de las arterias coronarias puede necrosar el tejido en cuestión de minutos dando lugar a un infarto (Griffin et al., 2020).

### Figura 4.12

#### Circulación coronaria



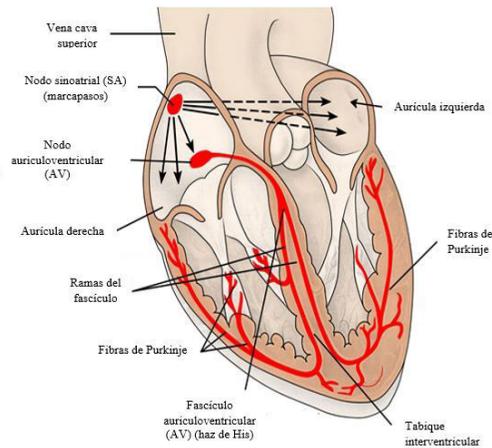
Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (The Texas Heart Institute, 2023).

## Conducción cardíaca

Las células musculares cardíacas, cardiocitos, se contraen espontánea e independientemente de forma regular, generando 75 latidos por minuto en una persona adulta en reposo. Este órgano no depende del sistema nervioso para lograr las contracciones rítmicas, ya que cuenta con su propio marcapasos que regulan el ritmo cardíaco y un sistema de conducción similar a los nervios que produce y dirige señales eléctricas rítmicas con el siguiente orden (Figura 4.13).

1. La excitación cardíaca da inicio en el nodo sinoatrial (SA), el marcapasos que genera cada latido y establece el ritmo cardíaco, se ubica en la aurícula derecha, en la parte inferior donde desemboca la vena cava superior. Al generarse el potencial de acción provoca la contracción de ambas aurículas.
2. Posterior de atravesar las aurículas el potencial de acción llega el nódulo auriculoventricular (AV), en donde se retrasa este potencial lo que permite el tiempo adecuado para que se vacíen las aurículas completamente en los ventrículos.
3. A partir del nodo AV el potencial de acción alcanza al haz de His, localizado en el tabique interauricular. Únicamente en este haz los potenciales de acción pueden dirigirse desde las aurículas hacia los ventrículos.
4. Después de atravesar el haz de His, el potencial de acción penetra en sus dos ramas, derecha e izquierda, las cuales se conducen por el tabique interventricular dirigiéndose al ápice del corazón.
5. Por último, las fibras de Purkinje, que derivan de las ramas del haz de His, dirigen el potencial de acción rápidamente hacia los ventrículos, los cuales se contraen impulsando la sangre hacia afuera del corazón (Saladin, 2017).

**Figura 4.13**  
*Conducción cardíaca*



Fuente: elaboración propia, modificado de Marieb (2012).

## Ciclo cardiaco

Se le llama ciclo cardiaco a lo que sucede durante un latido cardiaco que dura un aproximado de 0.8 segundos. Normalmente las dos aurículas llevan el proceso de contracción al mismo tiempo para posteriormente relajarse, dando lugar a la contracción de los dos ventrículos. Estos dos movimientos son definidos como:

- **Sístole:** Hace referencia a la contracción cardiaca.
- **Diástole:** Es la relajación del corazón.

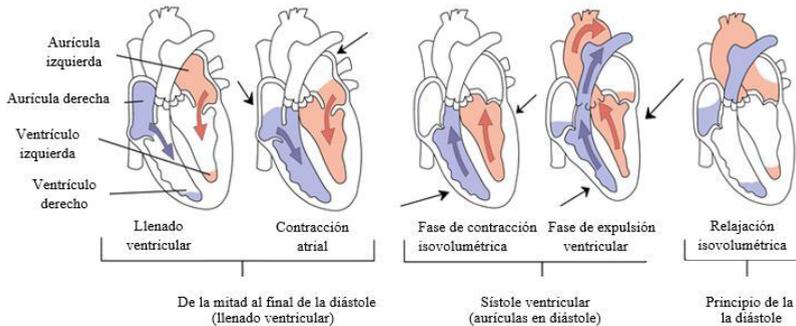
Considerando que los ventrículos son los que llevan a cabo con mayor esfuerzo el trabajo de impulsar la sangre, cuando se hace referencia a estos dos términos, se entiende que se refiere a la sístole y diástole ventricular, de no ser así, se especifica que se habla de los movimientos auriculares (Marieb, 2012).

El ciclo cardiaco se realiza en tres periodos (Figura 4.14):

1. **Llenado ventricular:** Etapa de la mitad al final de la diástole. En esta fase el corazón se encuentra relajado, con las válvulas tricúspide y mitral abiertas, permitiendo el llenado de las aurículas y ventrículos con la sangre procedente de la circulación sistémica y pulmonar, manteniéndose las válvulas semilunares cerradas. Al final de este periodo las aurículas llevan a cabo una contracción que termina de enviar toda la sangre hacia los ventrículos.
2. **Sístole ventricular:** En esta etapa del ciclo cardiaco inicia la contracción de los ventrículos, lo que provoca el cierre de las válvulas tricúspide y mitral y la abertura de las válvulas semilunares, enviando la sangre a los pulmones a través de la arteria pulmonar y al resto del cuerpo a través de la arteria aorta. En este momento las aurículas se encuentran en relajación llenándose nuevamente de sangre.
3. **Relajación isovolumétrica:** En esta última etapa, los ventrículos entran en periodo de relajación, cerrándose las válvulas semilunares, evitando con esto el reflujo sanguíneo. Las aurículas, que ya habían empezado a llenarse de sangre y al abrirse la válvula tricúspide y mitral, nuevamente empiezan el vaciado hacia los ventrículos, completando con esto el ciclo cardiaco (Marieb, 2012).

## Figura 4.14

### Ciclo cardiaco



Fuente: elaboración propia, modificada de Marieb (2012).

## Vasos sanguíneos

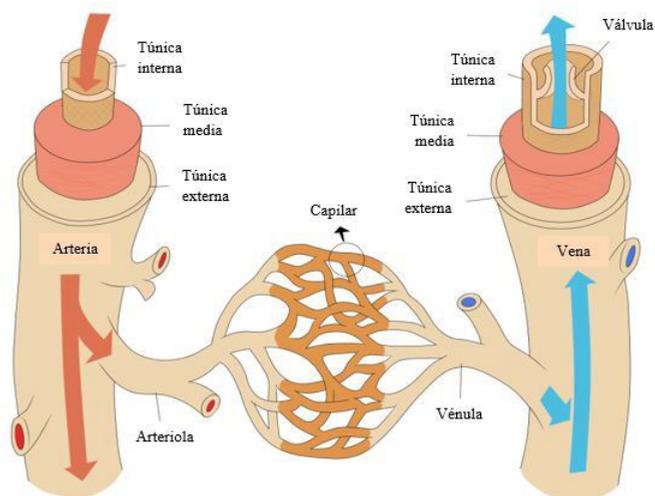
El sistema vascular tiene la función de transportar la sangre por todo el cuerpo mediante el proceso llamado circulación. Esto lo hace por medio de los tres principales vasos sanguíneos: arterias, venas y capilares (Figura 4.15) (Willis, 2018). En la circulación sistémica, las arterias transportan la sangre que impulsa el corazón, conforme se van alejando del mismo se convierten en arteriolas, terminadas en los llamados capilares sanguíneos para posteriormente conectarse con las vénulas y circular por las venas en su retorno al corazón.

Las arterias y venas se encuentran constituidas por tres capas llamadas tunicas que rodean un espacio hueco, llamado luz, por donde se transporta la sangre (Tortora y Derrickson, 2018).

- **Túnica interna:** Es la capa interna formada por endotelio que forma una superficie completamente lisa lo que disminuye la fricción, favoreciendo el flujo sanguíneo. Esta túnica presenta permeabilidad selectiva lo que facilita la entrada y salida de sustancias. Además, contribuyen a la dilatación y contracción de los vasos sanguíneos, impiden que los eritrocitos y plaquetas se conglo meren innecesariamente y, en caso de inflamación, permiten a los leucocitos introducirse en el área afectada.
- **Túnica media:** Es la capa media se encuentra constituida por tejido elástico y músculo liso, este último regulado por el sistema nervioso simpático que cuando es estimulado provoca vasoconstricción, lo que disminuye la luz de los vasos y al disminuir este estímulo se genera vasodilatación, aumentando la luz.

- **Túnica externa:** Se ubica en la parte exterior, consta de fibras de colágeno y elásticas. Fijan a los vasos sanguíneos en los tejidos adyacentes y a través de él, penetran nervios, pequeños vasos sanguíneos y linfáticos que van a nutrir a las mismas arterias o venas.

**Figura 4.15**  
*Vasos sanguíneos*



Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (Research Gate, 2015).

## Arterias

Las arterias son los vasos sanguíneos más resistentes y gruesos, ya que reciben la sangre que bombea el corazón. Tienen la función de transportar la sangre oxigenada a todas las células del organismo, excepto las arterias pulmonares (Figura 4.16). De acuerdo con su tamaño se clasifican en tres (Tortora y Derrickson, 2018):

1. **Arterias de conducción.** Son las arterias más grandes y elásticas, dilatan para recibir la sangre cuando el corazón lleva a cabo el proceso de sístole, contrayéndose durante la diástole. Esta capacidad disminuye con la edad, ya que se endurecen, a esto se le conoce como arteriosclerosis. Ejemplos de arterias de conducción son la aorta, iliaca, subclavia y carótida.
2. **Arterias de distribución.** Este tipo de arterias resultan de la subdivisión de las anteriores, por lo tanto, son menores, tienen la función de llevar la sangre hacia determinados órganos. Por ejemplo: las arterias esplénicas, femorales, braquiales, radiales y renales.

3. Arterias de resistencia. Son la continuación de las anteriores, son muy pequeñas y forman las arteriolas, las cuales, en sus extremos, se unen a los capilares.

## Capilares

Los capilares son microscópicos vasos sanguíneos que captan la sangre arterial y forman redes que les permiten llevar nutrientes y oxígeno a las células del organismo, además de recoger bióxido de carbono y desechos vaciándolos en las vénulas, por lo que son considerados, dentro del sistema cardiovascular, como los vasos de intercambio (Willis, 2018).

## Venas

Las venas son vasos sanguíneos que tienen la función de transportar sangre con dióxido de carbono procedente de todas las células del cuerpo, con excepción de las venas pulmonares (Figura 4.17). Sus paredes son muy delgadas, lo que les permite dilatarse fácilmente y recibir grandes cantidades de sangre, por lo que su capacidad es mayor que las arterias y su presión sanguínea menor (Saladin, 2017).

Las pequeñas venas que salen de los capilares se les llaman vénulas, van uniéndose en su camino hacia el corazón haciéndose más voluminosas formando las venas medianas como las safenas en las extremidades inferiores, y las venas radiales y cubitales en las extremidades superiores.

Estas venas medias, presentan pliegues internos que forman las llamadas válvulas venosas, son muy importantes, sobre todo en las extremidades inferiores, debido a que la baja presión de estos vasos sanguíneos puede provocar dificultad en la circulación de retorno, por lo que estas válvulas evitan que la sangre retorne cuando hay relajación muscular (Tortora y Derrickson, 2018).

Conforme las venas van acercándose más al corazón forman las venas grandes, como las renales, yugulares y cavas.

**Actividad de aprendizaje**  
**Investiga la irrigación arterial y el drenaje venoso de los siguientes vasos sanguíneos**

**Cuadro 4.4**

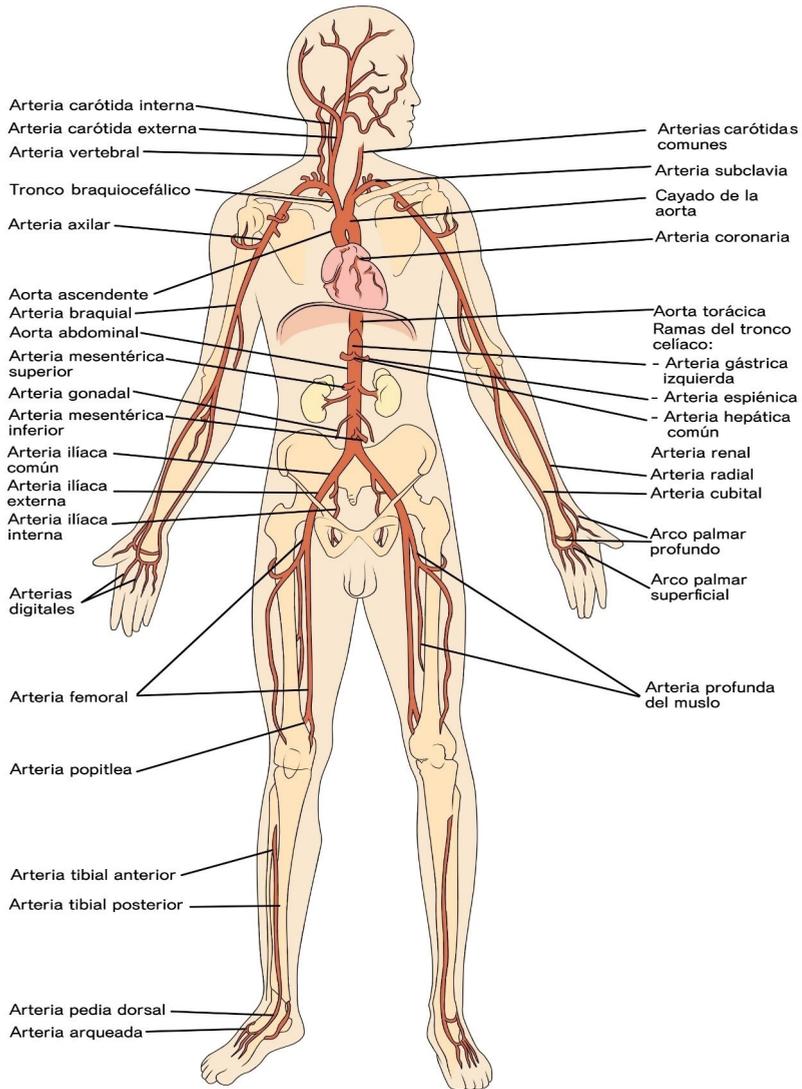
*Irrigación arterial y drenaje venoso*

Arteria	Irrigación	Vena	Drenaje
Carótida interna y externa		Cefálica	
Braquial		Braquial	
Radial y cubital		Basilica	
Gástrica		Subclavia	
Esplénica		Yugular interna	
Hepática común		Braquiocefálica	
Mesentérica superior		Poplítea	
Renal		Femoral	
Mesentérica inferior		Safena	
Iliaca interna		Iliaca	
Femoral		Renales	
Tibial anterior y posterior		Portal hepático	
Arqueada		Hepáticas	

Fuente: elaboración propia (2023).

## Figura 4.16

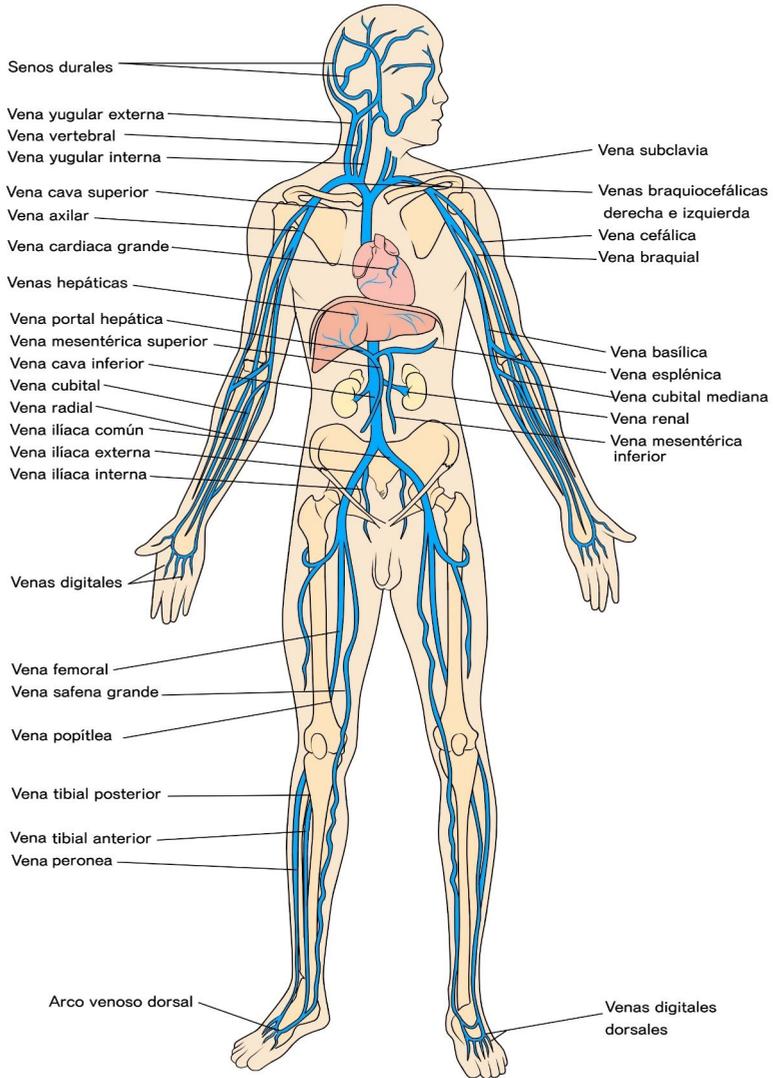
### Arterias



Fuente: elaboración propia, modificado de Marieb (2012).

## Figura 4.17

### Venas



Fuente: elaboración propia, modificado de Marieb (2013).

## Sistema linfático

Este sistema es un conjunto de órganos responsables de la inmunidad. Es similar al sistema circulatorio, con la diferencia de que sus vasos no transportan sangre, transportan linfa (Figura 4.18).

Está constituido por:

- Vasos linfáticos
- Linfa
- Tejido linfático
- Órganos linfáticos: timo, ganglios linfáticos y bazo (Marques y Silva, 2020).

El sistema linfático lleva a cabo tres funciones:

1. Absorción de líquido intersticial: El líquido intersticial rodea a las células, es reabsorbido en un 85 % por los capilares sanguíneos, el resto, el 15 %, es drenado por el sistema linfático para devolverlo a la sangre. En caso de que exista una deficiencia en esta acción, se presentaría edema y, en las situaciones más graves sobreviene la muerte por insuficiencia circulatoria.
2. Transporte de lípidos: Los lípidos obtenidos por medio de la alimentación, son absorbidos en el intestino delgado por vasos sanguíneos llamados quilíferos, y transportados por el sistema linfático, incluidas las vitaminas liposolubles A, D E y K.
3. Inmunidad: En el momento de que el sistema linfático lleva a cabo el drenado del líquido intersticial, también absorbe células extrañas o anormales, mismas que son detectadas cuando el líquido circula por los ganglios linfáticos, desencadenándose una reacción inmunitaria (Tortora y Derrickson, 2018).

## Linfa

La linfa es el fluido que se drena del líquido intersticial, se encuentra dentro de los vasos linfáticos y lo retorna filtrado al torrente sanguíneo. Normalmente es incoloro, contiene linfocitos, hormonas, microorganismos como bacterias y virus, y en pacientes con neoplasias pueden desplazarse células cancerosas en él (Lilly, 2021).

## Vasos linfáticos

Los vasos linfáticos son formados a partir de los capilares que se encuentran entre las células, se desplazan entre las venas y arterias llevando la linfa. En el camino que recorren, se localizan ganglios linfáticos que se encargan de fagocitar posibles microorganismos patógenos.

Una vez que estos vasos dejan los ganglios, convergen para conformar los grandes troncos linfáticos, dentro de los cuales se encuentran principalmente los siguientes:

- **Yugular:** Recibe la linfa que viene de la cabeza y el cuello.
- **Subclavio:** Drena la linfa de las extremidades superiores.
- **Broncomediastínico:** Transporta la linfa del corazón, pulmones y pared del tórax.
- **Intestinal:** Recolecta la linfa del intestino, estómago, hígado y páncreas.
- **Lumbar:** Recibe la linfa de la pared abdominal, riñones, órganos pélvicos y extremidades inferiores.

Estos troncos finalmente se dirigen hacia dos conductos: el torácico y el linfático derecho, quienes posteriormente vierten la linfa filtrada hacia la sangre por medio de las venas yugulares internas y la subclavia (Saladin, 2017).

## Órganos linfáticos

### **Timo**

El timo se encuentra ubicado entre la parte superior del corazón y el esternón, es de color rojo y se encuentra formado por dos lóbulos (Quiroz, 2013).

En los niños pesa aproximadamente 70 g, alcanzando su función máxima durante la pubertad, posteriormente sus tejidos van siendo sustituidos por grasa, reduciendo su peso a 20 g en los adultos y atrofiándose en la tercera edad hasta llegar a pesar 3 g.

La función del timo es recibir a los linfocitos T que llegan de la médula ósea, para madurarlos. Posteriormente los envía por medio de los vasos sanguíneos al bazo y ganglios linfáticos donde llevarán a cabo su función dentro del sistema inmunológico (Quiroz, 2013).

### **Ganglios linfáticos**

Los ganglios son órganos del sistema inmunitario ubicados en el trayecto de los vasos linfáticos, su forma es oval y son de tamaño aproximado al de un frijol, el cuerpo humano tiene alrededor de 450, algunos se encuentran de manera individual diseminados en el organismo y otros agrupados en lugares específicos como se menciona a continuación (Saladin, 2017):

- **Cervicales.** Se ubican en el cuello, filtran la linfa que viene de él y de la cabeza.
- **Torácicos.** En la parte media del tórax, filtrando linfa del sistema respiratorio.

- Axilares. Ubicados en las axilas para filtrar la linfa que viene de las extremidades superiores y de las glándulas mamarias.
- Intestinales. Se localizan en la pared abdominal y reciben la linfa del tubo digestivo.
- Abdominales. En la pared pélvica filtran la linfa del aparato reproductor y urinario.
- Inguinales. Se encuentran en la ingle filtrando linfa de la extremidad inferior.

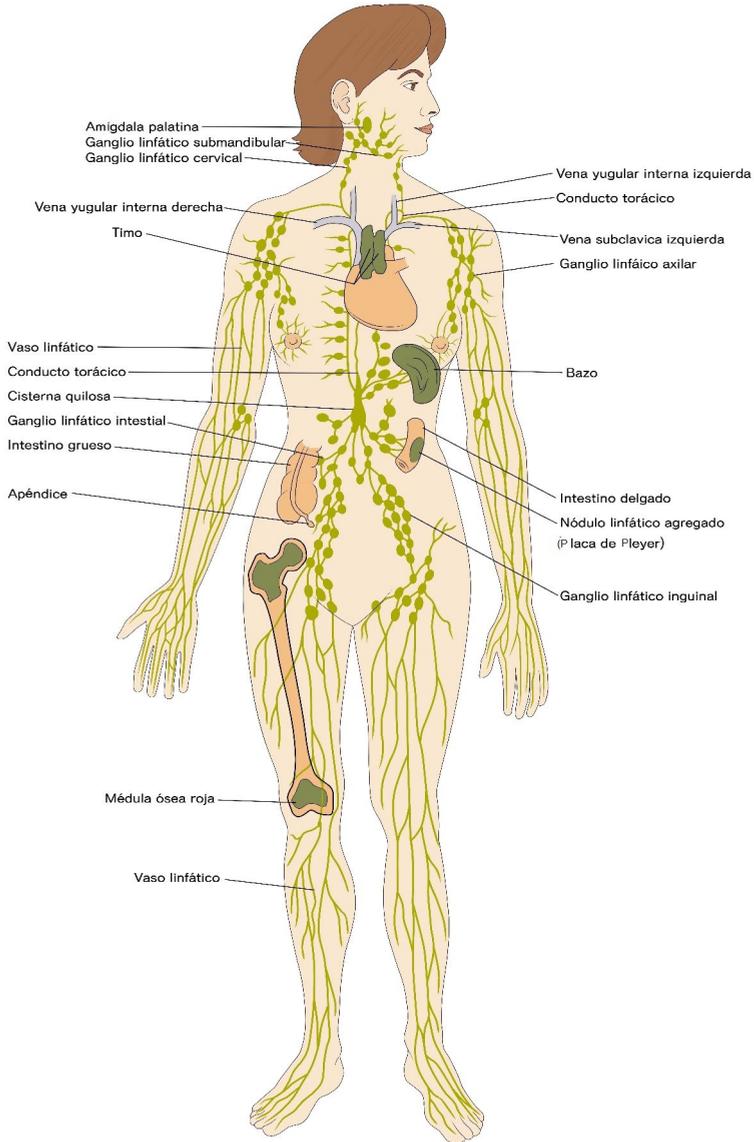
La función de los ganglios linfáticos es fagocitar virus, bacterias y sustancias extrañas que se encuentran en la linfa a través de sus macrófagos, y los linfocitos eliminan otras sustancias extrañas por medio de diversas respuestas inmunitarias. La linfa, una vez filtrada, sale del ganglio por el otro extremo y es llevada al corazón donde se reintegra, ya limpia, a la circulación sanguínea (Palacios, 2019).

### **Bazo**

El bazo es el órgano mayor del sistema linfático, mide alrededor 12 cm de largo y pesa 160 g. Se encuentra entre el músculo diafragmático y el estómago (Saladin, 2012). Se conforma por dos tipos de tejido:

- Pulpa blanca: Se encuentra formada por linfocitos y macrófagos, los cuales actúan detectando y fagocitando microorganismos patógenos que pudieran encontrarse presentes.
- Pulpa roja: Se encuentra formada por espacios que contienen sangre, llevando a cabo las siguientes funciones:
  - Sus macrófagos eliminan células sanguíneas deterioradas o anormales como glóbulos rojos o plaquetas.
  - Almacenan plaquetas.
  - Llevan a cabo la hematopoyesis en el feto (Saladin, 2017).

**Figura 4.18**  
*Sistema linfático*



Fuente: elaboración propia, modificado de la web (*Avances sobre el cuerpo humano*, 2017).

## Terminología médica

A continuación, se enlista una serie de términos médicos relacionados con el sistema circulatorio, para que investigues sus significados y los anotes en los apartados correspondientes.

**Anemia:**

---

---

**Taquicardia:**

---

---

**Bradicardia:**

---

---

**Hipertensión:**

---

---

**Hipotensión:**

---

---

**Cardiomegalia:**

---

---

**Flebitis:**

---

---

**Aterosclerosis:**

---

---

**Adenitis:**

---

---

## Investigación

Realiza una investigación documental sobre los siguientes temas:

### I. Categorías de presión arterial

Presión arterial	Sistólica mmHg	Diastólica mmHg
Óptima		
Normal		
Prehipertensión		
Hipertensión grado I		
Hipertensión grado II		
Crisis hipertensiva		

### II. Investiga 5 factores predisponentes de hipertensión arterial

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

## Referencias

- Asimov, I. (2013). *El río viviente: la fascinante historia del torrente sanguíneo*. Limusa.
- Fox, S. (2021). *Fisiología humana*. McGraw Hill.
- Griffin, B., Menon, V., Bumgarner, J., Huded, C., Wiggins, N., y Véliz, L. (2020). *Manual de medicina cardiovascular* (5ta ed.). LWW Wolters Kluwer.
- Latarjet, M., Ruiz, L., y Pró, E. (2019). *Anatomía humana*. Médica Panamericana.
- Lilly, L. (2021). *Bases Fisiopatológicas de las Cardiopatías*. LWW Wolters Kluwer.
- Marieb, E. (2012). *Anatomía y fisiología Humana*. Pearson Educación, S. A.
- Marqués, T., y Silva, A. (febrero, 2020). Anatomía e fisiología do sistema linfático: processo de formação de edema e técnica de drenagem linfática. *Scire Salutis*, 10(1), 1-9. <https://doi.org/10.6008/cbpc2236-9600.2020.001.0001>
- Palacios, J., Peate, I., y Nair, M. (2019). *Anatomía y fisiología para enfermeras*. Manual Moderno.
- Peate, I., y Muralitharan, N. (2019). *Anatomía y fisiología para enfermeras*. Manual Moderno.
- Quiroz, F. (2013). *Anatomía humana* (43ra ed.). Porrúa.
- Rodak, B., Fritsma, G., y Keohane, E. (2014) *Hematología: fundamentos y aplicaciones clínicas*. Médica Panamericana.
- Saladin, K. (2017). *Anatomy and Physiology*. McGraw-Hill.
- Sood, R. (2021). *Hematología para estudiantes y practicantes*. Trillas.
- Suárez-Quintanilla, J., Iturrieta, I., Rodríguez, A., y García, F. (2020). *Anatomía humana para estudiantes de Ciencias de la Salud*. Elsevier.
- Tortora, G., y Derrickson, B. (2018). *Principios de anatomía y fisiología*. (15a ed.). Médica Panamericana.
- Willis, L. (2018). *Enfermería Cardiovascular* (3ra ed.). LWW Wolters Kluwer.



# Capítulo 5

## Sistema respiratorio

*Perla Francisca Saucedo Flores\**  
*Verónica Judith Villarreal Rodríguez*  
*Laura Guadalupe Núñez Torres<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Los autores forman parte de la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Blvd. E. Cárdenas González 1201 Pte. Col. Jardín Cd. Mante, Tamaulipas.

\*Autor de correspondencia: [psauceda@docentes.uat.edu.mx](mailto:psauceda@docentes.uat.edu.mx)



## Competencias

- Distingue la estructura y función de cada uno de los órganos que forman el sistema respiratorio.
- Identifica donde se ubica cada órgano de las vías respiratorias altas.
- Analiza los órganos que conforman las vías respiratorias bajas.
- Comprende cómo se lleva a cabo el intercambio de gases dentro de los pulmones
- Demuestra cómo funciona el aparato respiratorio al exponer la mecánica de la respiración
- Hace uso de las tecnologías de la información y de la comunicación para obtener información y su divulgación.
- Aporta opiniones sobre los temas pertinentes valorando de igual manera las de sus compañeros.

## Concepto

El sistema respiratorio se encuentra formado por órganos que actúan como conductos y medios de intercambio gaseoso ya que permiten el ingreso del aire a los pulmones para captar el oxígeno y desechar de los mismos el bióxido de carbono. Esta responsabilidad la comparte con el aparato circulatorio (Marieb, 2012).

El aparato respiratorio está conformado por dos regiones (Figura 5.1):

Vías respiratorias superiores: También pueden ser llamadas altas, están formadas por:

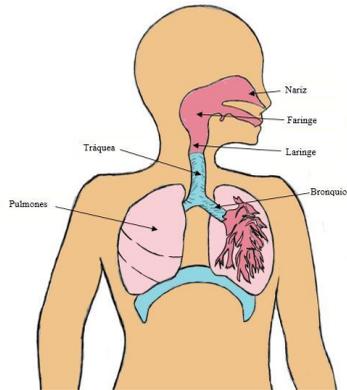
- Nariz
- Faringe

Vías respiratorias inferiores: También llamadas bajas, compuestas por:

- Laringe
- Tráquea
- Bronquios
- Pulmones

## Figura 5.1

### Aparato respiratorio



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (ABC escolar, 2022).

## Vías respiratorias altas

### Nariz

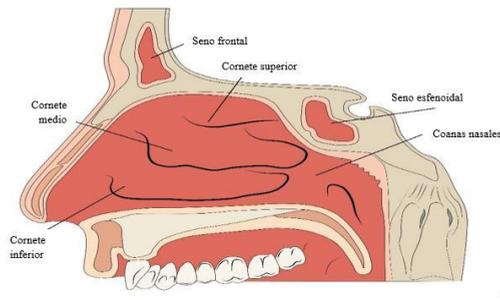
La nariz es el órgano en el cual se inicia el proceso de la respiración, tienen una porción externa visible y una porción dentro del cráneo.

La porción externa se encuentra formada en la parte superior por los dos huesos nasales y la parte inferior por tejido cartilaginoso, ambos cubiertos por la piel facial. Esta región tiene dos aberturas denominadas orificios nasales externos. La porción interna presenta las siguientes estructuras (Figura 5.2) (Tortora y Derrickson, 2018):

- Tabique nasal: Separa a las fosas nasales por medio de los huesos etmoides, vómer y del cartílago hialino.
- Coanas: Son dos orificios internos encargados de comunicar la nariz con la faringe.
- Membrana mucosa: En ella se localizan los receptores del nervio olfatorio, además de presentar abundantes y superficiales vasos sanguíneos, razón por la cual se puede originar fácilmente un sangrado nasal.
- Cornetes: Son proyecciones laterales de hueso que producen turbulencia en el aire que penetra para calentarlo y humedecerlo, además de dar más margen a que las partículas inhaladas se adhieran a la mucosidad presente en las fosas nasales impidiendo su ingreso a las vías respiratorias bajas.
- Senos paranasales: Son espacios dentro de cada hueso maxilar superior, esfenoides, etmoides y frontal, los cuales elaboran moco y lo expulsan hacia la cavidad nasal (Saladin, 2017).

## Figura 5.2

### Nariz



Fuente: elaboración propia, modificado de la web (*Fisioonline*, 2020).

La parte interna de la nariz lleva a cabo tres importantes funciones:

1. Humedecer, calentar y filtrar el aire que ingresa al aparato respiratorio
2. Detectar las partículas odoríferas
3. Intervenir en la resonancia de la voz, amplificándola (West, 2021).

### Faringe

La faringe es un conducto con una longitud aproximada 13 cm. Se origina en las coanas y avanza a través del cuello. Ubicándose en la parte posterior de la boca y por delante de las vértebras cervicales (Tortora y Derrickson, 2018).

Una de las funciones de la faringe es ser instrumento para permitir el flujo de aire al interior del sistema respiratorio de igual manera a través de ella pasan los alimentos hacia el esófago, otra función que se atribuye es la repercusión de los sonidos al hablar. En ella se ubican 3 pares de amígdalas formadas por tejido linfático que intervienen en la respuesta inmunitaria contra los microorganismos patógenos (Drake, 2020).

- Amígdalas faríngeas o adenoides: Ubicada en la zona alta de la faringe.
- Amígdalas palatinas: Localizada en la zona posterior del paladar blando.
- Amígdalas Linguales: Se encuentran en la base de la lengua (Marieb, 2012).

En la faringe se encuentran siete orificios que son:

- 2 trompas de Eustaquio: Abren de la faringe al oído.
- 2 coanas: Son las aberturas posteriores de las fosas nasales.
- 1 istmo de las fauces: Orificio con el que conecta a la boca.
- 1 orificio que comunica con la laringe.
- 1 orificio que comunica con el esófago (Saladin, 2017).

## Vías respiratorias bajas

### Laringe

La laringe se localiza en la zona anterior y media del cuello, por debajo de la faringe y superior a la tráquea. En un adulto mide aproximadamente entre 4 a 5 cm. Cuando se lleva a cabo la deglución la laringe se eleva, acción que puede palparse y observarse, sobre todo en los hombres. Tiene dos funciones, impedir el ingreso de alimentos a las vías respiratorias inferiores e intervenir en la emisión de la voz (Saladin, 2017).

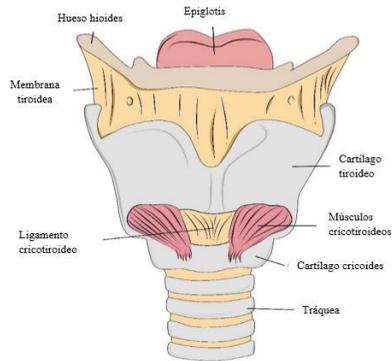
Se encuentra conformado por cartílagos, considerándose los más importantes los siguientes (Figura 5.3):

- **Cartílago tiroides:** Tiene forma de escudo. Está constituido por dos láminas que forman un ángulo abierto hacia atrás, la unión de estas dos láminas produce una elevación media llamada “prominencia laríngea”, también conocida como manzana de Adán, siendo más grande en los hombres, ya que durante la pubertad la hormona testosterona interviene en el crecimiento de esta.
- **Cartílago cricoides:** Este cartílago tiene forma de anillo y se ubica en la parte baja del cartílago tiroides, continuándose hacia abajo con la tráquea. Es un punto que sirve de referencia para llevar a cabo la traqueotomía.
- **Epiglotis:** Porción de cartílago que se ubica en la parte superior y anterior del cartílago tiroides, tiene la capacidad de movimiento para cerrarse y cubrir a la laringe en el momento de beber o comer, enviando los líquidos y sólidos hacia el esófago, manteniéndose abierta tiene lugar el mecanismo de la respiración. Si por alguna causa, ingresara alguna sustancia extraña a las vías respiratorias inferiores, se puede expulsar por el reflejo de la tos (Latarjet y Ruiz, 2019).

En la parte interior de la laringe se localiza la glotis. Tiene dos repliegues membranosos llamados cuerdas vocales y el espacio que existe entre ellas. Estas cuerdas vocales participan en la emisión de la voz al exhalar aire, y para poder articular las palabras actúan junto con los labios, lengua, faringe y senos paranasales (Tortora y Derrickson, 2018).

## Figura 5.3

### Laringe



Fuente: elaboración propia, modificada de Saladin (2017).

### Tráquea

La tráquea es un tubo que se ubica en la parte anterior del esófago. Mide aproximadamente 12 cm de longitud, con diámetro de 2.5 cm. Se origina de en la parte baja de la laringe y continua hasta la quinta vertebra torácica para posteriormente dividirse en dos bronquios, derecho e izquierdo (Tortora y Derrickson, 2018).

Su superficie interna se encuentra revestida por una capa mucosa que presenta cilios vibrátiles, los cuales expulsan al exterior el moco con partículas de polvo o microorganismos patógenos que pudieran llevar hasta este órgano para evitar su ingreso a los pulmones (Marieb, 2012).

Su apariencia externa es arrugada debido a la presencia de 16 a 20 anillos formados por cartílagos en forma de C, esto le da la rigidez adecuada para que la tráquea no colapse hacia adentro y obstruya la vía aérea (Tortora y Derrickson, 2018).

La abertura posterior de estos cartílagos, la abertura de la C se encuentra cerrada por el músculo traqueal, lo que permite al esófago dilatarse al pasar el bolo alimenticio.

La tráquea cumple con una función básica y sencilla para la vida, ya que forma parte de las vías a través de las cuales el aire llega desde el exterior a los pulmones.

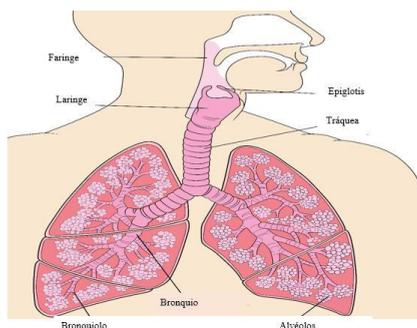
### Bronquios

En la parte interna del último anillo cartilaginoso de la tráquea se encuentra una cresta llamada carina donde se originan los bronquios que pueden ser principales o secundarios (Figura 5.4).

- **Bronquios principales:** Son dos bronquios principales, derecho e izquierdo, los cuales ingresan al pulmón respectivo a través del hilio pulmonar. El bronquio derecho mide aproximadamente 3 cm de longitud, siendo más ancho y corto que el izquierdo, lleva una dirección vertical. El izquierdo mide 5 cm de largo y presenta una dirección más horizontal.
- **Bronquios secundarios:** Del bronquio derecho se derivan tres secundarios, superior, medio e inferior, los cuales se dirigen a cada uno de los lóbulos pulmonares. El izquierdo se bifurca en dos bronquios secundarios, superior e inferior, que igual penetran en cada uno de los dos lóbulos pulmonares izquierdos.
- **Bronquiolos:** Conforme los bronquios secundarios se van adentrando en los segmentos pulmonares, se convierten en bronquiolos, los cuales se hacen más estrechos hasta llegar a medir 0.5 mm de diámetro, terminando en los alveolos (Saladin, 2017).

### Figura 5.4

#### *Vías respiratorias*



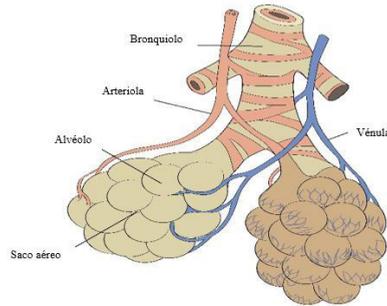
Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (*Manual MSD*, 2023).

### Alveolos

Los alveolos pulmonares son sacos comparados a un racimo de uvas (Figura 5.5), aproximadamente en ambos pulmones hay un total de 300 millones de ellos, sus paredes son muy delgadas y se encuentran rodeados por abundantes capilares sanguíneos, lo que facilita su función que es intercambiar el oxígeno y el bióxido de carbono entre el aire inhalado y la sangre (Quiroz, 2013).

## Figura 5.5

### Alveolos



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Slidshare, 2019).

## Pulmones

Los pulmones son dos órganos encargados de la respiración que se encuentran ubicados en la cavidad torácica, en su interior siempre existe algo de aire, por lo que son ligeros y tienen una consistencia esponjosa. El pulmón derecho es más reducido ya que se ubica por el lado del hígado, el cual le quita espacio, y el izquierdo es más alto, pero menos ancho, por la presencia del corazón en su parte medial (Figura 5.6) (Álvarez, 2017).

El tamaño de los pulmones ha sido comparado con la cabeza de un adulto promedio, aunque más angosta. Su color va modificándose en relación con la edad, en el feto es de un color rojo oscuro, siendo rosado en el niño y tornándose grisáceo conforme se va envejeciendo, llegando a tener el anciano un color gris oscuro. Estos cambios son debido a la inhalación, con el paso de los años, de contaminantes, polvo atmosférico o por el consumo de tabaco.

La forma de los pulmones es semicónica presentando las siguientes estructuras:

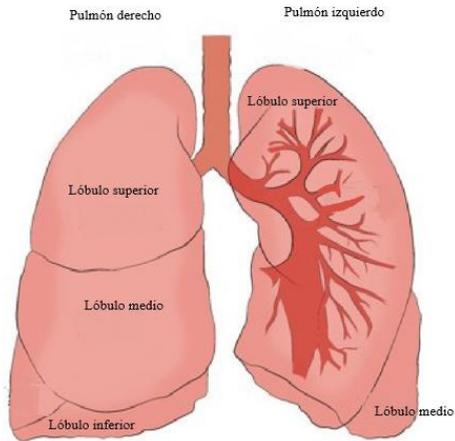
- Base. Ubicada en la parte inferior del pulmón, sobre el diafragma, relacionándose con el hígado y el estómago
- Vértice. Forma la parte superior del pulmón y se encuentra cerca de la clavícula y las arterias y venas subclavias.
- Cara lateral, anterior y posterior. Se relacionan con la caja torácica.
- Cara medial. Presenta una concavidad en la que se ubica la hendidura llamada hilio, por medio del cual ingresan al pulmón los bronquios, nervios y vasos sanguíneos correspondientes. Además, entre los dos pulmones se encuentra un espacio llamado mediastino, en el cual se

ubican la tráquea, el corazón, el esófago, las venas cavas y la arteria aorta (Tortora y Derrickson, 2018)

- Los pulmones se encuentran divididos de manera parcial por hendiduras llamadas cisuras, estas forman en el pulmón derecho tres lóbulos, superior, medio e inferior, y en el izquierdo dos, superior e inferior.

### Figura 5.6

#### *Pulmones*



Fuente: elaboración propia (2023).

### Pleuras

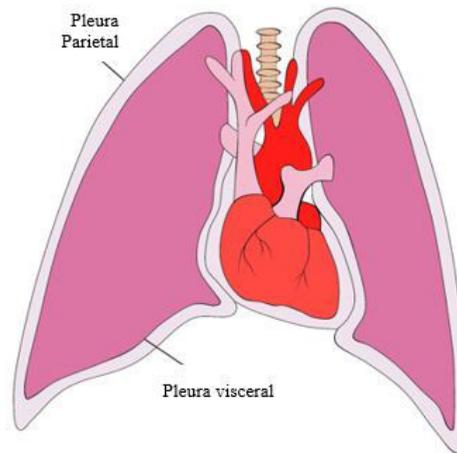
Las pleuras son membranas serosas que recubren a cada pulmón, están formadas por dos capas, una interna llamada visceral que se adosa a los pulmones, y una externa, la parietal, que contacta con la caja torácica (Figura 5.7). Entre ambas se ubica la cavidad pleural, considerándose un espacio virtual, ya que, en realidad no hay un área entre las membranas, únicamente contiene una mínima cantidad de líquido pleural (Seco y Alves, 2018).

Las funciones de las pleuras son las siguientes:

- Impiden que durante la inspiración y expiración se presente fricción entre los pulmones y estructuras adyacentes desplazándose con suavidad.
- Las pleuras protegen a los pulmones de infecciones que pudieran presentar otros órganos (Silverthorn, 2019).

**Figura 5.7**

*Pleuras*



Fuente: elaboración propia, modificado de la *web* (Ecu Red, 2021).

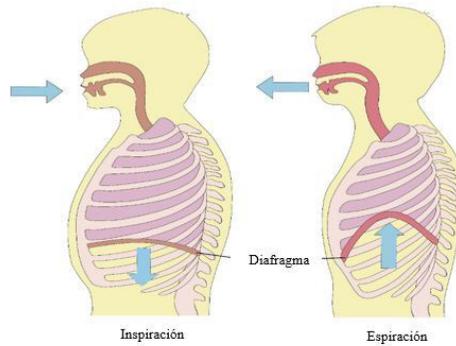
### **Mecánica de la respiración**

Se le llama respiración al proceso mediante el cual, el aire presente en la atmósfera ingresa hasta los alveolos pulmonares para realizarse el intercambio de gases, oxígeno y bióxido de carbono, regresando posteriormente al exterior. Consta de dos fases (Figura 5.8):

- **Inspiración.** Esta tiene lugar cuando la presión atmosférica es mayor que la de los pulmones y para poder llevarse a cabo intervienen los músculos de la respiración: los intercostales y el diafragma, los primeros se contraen para elevar y enviar hacia adelante la caja torácica y el segundo desciende, logrando con esto que los pulmones se expandan en todas direcciones. Este proceso continúa hasta que la presión de los pulmones es igual a la atmosférica.
- **Espiración.** Cuando la presión dentro de los pulmones supera a la atmosférica, inicia la espiración, proceso mediante el cual los músculos involucrados se relajan, haciendo que la caja torácica descienda y se retraiga lo que provoca el envío del aire hacia el exterior (Saladin, 2017).

## Figura 5.8

### Mecánica de la respiración



Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (Art Library, 2020).

### Volúmenes pulmonares

La capacidad de los pulmones va a depender de la edad, sexo, altura, así como también de otros factores propios de cada individuo. En las cifras de este volumen respiratorio se pueden considerar cuatro valores (Marieb, 2012):

- Volumen corriente. Se le llama así cuando se lleva a cabo la respiración tranquila, durante la cual ingresan y se exhalan alrededor de 500 ml de aire en un adulto promedio.
- Volumen de reserva inspiratoria. Se refiere a la cantidad de aire inhalado con un máximo esfuerzo, en la cual aproximadamente ingresan 3000 ml.
- Volumen de reserva espiratoria. Es la cantidad de aire que se puede exhalar con un esfuerzo máximo, siendo alrededor de 1200 ml.
- Volumen residual. Aun después de exhalar con el esfuerzo máximo, queda en el interior de los alveolos un aproximado de 1300 ml, y entre cada ciclo respiratorio sigue llevándose a cabo el intercambio de gases en este aire residual.

### Intercambio de gases

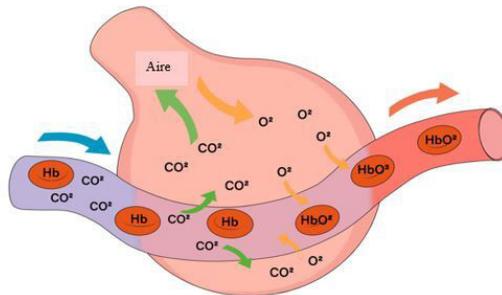
El intercambio de gases se lleva a cabo entre el aire con oxígeno contenido en los alveolos pulmonares y la sangre con dióxido de carbono de los capilares pulmonares procedente de todo el organismo (Figura 5.9).

Varios factores intervienen para que el intercambio de oxígeno del aire alveolar y el bióxido de carbono presente en la sangre se lleven a cabo (Saladin, 2017):

- Los gases se difunden por medio de la membrana alveolo capilar en ambas direcciones. Esto es posible debido a que la presión del oxígeno en el aire es mayor que la de la sangre, por lo tanto se lleva a cabo la difusión pasiva, de igual manera, el bióxido de carbono en el torrente sanguíneo difunde de un gradiente de presión alto hacia el aire alveolar, con más baja presión.
- La membrana alveolo capilar es una capa muy delgada que facilita el intercambio de gases.
- La superficie de los capilares y alveolos es muy extensa, llegando a contar, un adulto sano, con 70 m<sup>2</sup> en cada pulmón.
- Los capilares pulmonares, en condiciones normales, siempre contienen abundante cantidad de sangre.
- Considerando la estrechez de los capilares, los eritrocitos contenidos en la sangre quedan muy cerca del aire alveolar, lo que les permite recoger el oxígeno fácilmente (Saladin, 2017).

**Figura 5.9**

*Intercambio de gases*



Fuente: elaboración propia, modificada de la *web* (Proyecto Biosfera, 2020).

## Terminología médica

A continuación, se enlista una serie de términos médicos relacionados con el sistema respiratorio. Investiga su significado.

**Taquipnea:**

---

---

**Bradipnea:**

---

---

**Apnea del sueño:**

---

---

**Disnea:**

---

---

**Rinitis:**

---

---

**Epistaxis:**

---

---

**Hipoxia:**

---

---

**Saturación de oxígeno:**

---

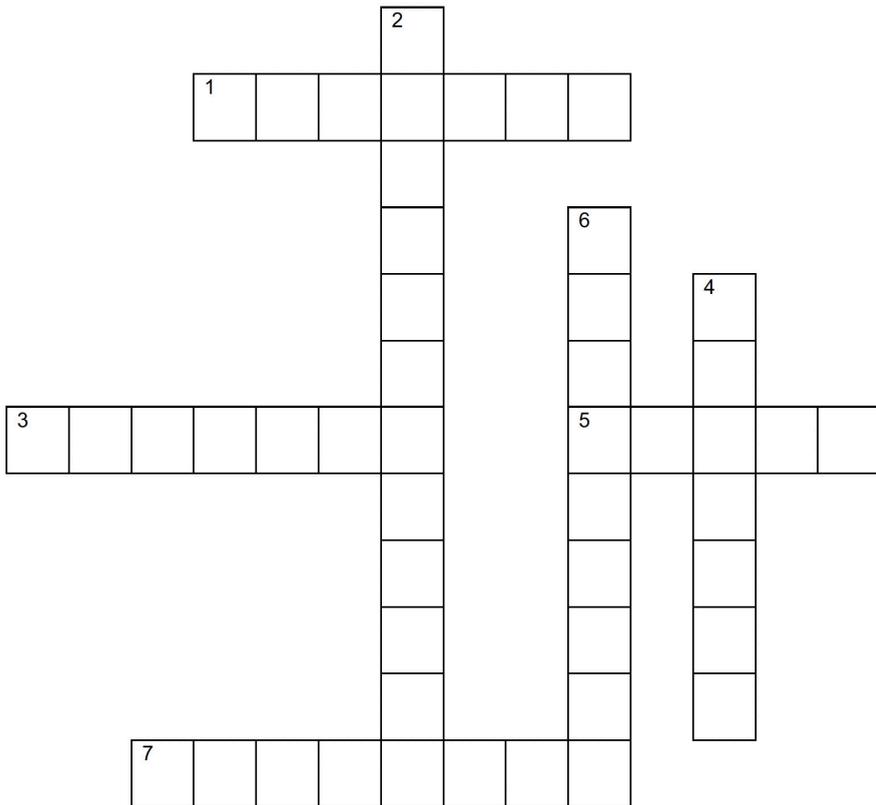
---

**Broncoscopia:**

---

---

Con base en los conocimientos adquiridos en la lectura anterior resuelve el siguiente crucigrama



### Horizontales

1. Se ubica sobre la tráquea y bajo la faringe.
3. Nace en la parte baja de la laringe y termina en la bifurcación.
5. Es la parte más externa del aparato respiratorio y con ella da inicio al proceso de respiración.
7. Son los órganos más grandes cuya función es almacenar el aire y realizar la respiración.

### Verticales

2. Sistema del cuerpo humano que comparte función con el sistema respiratorio.
4. Permite el flujo de aire en su interior, tránsito de alimentos y repercusión de sonidos emitidos al hablar.
6. Son dos ramificaciones principales de la tráquea uno situado a la derecha y otro a la izquierda.

De acuerdo con el siguiente caso, coloca en las líneas el término médico que corresponde a la descripción y posteriormente contesta las preguntas

Juan N presenta (dificultad para respirar) \_\_\_\_\_, esta se reconoce al observar aleteo nasal, tiros intercostales y la saturación de oxígeno con un valor de 88%, en cuanto a la frecuencia respiratoria se puede observar (respiración muy rápida) \_\_\_\_\_, a la auscultación pulmonar se le escuchan abundantes ruidos de secreciones, aunado a estas características, es observable también (coloración azulada en las uñas de las manos) \_\_\_\_\_. El familiar menciona que Juan ha presentado (temperatura mayor a 38 °C) \_\_\_\_\_ desde hace 4 días. Al hacer una valoración completa y las pruebas diagnósticas, el médico determina que el paciente tiene neumonía.

1. ¿Qué órganos se ven afectados en la neumonía?

---

---

---

---

2. ¿Qué diagnóstico de enfermería elegirías para este caso?

---

---

---

---

3. ¿Qué cuidados de enfermería deben ofrecerse a este paciente según su presentación clínica?

---

---

---

---

## Referencias

- Álvarez-Sala Walther, J., Casan, P., Rodríguez de Castro, F., Rodríguez, J., y Villena, V. (2017). *Neumología clínica*. Elsevier.
- Latarjet, M., Ruiz, L., y Pró, E. (2019). *Anatomía humana*. Médica Panamericana.
- Marieb, E. (2012). *Anatomía y fisiología Humana*. Pearson Educación, S. A.
- Quiroz, F. (2013). *Anatomía humana* (43ra ed.). Porrúa.
- Saladin, K. (2017). *Anatomy and Physiology*. McGraw-Hill.
- Seco, J., González, V. y Alves, L. (2018). *Sistema respiratorio: métodos, fisioterapia clínica y afecciones para fisioterapeutas*. Médica Panamericana.
- Silverthorn, D. (2019). *Fisiología humana: un enfoque integrado*. Médica Panamericana.
- Sood, R. (2021). *Hematología para estudiantes y practicantes*. Trillas.
- Tortora, G., y Derrickson, B. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (15ta ed.). Médica Panamericana.
- West, B. (2021). *Fisiología Respiratoria, fundamentos*. LWW Wolters Kluwer.



*Anatomía y Fisiología para estudiantes de enfermería. Teoría y ejercicios*  
de Irma Guadalupe Rangel Enríquez, coordinadores,  
publicado por la Universidad Autónoma de Tamaulipas y  
Editorial Fontamara en diciembre de 2023. La revisión y diseño editorial  
correspondieron al Consejo de Publicaciones UAT.

Este libro se elaboró para los estudiantes de la materia Anatomía y Fisiología dentro de la carrera de Licenciado en Enfermería y otras relacionadas, los contenidos aquí presentados les brindarán el conocimiento elemental de la estructura y función de la célula y los tejidos, para comprender los sistemas tegumentario, muscular, esquelético, circulatorio y respiratorio.

El alumno integrará los principios básicos de la Anatomía y la Fisiología humana, para adquirir habilidades y las destrezas para interactuar y aportar información al equipo de salud con alta responsabilidad y confianza en sí mismo; así como para desarrollar las funciones técnicas, administrativas, docentes y en la investigación.

Además, aplicará los conocimientos adquiridos para encauzar las diversas intervenciones de la Enfermería hacia los usuarios en los ámbitos clínico-epidemiológico, educativo y administrativo.

ISBN UAT: 978-607-8888-25-2

ISBN Editorial Fontamara: 978-607-736-855-7

