

# T-Books T-I

## Manual Básico de Fisiología

Eduardo Mendeleev, BECERRA-VERDÍN  
Carlos Humberto, RODRIGUEZ-CERVANTES  
Tomas Mario, AVALOS-RUVALCABA  
Jorge Rafael, FIGUEROA-MORALES

# **Manual Básico de Fisiología**

**Primera Edición**

Eduardo Mendeleev, BECERRA-VERDÍN  
Carlos Humberto, RODRIGUEZ-CERVANTES  
Tomas Mario, AVALOS-RUVALCABA  
Jorge Rafael, FIGUEROA-MORALES

**Universidad Autónoma de Nayarit**

**ECORFAN-México**

*Manual Básico de Fisiología*

**Autores**

BECERRA-VERDÍN, Eduardo Mendeleev  
RODRIGUEZ-CERVANTES, Carlós Humberto  
AVALOS-RUVALCABA, Tomas Mario  
FIGUEROA-MORALES, Jorge Rafael

**Diseñador de Edición**

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC.

**Producción Tipográfica**

TREJO-RAMOS, Iván. BsC.

**Producción WEB**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD.

**Producción Digital**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD.

**Área de Conocimiento**

Área de Ciencias de la Salud

**Unidad Académica**

Químico Farmacobiólogo

**Academia**

Fisiología

**Editora en Jefe**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley de Derechos de Autor, podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos, de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Visite nuestro sitio WEB en: [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

ISBN: 978-607-8534-08-1

Sello Editorial ECORFAN: 607-8534

Número de Control TB: 2017-01

Clasificación TB (2017):060616-0101

A los efectos de los artículos 13, 162 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169,209, y otra fracción aplicable III de la Ley del Derecho de Autor



® Universidad Autónoma de Nayarit

Ciudad de la Cultura Amado Nervo.  
Boulevard Tepic-Xalisco S/N C.P.  
63190 Tepic, Nayarit. México.

## **Contenido**

Introducción	1
Capítulo 1 Neurofisiología	2
Actividades	10
Referencias	13
Capítulo 2 Fisiología cardiovascular	14
Actividades	20
Referencias	23
Capítulo 3 Fisiología sanguínea	25
Actividades	30
Referencias	34
Capítulo 4 Fisiología respiratoria	36
Actividades	42
Referencias	46
Capítulo 5 Fisiología Renal	48
Actividades	55
Referencias	58
Capítulo 6 Fisiología del aparato digestivo	59
Actividades	66
Referencias	69
Capítulo 7 Neuroendocrinología	71
Actividades	79
Referencias	83
Anexos	85

## **Introducción**

La materia de fisiología es parte integral de la formación de los profesionales de la salud, pues incurren de manera horizontal y transversal en los conocimientos que debe requerir un profesional de esta rama. Este manual pretende dar a conocer los aspectos básicos que deben ser cubiertos para lograr la interrelación y comprensión de procesos fisiológicos y biológicos que fundamentan los procesos básicos de metacognición por parte del estudiante, con el objetivo de formar seres humanos capaces de visualizar problemáticas de ámbitos diversos, con óptica global.

## Capítulo 1 Neurofisiología

### Objetivos del capítulo

- Identificar las estructuras anatómicas básicas del sistema nervioso.
- Diferenciar la clasificación del sistema nervioso.
- Identificar las funciones básicas del sistema nervioso.
- Diferenciar los diferentes tipos de células del tejido nervioso.
- Conocer el concepto de potencial de membrana y potencial de acción.
- Identificar el funcionamiento de la sinapsis neuroquímica.

**Figura 1.1** Sistema Nervioso



Fuente: Elaboración propia

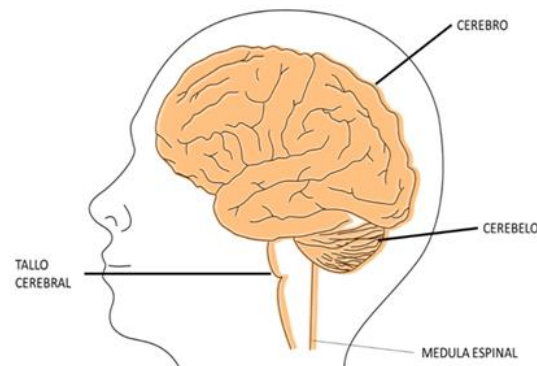
### Estructuras básicas del sistema nervioso

Las estructuras primordiales del sistema nervioso son:

1. El cerebro: el cual se encuentra alojado en la bóveda craneana protegido por las capas de meninges y el líquido cefalorraquídeo.
2. El cerebelo: Se encarga de interpretar algunas señales que coordinan movimientos involuntarios del sistema musculoesquelético.
3. La médula espinal: la que se encargará de la transmisión de impulsos nerviosos desde el cerebro hasta todos los órganos y tejidos inervados, así como también de enviar estímulos desde la periferia anatómica hasta el cerebro.

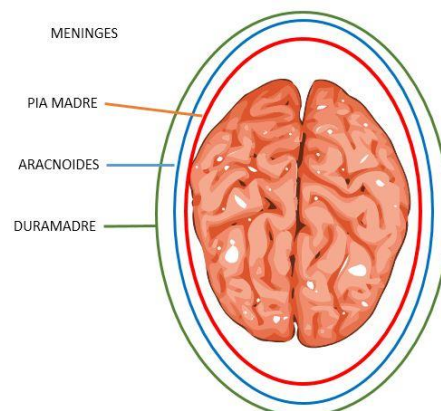
4. **Meninges:** Son tres capas de tejido que rodean al cerebro y lo protegen de impactos externos, estas son:
  - **Piamadre:** capa interna, íntimamente adosada directamente al tejido cerebral.
  - **Aracnoides:** capa intermedia que tiene ramificaciones en forma de araña, (prefijo *arac* = en forma de araña, sufijo *oide* = semejante a).
  - **Duramadre:** es la capa más externa, la cual es muy resistente a traumatismos y desgarros.
5. **Ventrículos cerebrales:** Son cavidades dentro del cerebro encargadas de la producción y distribución del líquido cefalorraquídeo, son un total de 4, 2 ventrículos laterales un tercer ventrículo y el 4 un ventrículo, este último ubicado cerca del tallo cerebral.
6. **Líquido cefalorraquídeo:** Es un líquido que circula en el espacio subaracnoideo, alrededor del cerebro y la medula espinal, producido en los ventrículos cerebrales, es incoloro, y su volumen oscila entre 100 a 150 ml, con una producción de 0.35 ml por minuto, con una tasa de recambio constante.

**Figura 1.2** Estructuras básicas del sistema nervioso



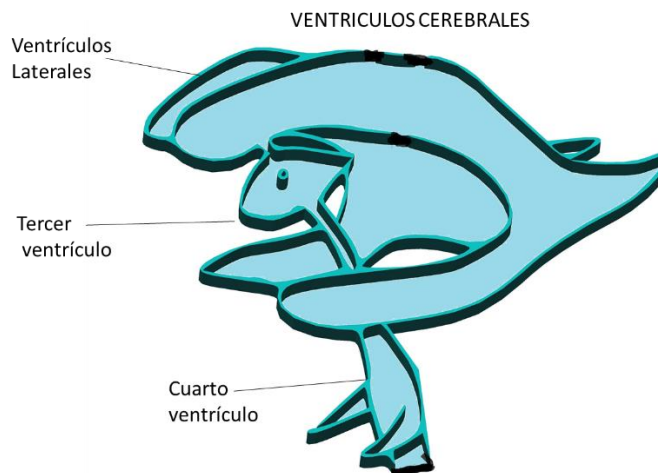
Fuente: Adaptado de <https://www.pinterest.com/pin/564357397035060542/>

**Figura 1.3** Meninges Cerebrales



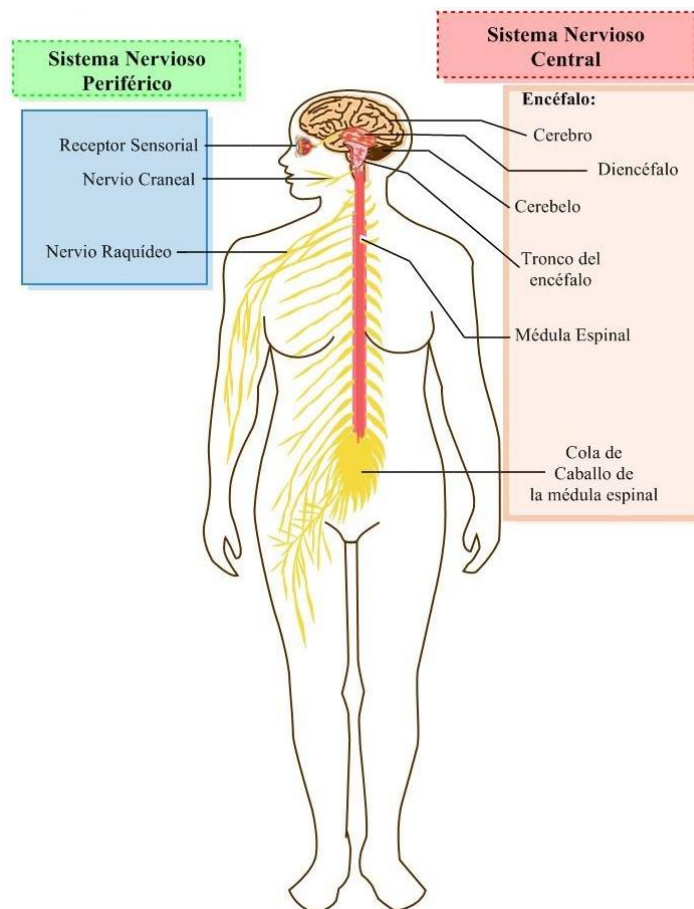
Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

**Figura 1.4** Ventriculos cerebrales



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

**Figura 1.5** Clasificación del sistema nervioso



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw



## **Clasificación del sistema nervioso**

Al hablar de la clasificación del sistema nervioso podemos decir que existe una clasificación anatómica y una clasificación funcional o fisiológica, se abordaran ambas a continuación.

La clasificación anatómica del sistema nervioso lo divide en:

**Sistema nervioso central (SNC):** Este está constituido por el cerebro, cerebelo, tallo cerebral, y medula espinal.

**Sistema nervioso periférico (SNP):** Constituido por todos los nervios que se encuentran fuera del cerebro y la medula espinal.

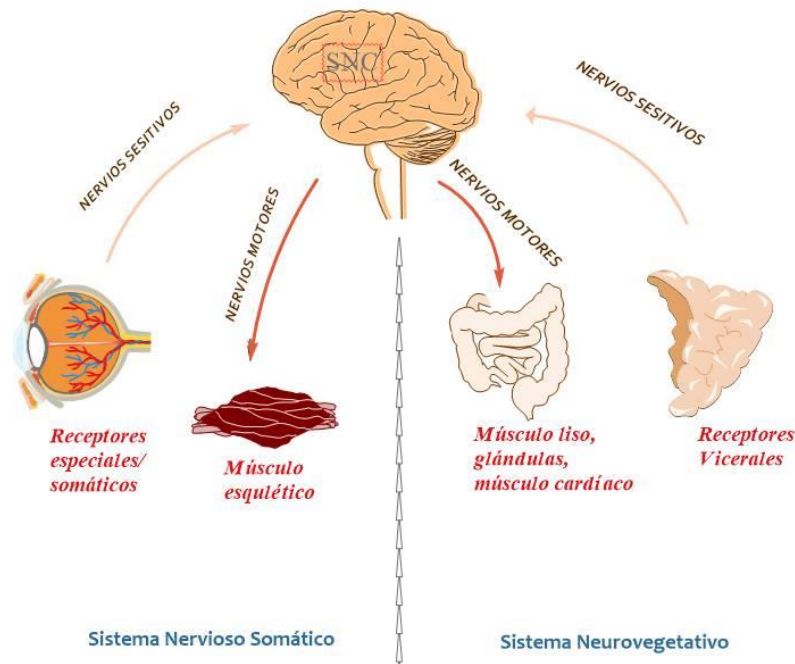
La clasificación funcional del sistema nervioso lo divide en:

El sistema nervioso somático: se encarga de llevar estímulos consientes, desde la periferia anatómica hasta el cerebro, es decir un estímulo aferente y estímulos del cerebro a la periferia anatómica, es decir un estímulo eferente.

El sistema nervioso autónomo: Se encarga de llevar estímulos tanto aferentes como aferentes a los órganos internos, los cuales no son controlados por la voluntad. Se subdivide a su vez en sistema nervioso simpático y sistema nervioso parasimpático.

**Sistema nervioso simpático:** Parte del sistema nervioso autónomo el cual se encarga de activar una respuesta de estrés o huida, el neurotransmisor que secretan las terminales simpáticas es la adrenalina.

**Sistema nervioso parasimpático:** Parte del sistema nervioso autónomo el cual se encarga de activar una respuesta de “relajación “dentro de los diferentes órganos del cuerpo que inerva, el neurotransmisor que secretan las terminales parasimpáticas en su axón posganglionar es la acetilcolina.

**Figura 1.6** Sistema nervioso autónomo

Fuente: Adaptación en Openoffice Draw de: <http://www.freepik.com>

Estos sistemas están en contraposición en algunos órganos, es decir producen una respuesta contraria a la activación del otro, por ejemplo, si hablamos del corazón, cuando el sistema simpático se activa produce aumento de la frecuencia cardíaca, ahora bien, cuando el sistema parasimpático se activa, produce una respuesta en el corazón de disminución de la frecuencia cardíaca.

Respuesta en diferentes órganos del sistema nervioso simpático y parasimpático.

**Tabla 1.1** Funciones del sistema Nervioso por clasificación

<b>Organo</b>	<b>Simpatico</b>	<b>Parasimpatico</b>
Corazón	Aumenta frecuencia cardíaca	Disminuye frecuencia cardíaca
Pulmón	Broncodilatación	Broncoconstricción
Pupilas	Midriasis	Miosis
Intestino	Aumenta peristaltismo	Disminuye el peristaltismo
Hígado	Aumenta liberación de glucosa	Disminuye liberación de glucosa

Fuente: Elaboración propia

## Funciones básicas del sistema nervioso

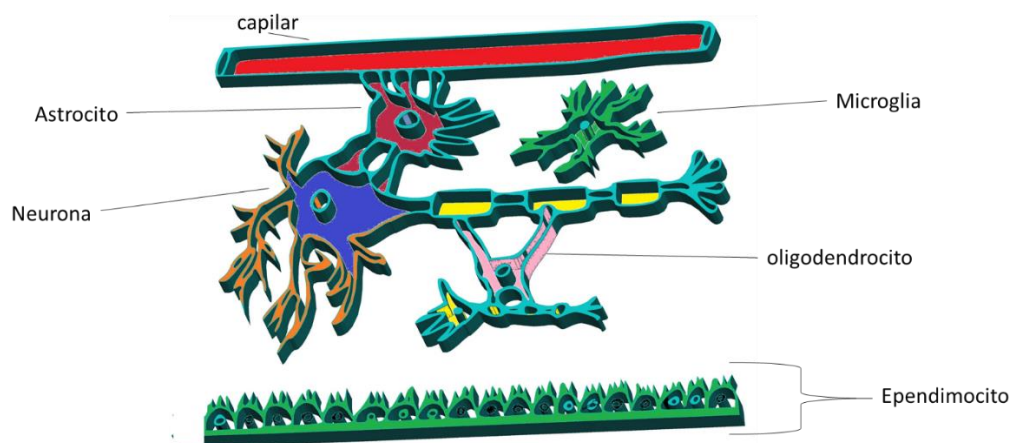
Es donde se aloja la conciencia del ser humano, su raciocinio y el control total del cuerpo. Mediante la generación y transmisión de impulsos neuroquímicos a lo largo de todo el sistema puede realizar las funciones de analizar, interpretar y dar respuesta a los estímulos somatosensoriales tanto externos como internos, lo que conlleva a mantener la homeostasis en otros órganos y sistemas.

## Células del tejido nervioso

Existe una división de los dos tipos de células existentes en el tejido nervioso las cuales son neuronas y células gliales.

1. Neuronas: Son células cuya función principal es la excitabilidad neuroquímica, es decir, la generación de impulsos electroquímicos.
2. Las células gliales se subdividen principalmente en:
  - Astrocitos: Célula en forma de estrella, que se encargan de formar la barrera hematoencefálica, lo cual impide que algunas sustancias tóxicas lleguen al tejido cerebral.
  - Oligodendrocitos: Células con seudópodos que se encargan de rodear los axones para formar una vaina de mielina, que permite la transmisión saltatoria.
  - Microglia: célula que se encarga de fagocitar bacterias, virus y restos celulares.
  - Células Ependimarias: Son células de revestimiento, que se encargan de cubrir algunas estructuras en el cerebro como lo son los ventrículos cerebrales.
  - Células de Schwann: Células que producen vaina de mielina en los axones de, son semejantes a los oligodendrocitos porque producen mielina sin embargo estas células se encuentran en los axones del sistema nervioso periférico.

**Figura 1.7** Células del sistema nervioso



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Potencial de membrana y potencial de acción

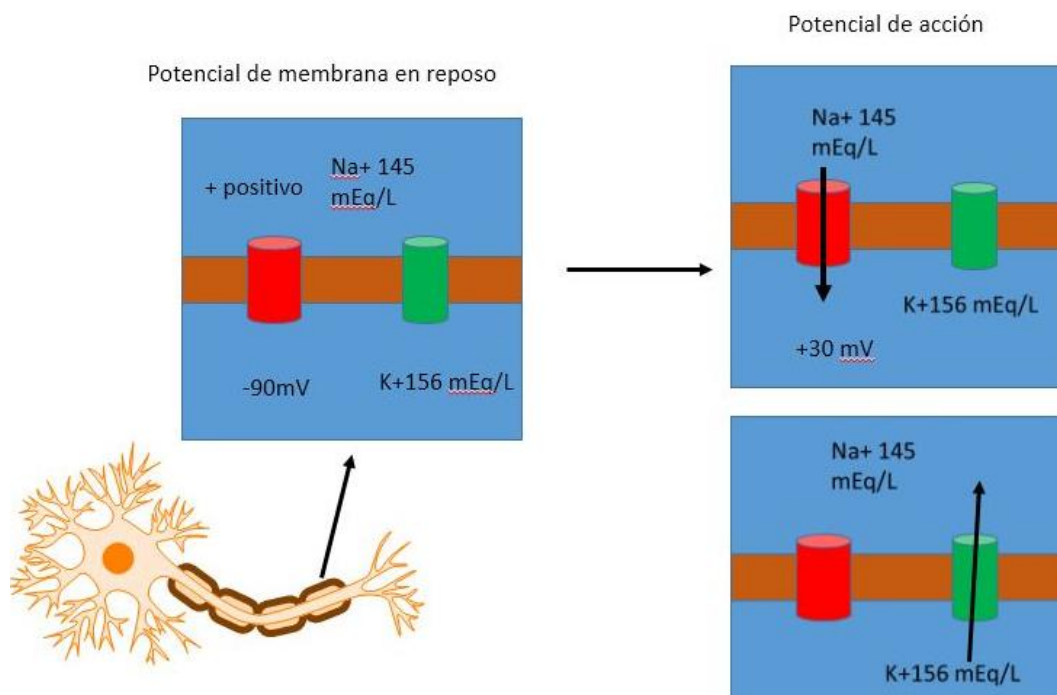
Para hablar de potencial de membrana debemos mencionar que en tanto en interior celular como en el líquido extracelular existen moléculas que tienen una carga eléctrica, en ese sentido podemos mencionar iones de carga positiva (cationes) y iones con carga negativa (aniones), en el interior de una neurona, la sumatoria de cargas tanto negativas como positivas de una carga neta negativa de  $-90\text{mV}$ , esta carga es lo que se denomina potencial de membrana en reposo.

El potencial de acción es el momento cuando la carga neta negativa del interior de la neurona cambia de negativo a positivo, lo cual permite una difusión de este potencial neuroquímico a lo largo de un axón por flujo axonal.

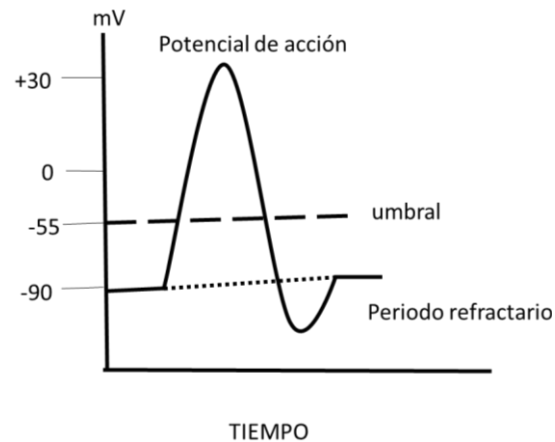
Para que se dé a cabo dicho potencial es necesario que se abran canales de Sodio, los cuales introducen cargas positivas al interior, lo que lleva a su vez a un estado de despolarización de la membrana y por tanto a la transmisión electroquímica. La disminución de cargas positiva está dada por la apertura de los canales de Potasio, los cuales se abren para así reducir la carga neta positiva que se introdujo por los iones de Sodio.

El equilibrio y el restablecimiento del potencial de membrana se logra a través de la bomba de sodio/potasio, la cual se encarga de sacar el sodio que entro y meter el sodio que salió durante el potencial de acción.

**Figura 1.8** Potencial de acción, apertura de canales



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw con adaptación de [https://www.123rf.com/photo\\_5326321\\_neuron-vector-illustration.html](https://www.123rf.com/photo_5326321_neuron-vector-illustration.html)

**Gráfico 1.1** Gráficoado del potencial de acción

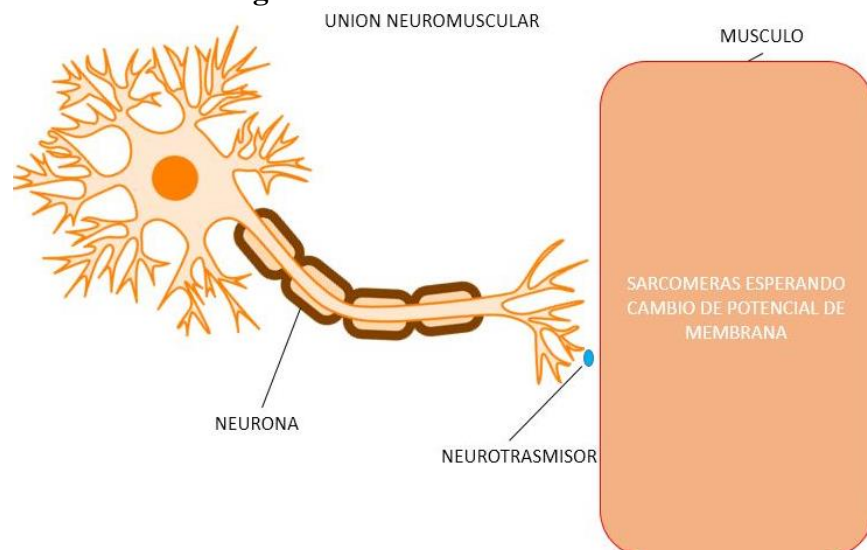
Fuente: Elaboración propia

### Unión Neuromuscular

La unión neuromuscular como lo indica su nombre, es la unión entre el nervio y el músculo, es decir es la explicación de cómo el cerebro puede controlar los músculos. Está constituida por varios elementos:

**Botón terminal axónico:** El cuál es la porción final del axón e inerva una fibra muscular para transmitir el impulso electroquímico hacia el músculo.

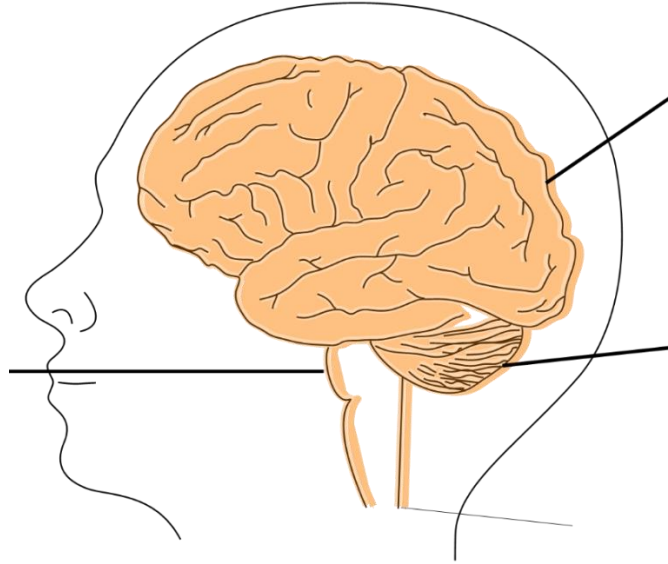
**El neurotransmisor:** Constituido por la molécula de acetilcolina que se encuentra en el botón terminal axónico y se encarga de viajar y transmitir la señal a través de la apertura de canales de sodio en la fibra muscular, lo que desencadena una reacción en cadena que a la vez cambia el potencial de membrana en reposo de la fibra muscular en un potencial de acción, que generara la contracción muscular.

**Figura 1.9** Unión NeuromuscularFuente: Adaptado de [https://www.123rf.com/photo\\_5326321\\_neuron-vector-illustration.htm](https://www.123rf.com/photo_5326321_neuron-vector-illustration.htm)

## Actividades

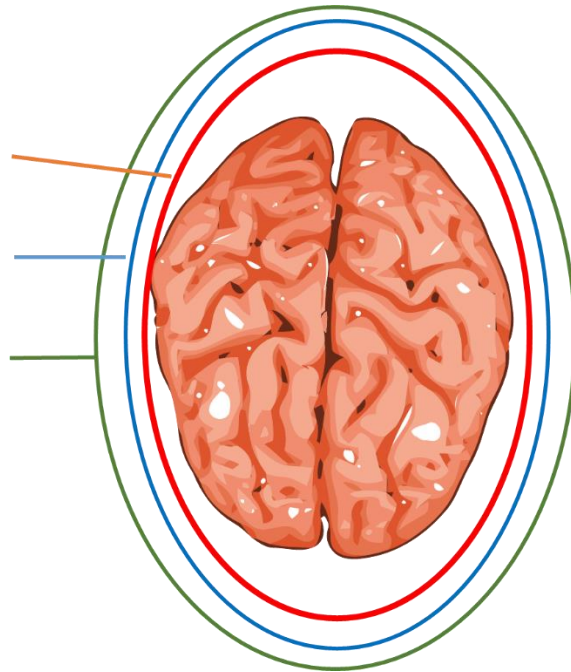
- Identificación de imágenes.
- Identifica las estructuras básicas que se encuentran en la imagen que se te presenta a continuación.

**Figura 1.10** Estructuras básicas del sistema nervioso



Fuente: Adaptado de <https://www.pinterest.com/pin/564357397035060542/>

**Figura 1.11** Meninges Cerebrales



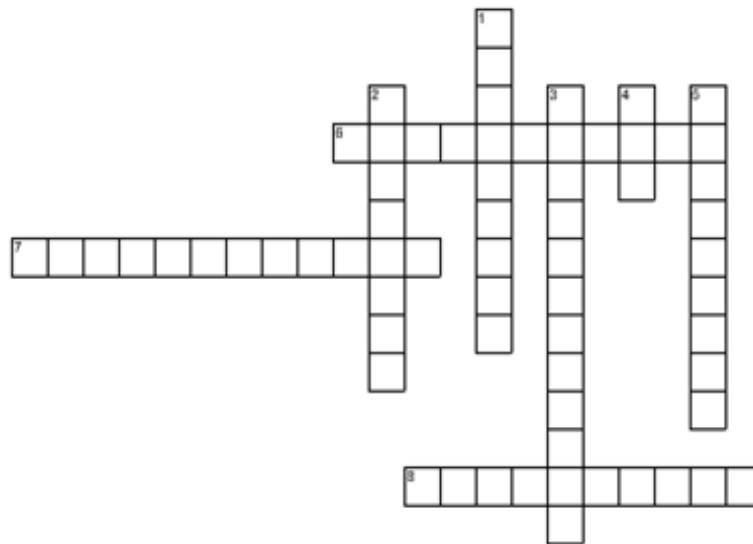
Fuente:Elaboración propia en Openoffice Draw

## Crucigrama

Resuelve el siguiente crucigrama

**Figura 1.12** Crucigrama del sistema nervioso

### Sistema Nervioso



#### Horizontal

- 6. Parte del cerebro que produce líquido cefalorraquídeo
- 7. Neurotransmisor de la unión neuromuscular
- 8. Neurotransmisor del sistema nervioso simpático

#### Vertical

- 1. Célula que fagocita sustancias nocivas en el cerebro
- 2. Membranas que rodean el sistema nervioso
- 3. Neurotransmisor de la unión neuromuscular
- 4. Prefijo que significa "pegamento"
- 5. Célula que se encarga de filtrar la sangre del cerebro

Fuente: Elaboración propia

## Sopa de letras

### Sistema Nervioso

- Busque palabras relacionadas con el sistema nervioso

**Figura 1.13** Sopa de letras del sistema nervioso

A	R	Y	E	Z	V	N	R	E	W	B	I	R	E	O	G	A
S	C	Y	K	Q	H	L	L	D	U	C	M	A	P	A	G	B
X	V	E	Y	P	E	W	Z	Z	O	E	T	T	E	E	R	K
R	I	M	T	P	I	I	I	W	M	J	D	O	N	N	O	B
X	O	I	T	I	A	M	K	R	I	A	C	Z	D	R	A	E
U	U	C	F	I	L	R	W	Y	F	E	S	U	I	L	U	E
Y	H	R	U	Z	C	C	A	P	L	T	B	Z	M	V	W	O
Y	L	O	X	K	E	C	O	S	N	E	U	R	O	N	A	N
L	K	G	Z	C	R	R	F	L	I	C	T	K	C	Q	Y	X
P	Z	L	I	E	E	N	E	Z	I	M	K	V	I	Z	T	Y
O	V	I	Q	R	B	U	O	U	V	N	P	Y	T	S	O	L
D	F	A	M	E	R	R	P	Y	A	I	A	A	O	Z	X	U
O	R	E	H	B	O	Z	E	S	I	M	P	A	T	I	C	O
O	M	I	Q	E	I	S	I	N	A	P	S	I	S	I	H	R
E	O	K	A	L	M	S	Y	I	I	P	M	A	F	H	C	V
Q	L	Y	C	O	Z	E	V	Y	J	A	U	A	M	N	G	O
A	S	T	R	O	C	I	T	O	P	I	A	Y	I	Q	G	Z

Ependimocito	Cerebelo
Cerebro	Simpático
Acetilcolina	Astrocito
Microglia	Sinapsis
Neurona	Parasimpático

Fuente: Elaboración propia en Openoffice write



## Referencias

Alcalá & Álvarez M. Estudio de la conectividad cerebral mediante transferencia de entropía [Internet]. Upcommons.upc.edu. 2016 [cited 1 February 2016]. Available from: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/22561>

Drogas: o que são e o que fazem com nosso cérebro? Uso regular da maconha causa danos irreparáveis ao seu cérebro. Nanocell News. 2014;1(16):na-na.

Fuentealba L, Rompani S, Parraguez J, Obernier K, Romero R, Cepko C et al. Embryonic Origin of Postnatal Neural Stem Cells. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2015 [cited 2 February 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26091041>

Hangya B, Ranade S, Lorenc M, Kepecs A. Central Cholinergic Neurons Are Rapidly Recruited by Reinforcement Feedback. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2015 [cited 2 February 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26317475>

Herrera Morban D, Montero Cruz N. Copying the development: mirror neurons in child development. Medwave. 2016;16(05):e6466-e6466.

Iturria-Medina Y. Anatomical Brain Networks on the Prediction of Abnormal Brain States. Brain Connectivity. 2014;3(1):1-21.

Nanocell I. PLASTICIDADE SINÁPTICA EM UM CÉREBRO VIVO: O Cérebro Se Remontando Após Uma Lesão. Nanocell News. 2016;3(6):n/a-n/a.

Palacios Alaiz E. Regulación neurohormonal de la obesidad [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2016 [cited 2 February 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/ibc-157617>

Roseberry T, Lee A, Lalive A, Wilbrecht L, Bonci A, Kreitzer A. Cell-Type-Specific Control of Brainstem Locomotor Circuits by Basal Ganglia. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2016 [cited 2 February 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26824660>

Schott G. Neuroaesthetics: exploring beauty and the brain. Brain. 2015;138(8):2451-2454.

## Capítulo 2 Fisiología cardiovascular

### Objetivos

- Identificar cavidades cardiacas.
- Identificar principales arterias y venas del cuerpo.
- Identificar las cavidades cardiacas y sus relaciones anatómicas.
- Diferenciar las fases del ciclo cardiaco.
- 

**Figura 2.1** Fisiología Cardiovascular

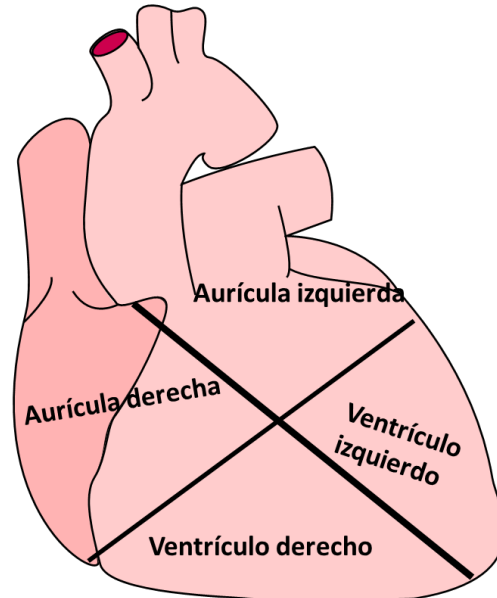


Fuente: Elaboración propia

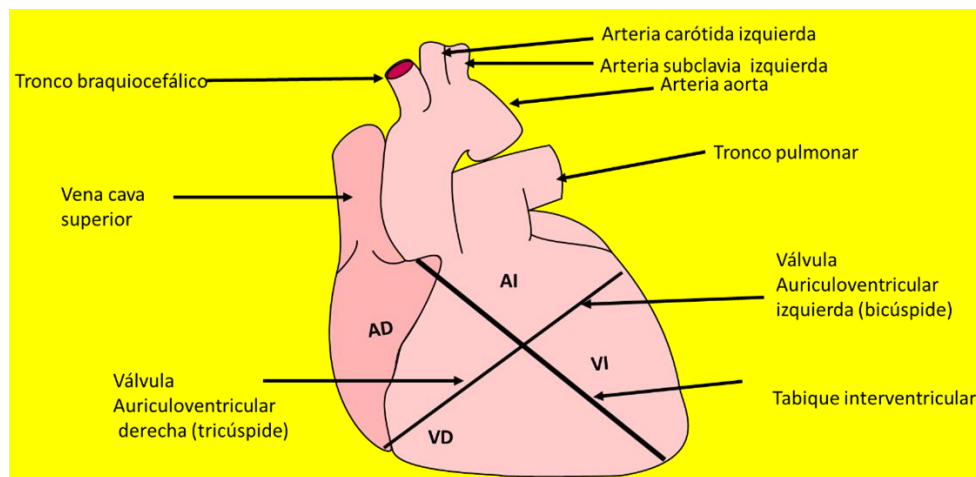
### Estructuras básicas del sistema cardiovascular

El sistema cardiovascular está compuesto por el órgano central que es el corazón. Anatómicamente ubicado en el mediastino anterior, justo arriba del diafragma.

Esta constituido de 4 cavidades cardiacas, 2 aurículas en la parte superior y 2 ventrículos en la parte inferior. Las aurículas y los ventrículos se encuentran separados por unas estructuras denominadas válvulas auriculoventriculares, la válvula que separa la aurícula derecha del ventrículo derecho se llama tricúspide y la válvula que separa la aurícula izquierda del ventrículo izquierdo se denomina bicúspide (mitral).

**Figura 2.2** Cavidades cardiacas

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw.

**Figura 2.3** Estructuras básicas del corazón

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

Las principales venas que llevan sangre y retornar sangre al sistema vascular son:

Vena cava superior: la cual lleva todo el retorno venoso de los miembros superiores y la cabeza hacia el corazón, hacia la aurícula derecha.

Vena cava inferior: la cual lleva todo el retorno venoso de la porción inferior del cuerpo hacia la aurícula derecha.

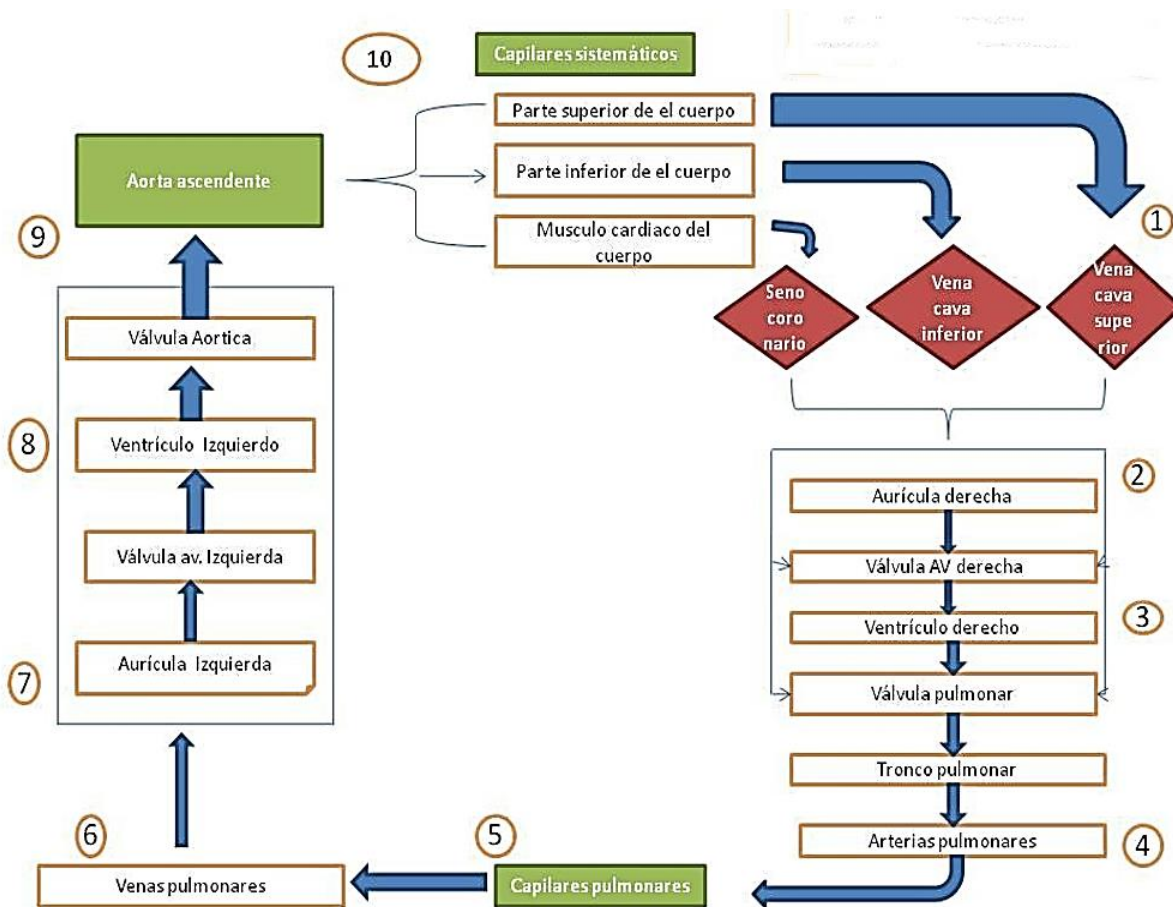
Venas pulmonares: son 4 venas que llevan sangre arterial u “oxigenada” (con una concentración mayor de O<sub>2</sub>) al corazón hacia la aurícula izquierda. Son las únicas venas del cuerpo que llevan sangre arterial.

Las principales arterias que llevan sangre y retornar sangre al sistema vascular son:

Arteria Aorta: Esta es la principal arteria del cuerpo ya que de esta se subdividen el resto de arterias del sistema cardiovascular, sale del ventrículo izquierdo y lleva sangre “oxigenada” (con una concentración mayor de O<sub>2</sub>) a la periferia.

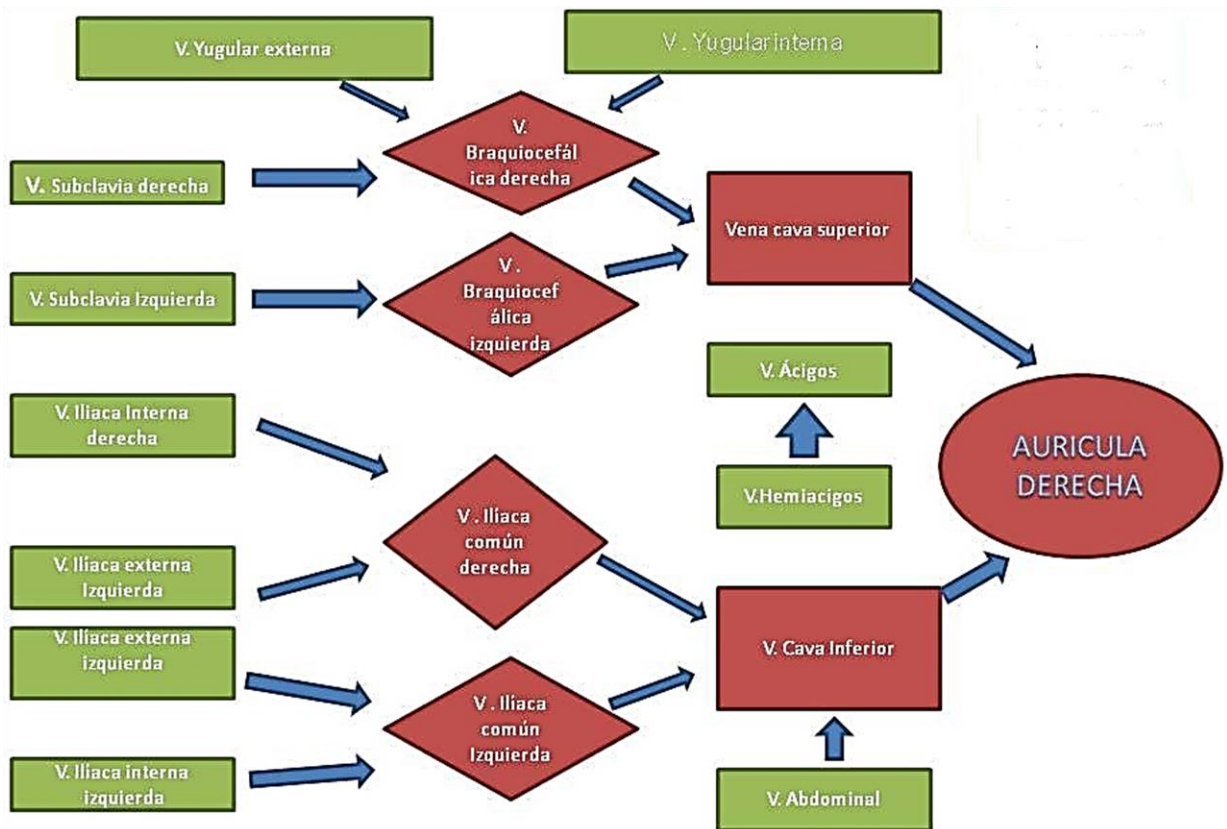
Arteria pulmonar: Sale del ventrículo derecho y se encarga de llevar la sangre venosa (con una concentración mayor de CO<sub>2</sub>) a los pulmones, es la única arteria del cuerpo que lleva sangre venosa.

**Figura 2.4** Diagrama de la circulación cardíaca



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

**Figura 2.5** Circulación venosa hacia la aurícula derecha



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

### Anatomía fisiológica del músculo cardíaco

El músculo cardíaco desde el punto de vista histológico es un tejido estriado involuntario, es decir, tiene la organización estructural en haces de fibras musculares, agrupadas en miofibrillas teniendo como base funcional al sarcómero.

Sin embargo, la característica principal es que es un tejido autoexcitable, ya que es imprescindible para su función biológica de bombeo sanguíneo sea autónomo.

### Actividad mecánica y eléctrica del corazón (ciclo cardíaco)

El latido cardíaco es una conjunción de integración tanto de impulsos electroquímicos sincronizados de manera armónica con la contracción de las cavidades cardíacas del corazón para realizar la eyección de flujo sanguíneo tanto a los pulmones como a la circulación periférica.

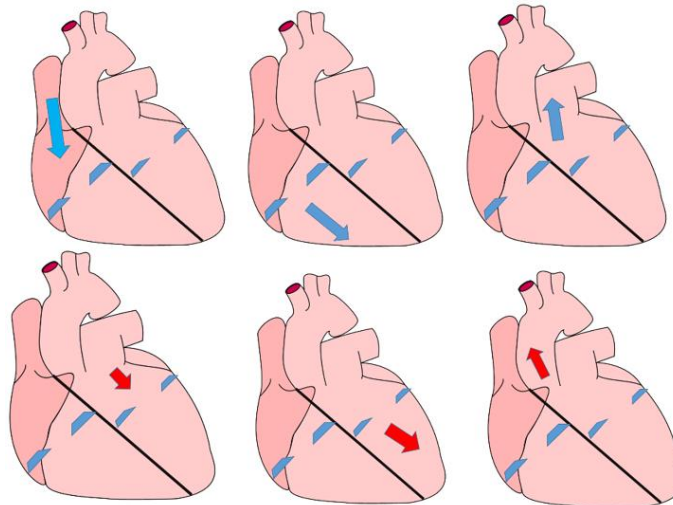
Para entender el ciclo cardíaco es importante conocer dos términos, Sístole que significa contracción del músculo cardíaco y Diástole que se refiere a distensión o relajación del músculo cardíaco.

El ciclo cardiaco se compone de 5 eventos claves:

- **Diástole auricular:** momento en el cual las cavidades auriculares se llenan de sangre proveniente en el caso de la aurícula derecha de la circulación periférica y sangre proveniente de la circulación pulmonar en el caso de la aurícula izquierda.
- **Apertura de las válvulas auriculoventriculares:** que es el momento en el que dichas válvulas se abren y dejan pasar la sangre hacia las cavidades posteriores que son los ventrículos.
- **Sístole auricular:** Una vez abiertas las válvulas auriculoventriculares, la sangre pasa de las cámaras ventriculares y un pequeño remanente de volumen sanguíneo es expulsado por parte de las contracciones de estas cavidades.
- **Diástole ventricular:** En el momento que el volumen sanguíneo empieza a llenar las cavidades ventriculares se considera el inicio de este evento.
- **Sístole ventricular:** Cuando las válvulas auriculoventriculares se cierran y la presión interventricular aumenta la eyección de sangre se da hacia los vasos sanguíneos que conectan a los ventrículos, para el ventrículo derecho la sangre se dirige hacia la vena pulmonar y para el ventrículo izquierdo hacia la arteria aorta.

## Ciclo Cardiaco

**Figura 2.6** Ciclo cardiaco. Inicio de la aurícula derecha



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Relación de los tonos cardiacos con el ciclo cardiaco

Los tonos cardiacos o ruidos cardiacos son sonidos que se logran percibir mediante técnica de auscultación, corresponden al movimiento de las válvulas cardiacas

Se subdivide en dos tonos cardiacos:

- Tono 1 (T1): corresponde al cierre de las válvulas auriculoventriculares.
- Tono 2 (T2): corresponde al cierre de las válvulas sigmoideas.

## Sistema de excitación especializado y de conducción del corazón

El corazón como se ha mencionado tiene la capacidad de ser autoexcitable, esto se debe a que cuenta con un sistema especial intrínseco al tejido cardiaco que se encarga de generar potenciales de acción que a su vez producen las contracciones cardiacas.

Este se compone de:

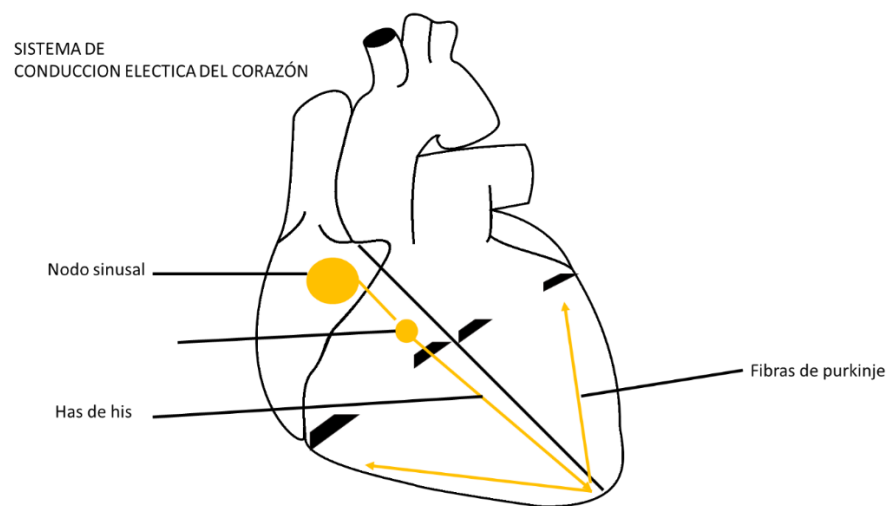
**Nodo Sinusal:** localizado en la pared de la aurícula derecha en la parte posterior superior y lateral de la misma de la aurícula justo bajo la apertura de la vena cava superior. Es el encargado de darle el ritmo cardiaco de 70 a 80 latidos por minuto al corazón.

**Nodo auriculoventricular:** Localizado justo en parte medial e inferior de la aurícula derecha, cerca del septo interauricular, se encarga de retransmitir las señales provenientes del nodo sinusal.

**El haz de his:** Estructura intracardiaca atrioventricular, que es una de las vías finales para llegar a estimular el miocardio.

**Fibras de Purkinje:** Es un tejido intramural que se encarga de transmitir los impulsos como parte final al miocardio.

**Figura 2.7** Partes del sistema de conducción eléctrica del corazón

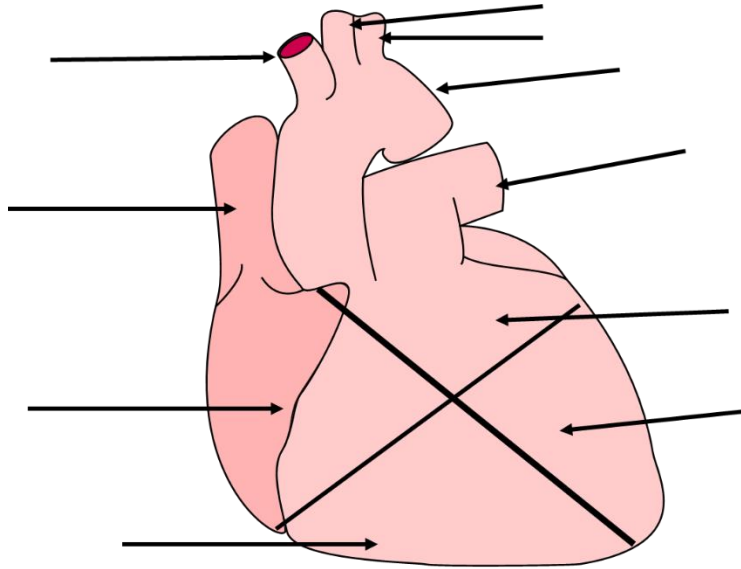


Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Actividades

Identifica las estructuras básicas de las imágenes que se presentan a continuación.

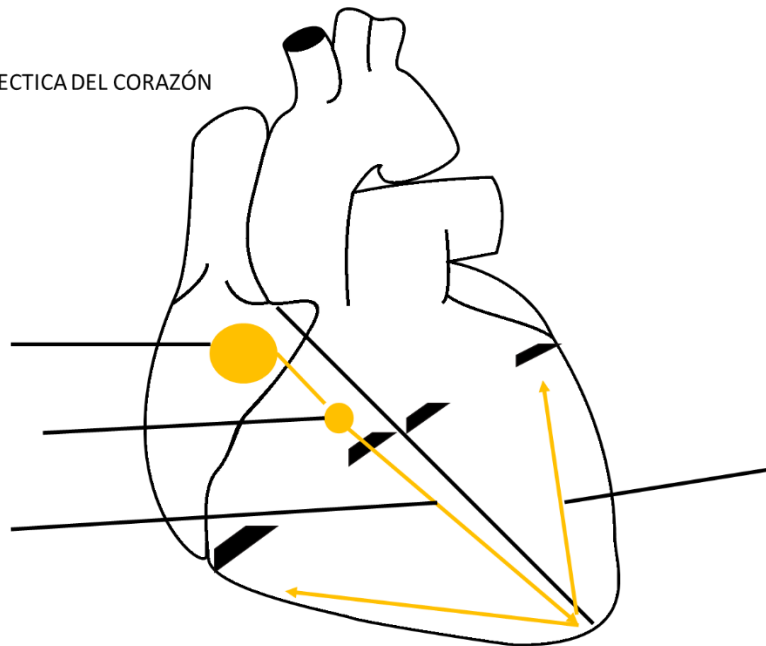
**Figura 2.8** Cavidades cardiacas



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

**Figura 2.9** Partes del sistema de conducción eléctrica del corazón

SISTEMA DE  
CONDUCCION ELECTICA DEL CORAZÓN



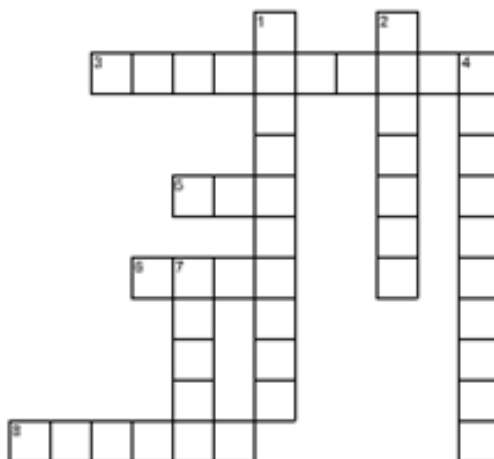
Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw



## Crucigrama

Resuelva el siguiente crucigrama

**Figura 2.10** Crucigrama sobre el sistema cardiovascular



### Horizontal

- 3. Válvula aurículoventricular izquierda
- 5. Prefijo que significa "músculo"
- 6. Vena que llega a aurícula derecha
- 8. Válvula aurículoventricular derecha

### Vertical

- 1. Venas que llegan a la aurícula izquierda
- 2. Nodo que marca el ritmo del corazón
- 4. Capa interna del corazón
- 7. Arteria que sale del ventrículo izquierdo

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Sopa de letras

Busque palabras relacionadas con el sistema cardiovascular

**Figura 2.11** Sopa de letras sobre el sistema cardiovascular

V	Z	H	M	L	Q	D	A	B	F	X	Q	I	A	Q	A	S
E	E	P	K	I	S	N	O	P	Y	H	O	X	I	V	L	I
W	I	N	A	W	T	W	R	K	Q	U	G	M	J	K	S	S
B	L	J	A	U	A	R	T	E	R	I	A	S	J	O	Y	T
Y	B	E	C	S	X	A	A	K	Z	N	W	G	D	Y	S	O
W	T	O	V	A	L	V	U	L	A	S	A	E	J	N	F	L
D	I	A	S	T	O	L	E	X	L	B	F	H	X	E	E	E
C	A	V	A	Y	V	U	L	E	A	T	T	Y	U	T	C	K
Y	U	D	S	T	S	E	G	F	I	U	L	A	V	C	O	G
F	I	F	R	A	E	A	N	K	M	K	W	A	V	V	X	N
O	X	A	U	G	L	D	G	T	U	S	E	N	Q	G	O	M
Y	E	Y	Z	M	H	L	I	E	R	Y	F	H	A	D	Q	Y
T	R	I	C	U	S	P	I	D	E	I	W	Z	A	T	Y	D
Q	L	L	O	A	X	E	R	E	G	N	C	T	M	G	O	I
E	B	T	B	M	X	I	E	D	Z	Y	Y	U	E	J	U	Q
K	E	D	M	O	X	E	Y	X	F	C	T	J	L	S	E	Y
Z	U	A	U	R	I	C	U	L	A	O	P	L	J	O	C	G

Válvulas  
Aurícula  
Cava  
Aorta  
Tricúspide

Arterias  
Venas  
Diástole  
Mitral  
Ventrículo

Sístole

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write

## Referencias

Castillo R, Anelo J, Fernández-Berrocal P. Regulación emocional y variabilidad de la frecuencia cardiaca en directivos varones sanos. *Revista Española de Cardiología*. 2014;66(9):753-754.

Erazo C, Gonzalez m. Caracterización del método continuo según la frecuencia cardiaca en el entrenamiento de marchistas adolescentes [Internet]. *Revistas.uptc.edu.co*. 2016 [cited 9 June 2016]. Available from: <http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/shs/article/view/5999>

Gamboa Granados M, Solera Herrera A. Efecto agudo de dos intensidades de ejercicio aeróbico sobre la presión arterial en reposo de personas normotensas. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2014;7(3):101-105.

García Niebla L, Cuenca Arce E. Controversias actuales sobre las lipoproteínas de alta densidad [Internet]. *Scielo.sld.cu*. 2016 [cited 9 June 2016]. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1560-43812015000100014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812015000100014)

Miranda A, Rotta A. Medidas del corazón en nativos de la altura. *Anales de la Facultad de Medicina*. 2014;27(2):49.

Rosenblat M. Efectos de la Distribución de la intensidad del Entrenamiento sobre el Rendimiento de Resistencia - Una Revisión Sistemática de Estudios Controlados Aleatorizados [Internet]. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE). 2016 [cited 9 June 2016]. Available from: <https://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-resistencia/articulos/efectos-de-la-distribucion-de-la-intensidad-del-entrenamiento-sobre-el-rendimiento-de-resistencia-una-revision-sistemica-de-estudios-controlados-aleatorizados-1767>

Rowland T. Efectos de la Obesidad sobre la Función Cardíaca en Niños y Adolescentes: Una Revisión [Internet]. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE). 2017 [cited 9 June 2016]. Available from: <http://g-se.com/es/actividad-fisica-y-entrenamiento-en-ninos-y-adolescentes/articulos/efectos-de-la-obesidad-sobre-la-funcion-cardiaca-en-ninos-y-adolescentes-una-revision-926>

Steele J, Fisher J, McGuff D, Bruce-Low S, Smith D. El Entrenamiento de la Fuerza Hasta el Fallo Mejora la Aptitud Cardiovascular en Humanos: Revisión de las Respuestas Fisiológicas Agudas y Adaptaciones Fisiológicas Crónicas [Internet]. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE). 2016 [cited 9 June 2016]. Available from: <https://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/articulos/el-entrenamiento-de-la-fuerza-hasta-el-fallo-mejora-la-aptitud-cardiovascular-en-humanos-revision-de-las-respuestas-fisiologicas-agudas-y-adaptaciones-fisiologicas-cronicas-1818>

Torres C. Implicaciones educativas de los beneficios de la actividad físico-deportiva [Internet]. *Uhu.es*. 2016 [cited 9 June 2016]. Available from: <http://uhu.es/publicaciones/ojs/index.php/e-moti-on/article/view/2638>

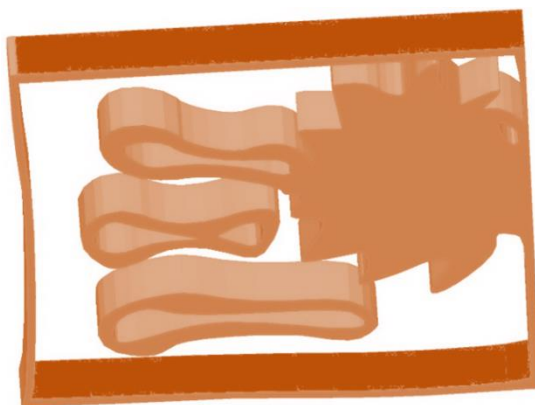
Villarroel Calero J. Influencia de un programa de preparación física sobre la variabilidad de indicadores del rendimiento competitivo del ciclista militar de montaña [Internet]. Repositorio.espe.edu.ec. 2016 [cited 9 June 2016]. Available from: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/9888>

## Capítulo 3 Fisiología sanguínea

### Objetivos del capítulo

- Identificar las principales funciones del tejido sanguíneo.
- Identificar la celularidad del tejido.
- Conocer la formación de hematíes.
- Conocer los principales grupos sanguíneos.

**Figura 3.1** Representación de células sanguíneas



Fuente: Elaboración propia

### Generalidades del tejido sanguíneo

La sangre es un tejido conectivo desde la perspectiva histológica, de acuerdo a esta clasificación, es un tejido que conecta con otras estructuras. La sangre como tal, lleva nutrientes a todas las partes del cuerpo para que otros órganos realicen sus funciones vitales. Indispensable en transporte de sustancias de desecho o productos del metabolismo que igualmente se encuentran dentro de este tejido. Además, es el encargado de transportar las moléculas de  $O_2$  y  $CO_2$  para la respiración celular, la cual genera energía para todo el cuerpo.

### Elementos formes y plasma

La sangre se puede dividir en 2 componentes principales. Los elementos formes, que son todas las células que componen la sangre y el plasma, que es la matriz extracelular en la cual están embebidas dichas células. Los elementos formes son:

- Eritrocitos: Constituyen la mayor cantidad de células del tejido sanguíneo, siendo la cantidad normal aproximadamente de 4 a 5 millones por  $ml^3$ . En relación a su estructura son células que carecen de núcleo y tienen una morfología de disco biconcavo, lo que les permite ser flexibles a momento de atravesar capilares. Su función principal es la de transportar en su interior el  $O_2$  para llevarlo a los tejidos, para ello cuentan con la molécula de hemoglobina que se encarga de “enganchar” al oxígeno en sus cadenas peptídicas.

- Leucocitos: Son los encargados de mantener al organismo libre de infecciones por bacterias hongos y virus, junto con otros órganos se les denomina sistema inmunológico, el valor normal de estas células en general oscila entre 5 a 10 mil por microlitro. Estos se subdividen a su vez como de estirpe mieloide y estirpe linfoide, los de estirpe mieloide son:
  - Neutrófilos.
  - Eosinófilos.
  - Basófilos.

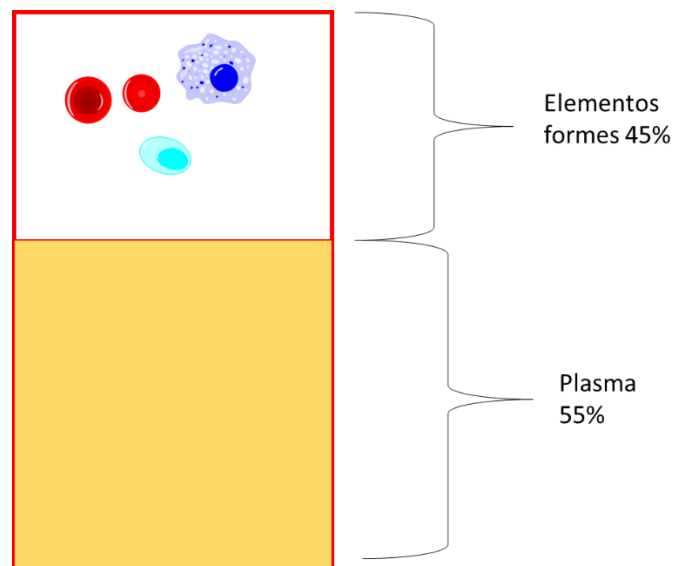
**Los de estirpe linfoide son:**

- Linfocitos: T y B.
- Monocitos.
- Plaquetas o trombocitos: estas no son un tipo de célula como tal, pues provienen de la fragmentación a nivel medular de una célula precursora, el megacariocito. Sin embargo, en su interior tienen sustancias que favorecen la coagulación sanguínea, indispensable para evitar hemorragias internas. Su valor normal oscila entre 150 a 400 mil por microlitro.

Plasma: Constituido en su mayoría por agua, es el responsable de darle soporte a la celularidad del tejido. Dentro de él se encuentran nutrientes esenciales, algunos gases disueltos, metabolitos y electrolitos.

Es importante diferenciar entre plasma y suero, ya que el suero es el remanente que queda después de que las proteínas plasmáticas que se encargan de la coagulación se han agotado.

**Figura 3.2** Composición de la sangre



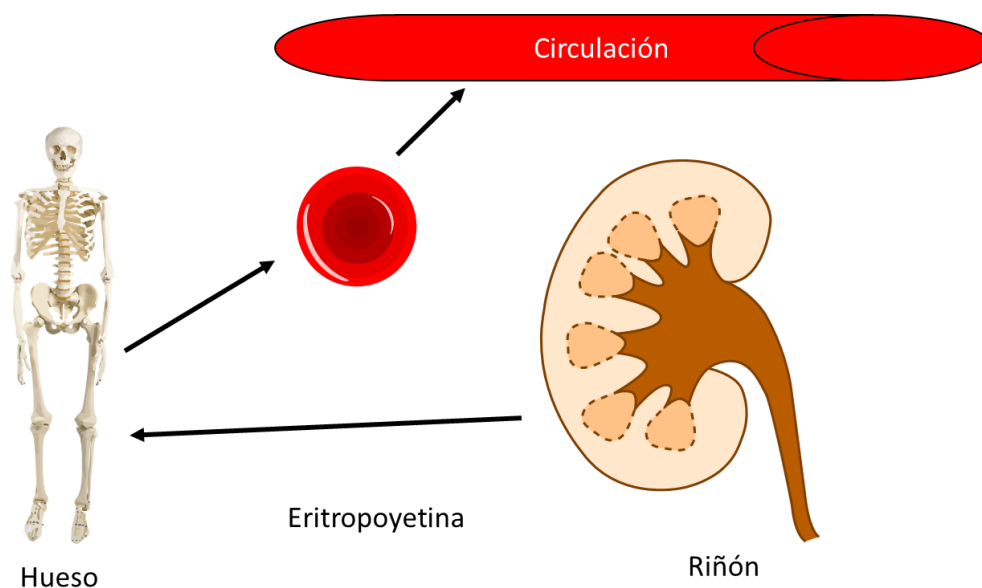
Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Hematopoyesis

El término *hematopoyesis* se compone de un prefijo, *hem* o *hemato* que significa *sangre* y el sufijo *poye* o *poyesis* que significa *formar*, de tal manera que este concepto hace referencia a la formación de todas las células la sangre.

Sin embargo, se debe diferencia entre la linfopoyesis y la eritropoyesis, ya que el primer término se refiere a la producción de la serie leucocitaria y el ultimo hace alusión a la formación de eritrocitos como tal.

**Figura 3.3** Producción de eritrocitos



Fuente: Adaptado en Openoffice Draw de <http://www.iberdidac.org/news/didaciencia/EsqueletoHumanoA10-5.jpg>

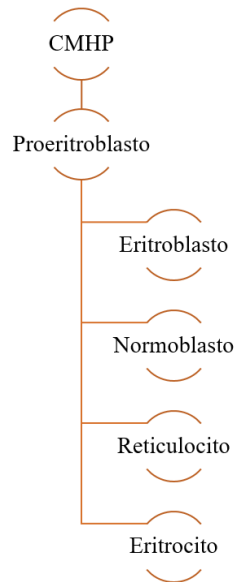
El tejido sanguíneo se produce en la medula ósea roja, la cual se encuentra ubicada dentro del organismo en las epífisis de los huesos largos, sin embargo, los huesos irregulares como la pelvis contribuyen de manera muy importante aportando una gran cantidad de elementos formes a la sangre.

## Eritropoyesis

Como se mencionó previamente, la eritropoyesis abarca la formación de eritrocitos dentro del cuerpo. Para que esta se lleve a cabo se requiere de una hormona producida en el riñón, la eritropoyetina, esta molécula es un estímulo poderoso para que las unidades formadoras de colonias de eritrocitos empiecen a trabajar, sin embargo, no es el único estímulo que se requiere para aumentar la producción de eritrocitos, niveles bajos de oxígeno en la sangre también estimula la formación de estos elementos.

Este proceso de maduración conlleva una serie de pasos que van desde célula madre hematopoyética pluripotencial (CMHP), hasta la transformación en eritrocito, en esta travesía el hemátide pierde su núcleo, empieza la producción de hemoglobina y adquiere su forma bicóncava:

**Figura 3.4** Eritropoyesis



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

### Grupo sanguíneo y factor Rh

Los grupos sanguíneos están determinados por antígenos de superficie en la membrana eritrocitaria, de tal forma que existe una gran cantidad de estos antígenos. Sin embargo, los que presentan reacciones inmunológicas más severas de tipo transfusional son los que representa la clasificación de los tipos de sangre los cuales son los grupo “A, B, AB y O”. A los antígenos de superficie se les denomina aglutinógenos, entonces una persona del grupo “A”, tendrá aglutinógenos “A” en la membrana de sus eritrocitos, una persona de grupo sanguíneo “B” tendrá aglutinógenos tipo “B” en la membrana de sus eritrocitos, una persona “AB” tendrá ambos. Sin embargo, cuando nos referimos al grupo “O” la regla cambia, pues estas personas no tienen aglutinógenos en sus eritrocitos de allí también que sea conocido como grupo cero “0”.

Como es un sistema mediado por el sistema inmunológico, así como existen los antígenos de superficie eritrocitaria, también existen los anticuerpos eritrocitarios en el plasma sanguíneo de cada persona, a estos se les denomina aglutininas, ya que cuando reaccionan con el antígeno para el cual están diseñados a atacar aglutinan a los eritrocitos que los contengan.

Las personas forman aglutininas para antígenos que sus eritrocitos no tienen, por ejemplo: una persona grupo “A”, tendrá aglutininas tipo “B”, ya que, si tuviera aglutininas tipo “A”, estas atacarían a sus propios eritrocitos.

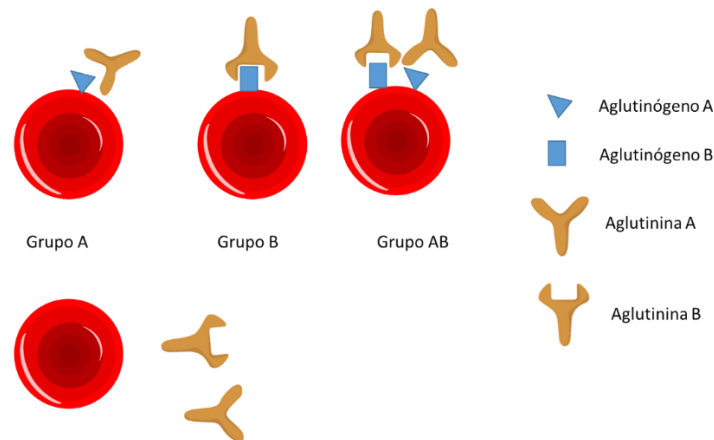


**Tabla 3.1** Proteínas de grupo sanguíneo

	Grupo A	Grupo B	Grupo AB	Grupo O
aglutinógeno	A	B	A y B	Ninguno
aglutinina	B	A	ninguna	A y B

Fuente: Elaboración propia en Openoffice write

### Grupos sanguíneos, aglutinógenos y aglutininas

**Figura 3.5** Aglutininas y aglutinógenos de los grupos sanguíneos

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

### Factor Rh

El factor Rh, también se maneja de manera similar a los grupos sanguíneos, si la persona es Rh+ quiere decir que tiene el antígeno de superficie en la membrana de sus eritrocitos y si es Rh – es que no lo tiene. El aglutinógeno Rh también es conocido como “D”. De igual manera existen aglutininas anti Rh o anti- D.

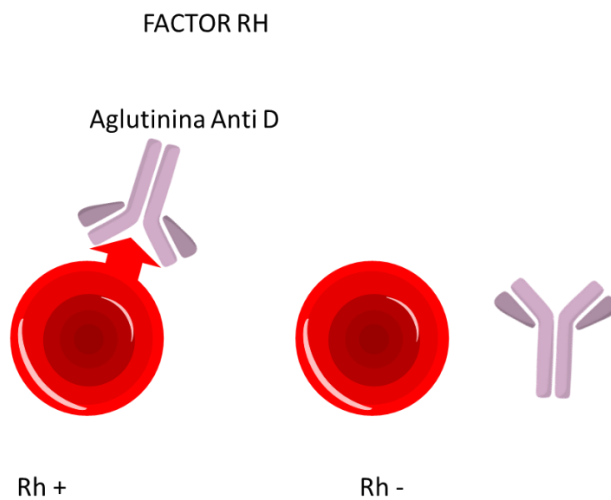
Es importante señalar que este factor es responsable de una respuesta antigénica grave, sobre todo cuando existe incompatibilidad sanguínea entre una madre gestante y su embrión, pues desde el punto de vista genético, la probabilidad de heredar este antígeno de padre a hijo es alta, de tal manera que si una mujer es Rh negativo y procrea un hijo con un hombre Rh positivo, el producto o embrión podría tener Rh positivo en sus eritrocitos lo que conllevaría a que las aglutininas anti Rh provenientes del plasma de la madre lo atacaran. De igual manera cabe destacar que la incompatibilidad sanguínea solo se da cuando la madre es Rh negativo, todas las demás combinaciones no tan graves para el embrión o incluso inofensivas.

**Tabla 3.2** Factor Rh en sangre

	Rh positivo	Rh negativo
aglutinógeno	Presente	Ausente
aglutinina	Ninguna	Anti – D presente

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write

**Figura 3.6** Aglutininas y aglutinógenos de los grupos sanguíneos



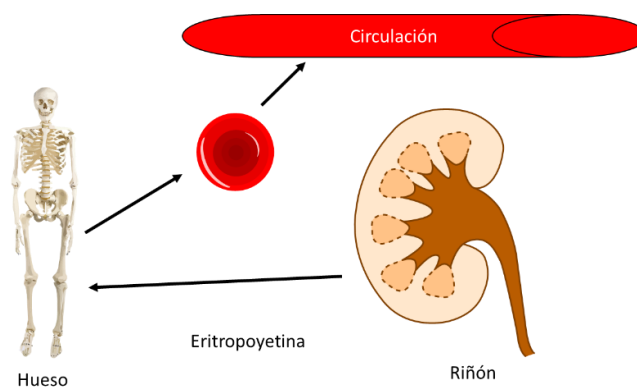
Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Actividades

Identificación de imágenes

Describe brevemente la imagen que se le presenta a continuación:

**Figura 3.7** Producción de eritrocitos



Fuente: Adaptado en Openoffice Draw de <http://www.iberdidac.org/news/didaciencia/esqueletohumanoa10-5.jpg>

---



---



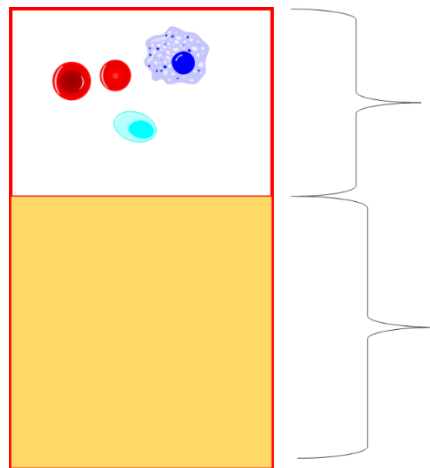
---



---

Describe brevemente la imagen que se le presenta a continuación:

**Figura 3.8** Composición de la sangre



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

---

---

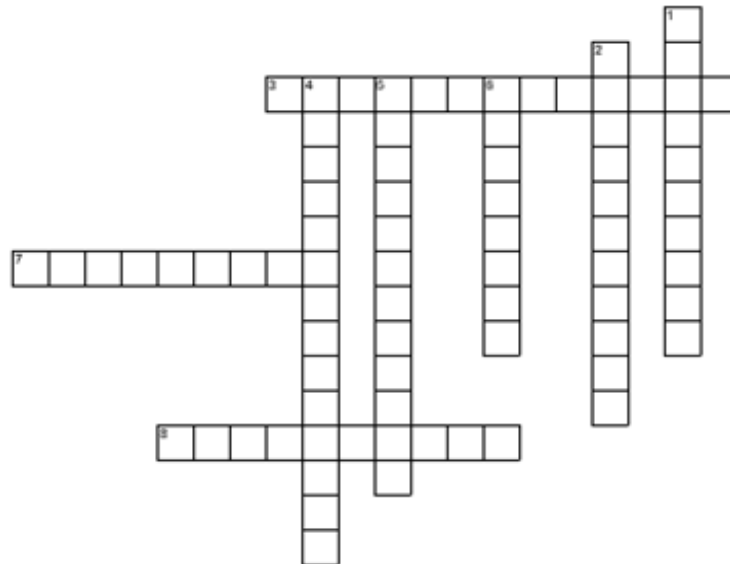
---

---

## Crucigrama

Resuelva el siguiente crucigrama

**Figura 3.9** crucigrama sobre el tejido sanguíneo



### Horizontal

- 3. Proceso de formación de hemátides
- 7. Célula que se encarga de la defensa del organismo
- 8. Anticuerpo en la sangre relacionado con los grupos sanguíneos

### Vertical

- 1. Célula bicóncava que transporta Oxígeno
- 2. Molécula especializada en transportar Oxígeno
- 4. Hormona que se produce en el riñón y ayuda a formar eritrocitos
- 5. Antígeno de superficie del eritrocito
- 6. Célula que se encarga de la coagulación sanguínea

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Sopa de letras

Busque palabras relacionadas con el tejido sanguíneo

**Figura 3.10** Sopa de letras sobre el tejido sanguíneo

M	H	M	J	W	J	S	J	G	M	E	W	J	Q	E	I	E
O	O	Z	W	M	O	I	Y	Y	E	R	A	U	A	O	O	Y
S	P	N	S	I	V	V	P	X	G	I	T	A	U	H	O	E
B	A	S	O	F	I	L	O	L	A	T	E	N	N	O	E	G
H	S	S	D	C	K	R	I	X	C	R	E	O	J	L	U	C
Z	E	I	E	W	I	E	A	B	A	O	R	O	F	E	C	N
R	M	M	E	A	T	T	G	I	R	P	I	I	C	U	H	E
H	M	E	A	E	Y	Y	O	E	I	O	T	O	T	C	R	C
K	A	I	K	T	N	W	O	E	O	Y	R	A	L	O	B	C
S	A	E	I	N	O	I	Q	B	C	E	O	A	B	C	B	I
A	L	S	E	E	B	P	R	M	I	T	C	A	J	I	I	Y
N	F	O	G	R	O	Q	O	J	T	I	I	P	U	T	N	K
G	U	R	C	C	B	G	E	Y	O	N	T	A	I	O	V	P
R	P	V	F	Z	Q	T	M	E	E	A	O	H	U	P	U	N
E	L	E	U	C	O	P	O	Y	E	S	I	S	G	G	D	F
C	T	K	I	N	E	U	T	R	O	F	I	L	O	E	E	U
P	L	A	Q	U	E	T	A	E	X	Z	I	S	U	B	U	G

Megacariocito  
Hematopoyesis  
Sangre  
Neutrófilo  
Plaqueta

Eritropoyetina  
Leucocito  
Eritrocito  
Leucopoyesis  
Monocito

Basófilo

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write

## Referencias

Alayash A. Blood substitutes: why haven't we been more successful? [Internet]. *cell*. 2015 [cited 2 February 2016]. Available from: [http://www.cell.com/trends/biotechnology/fulltext/S0167-7799\(14\)000353?\\_returnURL=http%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0167779914000353%3Fshowall%3Dtrue](http://www.cell.com/trends/biotechnology/fulltext/S0167-7799(14)000353?_returnURL=http%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0167779914000353%3Fshowall%3Dtrue)

Basu D, Kulkarni R. Overview of blood components and their preparation [Internet]. *Indian Journal of Anesthesia*. 2014 [cited 2 February 2016]. Available from: <http://www.ijaweb.org/article.asp?issn=0019-5049;year=2014;volume=58;issue=5;spage=529;epage=537;aulast=Basu>

Kim M, Yan J, Wu W, Zhang G, Zhang Y, Cai D. Rapid linkage of innate immunological signals to adaptive immunity by the brain-fat axis. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. *Pesquisa.bvsalud.org*. 2016 [cited 3 March 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-25848866>

MacHale D. *The blood*. 1st ed. New York, NY: Aladdin; 2014.

Mantel C, O'Leary H, Chitteti B, Huang X, Cooper S, Hangoc G et al. Enhancing Hematopoietic Stem Cell Transplantation Efficacy by Mitigating Oxygen Shock. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. *Pesquisa.bvsalud.org*. 2015 [cited 3 March 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26073944>

Nishikami Y, Konishi T, Omoda R, Aihara Y, Oyaizu K, Nishide H. Oxygen-enriched electrolytes based on perfluorochemicals for high-capacity lithium–oxygen batteries [Internet]. *Journal of Materials Chemistry A*. 2014 [cited 2 February 2016]. Available from: <http://pubs.rsc.org/-/content/articlelanding/2015/ta/c5ta02219c#!divAbstract>

Peng Y, Li W, Wen X, Li Y, Hu J, Zhao L. Effects of salt substitutes on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials [Internet]. *The american journal of clinical nutrition*. 2014 [cited 2 February 2016]. Available from: <http://ajcn.nutrition.org/content/100/6/1448.short>

Szempruch A, Sykes S, Kieft R, Dennison L, Becker A, Gartrell A et al. Extracellular Vesicles from *Trypanosoma brucei* Mediate Virulence Factor Transfer and Cause Host Anemia. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. *Pesquisa.bvsalud.org*. 2016 [cited 3 March 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26771494>

Tipton C, Fucile C, Darce J, Chida A, Ichikawa T, Gregoretti I et al. Diversity, cellular origin and autoreactivity of antibody-secreting cell population expansions in acute systemic lupus erythematosus. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. *Pesquisa.bvsalud.org*. 2015 [cited 3 March 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26006014>

Yi T, Li J, Chen H, Wu J, An J, Xu Y et al. Splenic Dendritic Cells Survey Red Blood Cells for Missing Self-CD47 to Trigger Adaptive Immune Responses. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2015 [cited 3 March 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26453377>

## Capítulo 4 Fisiología respiratoria

### Objetivos del capítulo

- Identificar las estructuras básicas del aparato respiratorio.
- Identificar el proceso de inspiración y espiración.
- Conocer los centros respiratorios principales.

**Figura 4.1** Representación del sistema respiratorio



Fuente: Elaboración propia

### Generalidades del aparato respiratorio

El sistema respiratorio se encarga de extraer oxígeno de la atmósfera e ingresarlo al cuerpo para llevar a cabo funciones metabólicas, que conllevan a la formación de ATP para obtener energía y poder realizar otras funciones en el cuerpo, además que se encarga de eliminar el  $\text{CO}_2$  que producen las células de todos los tejidos orgánicos, que de no ser eliminadas correctamente podrían ocasionar fallas multiorgánicas. Junto con los riñones regulan y mantienen el equilibrio del pH sanguíneo.

### Anatomía fisiológica del aparato respiratorio

Se le conoce coloquialmente como árbol bronquial, pues al mirar una imagen del mismo semeja un árbol invertido, donde la tráquea es el tronco y el resto del sistema junto con los pulmones forman el follaje del mismo.

El órgano principal de este sistema son los pulmones, de igual manera existe un conjunto de estructuras tubulares con diferentes características histológicas a lo largo de su trayecto, conocido como tracto respiratorio, aunque todas forman un solo camino que lleva el aire hacia el interior de cuerpo, así como canalizan la salida de  $\text{CO}_2$ . Este se divide en vía área superior e inferior.

La vía área superior está constituida por:

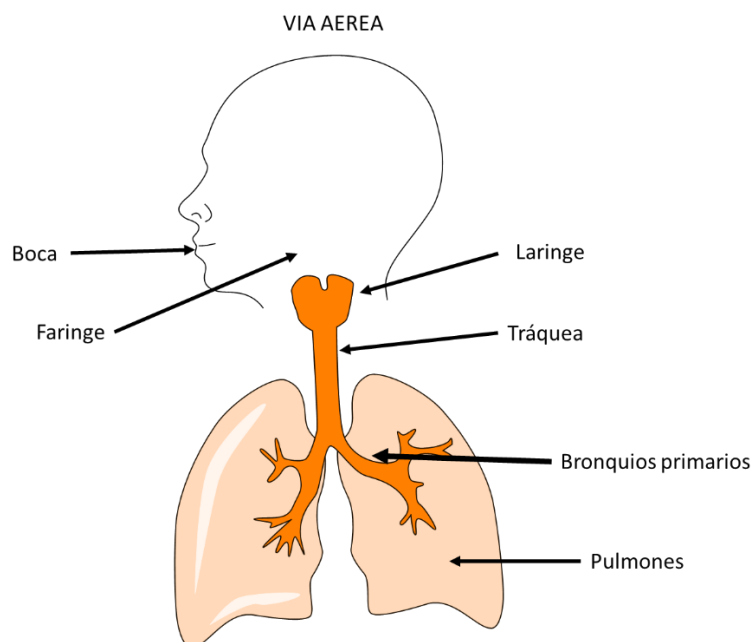


- Nariz: donde se encuentran las fosas nasales, estas están equipadas con uno tipo de pelo grueso, conocidos como *vibrisas*, estos evitan que partículas macroscópicas penetren en los pulmones.
- Faringe: la cual es importante pues conecta la vía aérea con el tracto gastrointestinal.
- Laringe: esta instaurada entre la faringe y la tráquea, contiene las cuerdas bucales esenciales para el habla.

Vías aéreas inferiores:

- Tráquea: es una estructura constituida desde el punto histológico por cartílagos anulares en forma de herradura, orientados con la apertura de dicha “herradura” hacia la parte posterior, contiguos al esófago, por tener una constitución cartilaginosa no es depresible, atributo importante al momento del paso del flujo aéreo.
- Bronquios: A excepción de los bronquios primarios, el resto de los bronquios están inmersos en los pulmones, tienen características similares a la tráquea, ya que están constituidos de cartílago.
- Bronquiolos: Son parte del parénquima pulmonar, sin embargo, la diferencia principal entre las otras partes de la vía aérea es que sus paredes se constituyen de musculo liso, lo que les permite tener broncodilatación (aumento de la luz bronquial) o broncoconstricción (disminución de la luz bronquial) para regular el flujo de aire que llega a los alveolos.
- Alveolo: Son la porción terminal del árbol bronquial, son estructuras huecas en forma de sacos, es en las paredes del alveolo donde se realiza propiamente dicho el intercambio gaseoso.

**Figura 4.2** Estructuras básicas del sistema respiratorio



Fuente: Adaptado de: <http://img.dxycdn.com/upload/2012/03/04/56/99763277.jpg>

## Mecánica de la ventilación pulmonar

La ventilación se compone de dos fases:

La inspiración y la expiración, las cuales deben estar sincronizadas para lograr un equilibrio entre el aire que sale y entra. El ciclo respiratorio normal es de entre 15 a 20 respiraciones por minuto.

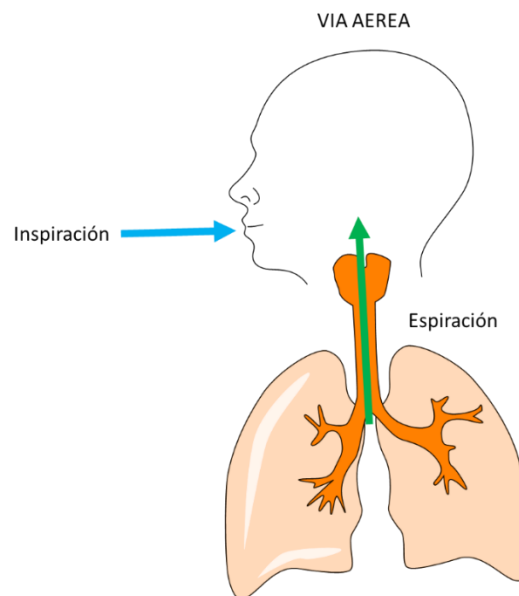
La inspiración es un proceso activo, requiere energía para lograrlo. Para que se lleve a cabo se deben activar músculos accesorios de la respiración, que cambian la presión intrapulmonar haciéndola más negativa lo que ocasiona el flujo hacia el interior.

Los músculos accesorios son:

- Escalenos
- Intercostales
- Diafragma: el cual se aplana para hacer espacio dentro de la cavidad torácica para la expansión de los pulmones en su interior.

La expiración por su parte es un proceso pasivo ya que la retracción y elasticidad de los tejidos junto con la presión positiva atmosférica, logrando la expulsión del flujo aéreo hacia el medio externo.

**Figura 4.3** Proceso de espiración e inspiración



Fuente: Adaptado de: <http://img.dxycdn.com/upload/2012/03/04/56/99763277.jpg>

## Control de la respiración (centros respiratorios)

La respiración puede ser voluntaria o involuntaria, pero normalmente es autónoma. Existen varios centros respiratorios:

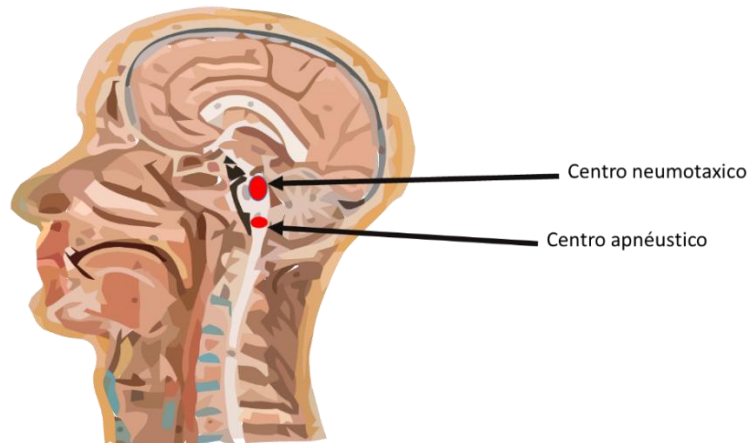
- Centro neumotáxico, parte rostral de la protuberancia
- Centro apnéustico, en la parte ventral
- Serie de centros bulbares (principales responsables del ritmo respiratorio).

Se ubican dentro del tallo cerebral, estos mandan impulsos por la fibra nerviosa a los músculos accesorios de la inspiración, generando su contracción rítmica.

A su vez cuando, en cada inspiración, los pulmones se han expandido, las terminaciones nerviosas fijas en los músculos lisos de los conductos pulmonares son estimuladas y envían impulsos nerviosos al centro respiratorio para iniciar la expiración.

La activación de estos centros está dada por la concentración sanguínea de  $O_2$ , pero principalmente la acumulación de  $CO_2$  a nivel sanguíneo, ya que este afecta directamente el pH. Cuando los impulsos neuroquímicos llegan a la corteza cerebral la respiración se hace consciente.

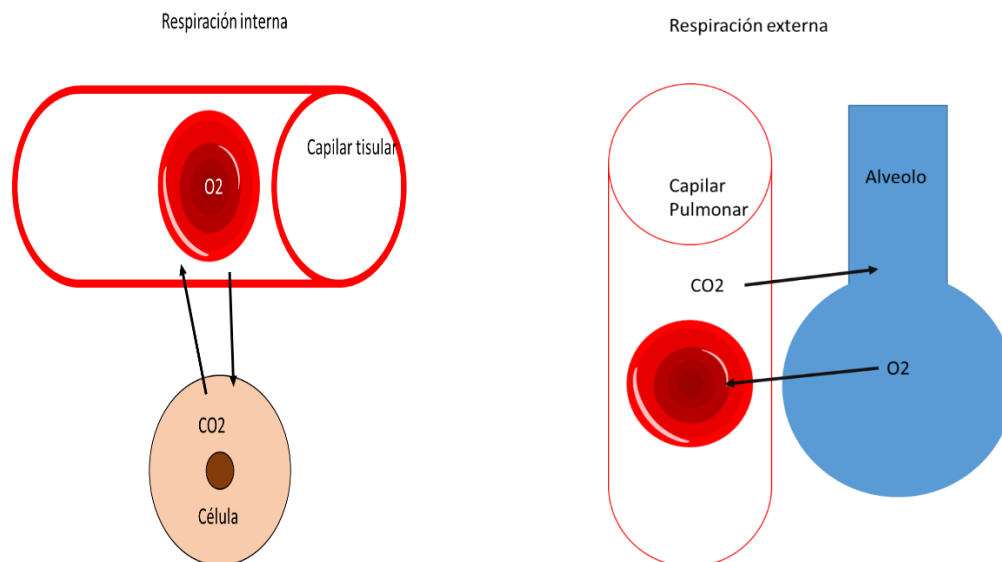
**Figura 4.4** Principales centros respiratorios cerebrales



Fuente: Vectorizado de: <http://www.shopanatomical.com/v/vspfiles/photos/ACC-JS6509-2.jpg>

## Intercambio gaseoso

El intercambio de gases como se mencionó previamente se da en el alveolo, la membrana alveolar junto con la pared del capilar pulmonar forma lo que se denomina membrana alveolo-capilar, la cual debe estar integra para una correcta difusión entre ambas partes, tanto la fase gaseosa en el alveolo, como la fase acuosa de la sangre. El intercambio de  $O_2$  y  $CO_2$  se da por diferencia de gradientes, ya que en el aire inspirado existe una concentración mayor de  $O_2$  que en la sangre venosa del capilar pulmonar, de igual manera en la sangre venosa existe una concentración mayor de  $CO_2$  que en el aire que existe en el alveolo, el resultado es la difusión de  $O_2$  hacia el capilar pulmonar y la difusión de  $CO_2$  hacia el alveolo pulmonar.

**Figura 4.5** Respiración interna y externa

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

### Cociente de ventilación-perfusión

Este término hace referencia a la cantidad de aire que penetra al pulmón y a la perfusión sanguínea que hay del mismo tejido. No todas las áreas del pulmón tienen la misma cantidad de ventilación y perfusión. De tal manera que los pulmones se dividen en tres zonas para ejemplificar esta relación.

- Las zonas apicales tienen una mayor ventilación en relación a la perfusión sanguínea.
- Las zonas mediales son las que mantienen un equilibrio tanto de difusión como de perfusión.
- Las zonas basales tienen una mayor perfusión que ventilación.

La explicación de esta diferenciación está dada por la física, ya que la presión atmosférica ejerce efecto en la sangre impidiendo que esta llegue eficientemente hacia las zonas apicales, por otra parte, el estado gaseoso del aire inspirado tiende a tener problemas para ventilar las zonas basales pulmonares. Sin embargo, existe un equilibrio entre estas 3 zonas, que lleva a mantener la homeostasis pulmonar.

### Transporte de Oxígeno y Dióxido de Carbono

Existen dos términos a considerar en este aspecto, el transporte de  $O_2$  y  $CO_2$  se da en dos partes sin embargo estos dos actos son parte de un ciclo. Al momento en que el  $O_2$  y el  $CO_2$  llega a los pulmones provenientes de la atmosfera se le llama respiración externa. Por otra parte, al proceso que se lleva a cabo cuando el  $O_2$  y  $CO_2$  están en los tejidos se denomina respiración interna.

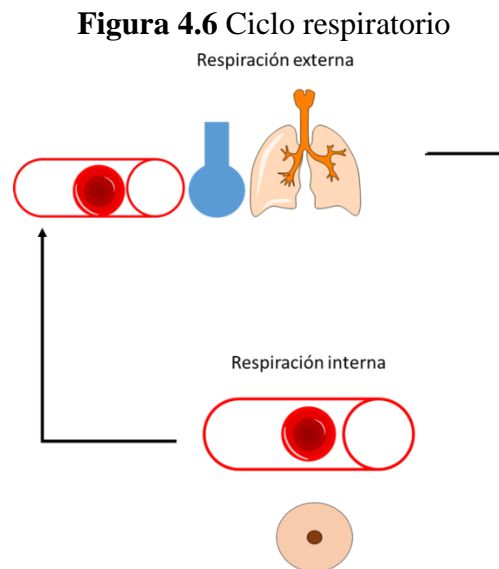
El transporte de los tejidos a los pulmones es diferente a como se da desde los pulmones hacia los tejidos.

### Transporte de dióxido de carbono

Cerca del 80% de  $\text{CO}_2$  es transportado disuelto en el plasma sanguíneo como  $\text{HCO}_3^-$ , ya que al momento de pasar de la célula hacia el tejido sanguíneo se transforma por acción de la enzima anhidrasa carbónica en  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , pues esta combina el  $\text{CO}_2$  con una molécula de  $\text{H}_2\text{O}$  para formar el compuesto mencionado, este se disocia en el plasma. Otra manera de transportarse es a través de la unión del  $\text{CO}_2$  con la molécula de hemoglobina para formar carboxihemoglobina, por último, una pequeña cantidad de este viaja tal cual como dióxido de carbono. Al llegar a los capilares pulmonares se lleva a cabo el efecto contrario y este difunde hacia el alveolo.

### Transporte de Oxígeno

El transporte de  $\text{O}_2$  del capilar pulmonar hacia los tejidos se da en un 95% a través de la unión del oxígeno con la molécula de hemoglobina que se encuentra en los eritrocitos, una vez en el tejido este difunde hacia las células y el ciclo se repite.



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

### Equilibrio Acido- Base pulmonar

La concentración de iones hidrogeniones dentro de la sangre debe mantenerse constante, la respiración afecta dicha concentración, ya que el dióxido de carbono se puede transformar en un ácido débil, el ácido carbónico, el cual cede hidrogeniones al plasma lo que afecta directamente el pH sanguíneo, si no se elimina dióxido de carbono entonces se acumula a nivel sanguíneo, esto repercute en la disminución del pH haciéndolo más ácido, viceversa, si se elimina más, entonces disminuye en sangre y esto eleva el pH sanguíneo haciendo lo más alcalino.

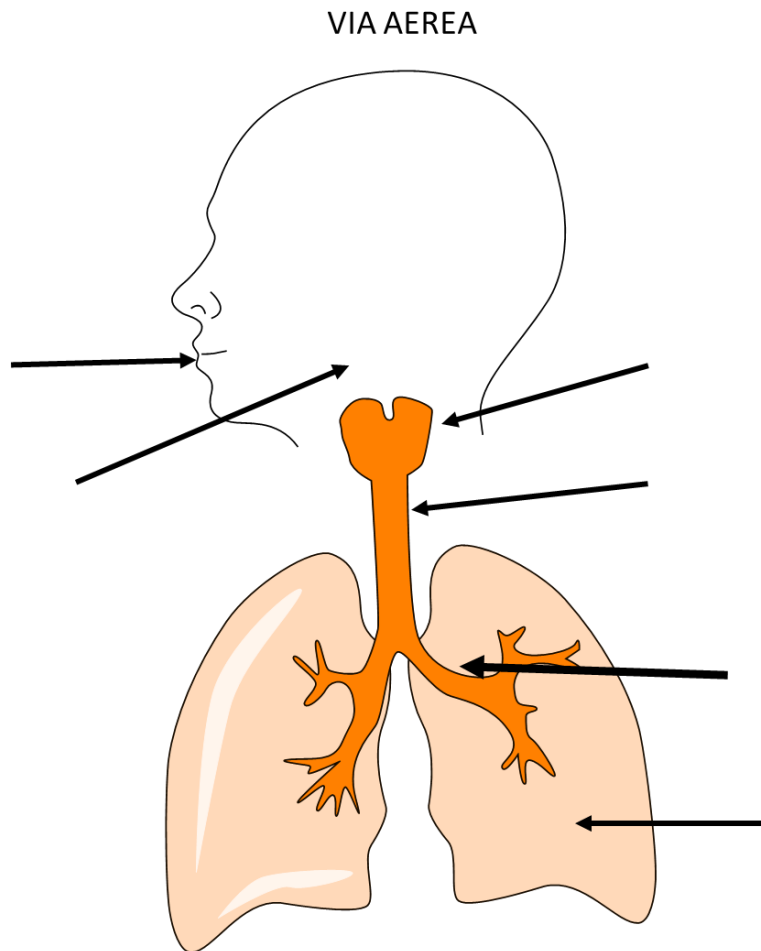
**Tabla 4.1** Variación de pH según niveles de CO<sub>2</sub>

Nivel de CO <sub>2</sub> sanguíneo	pH sanguíneo
Al	Mas acido
Bajo	Mas alcalino

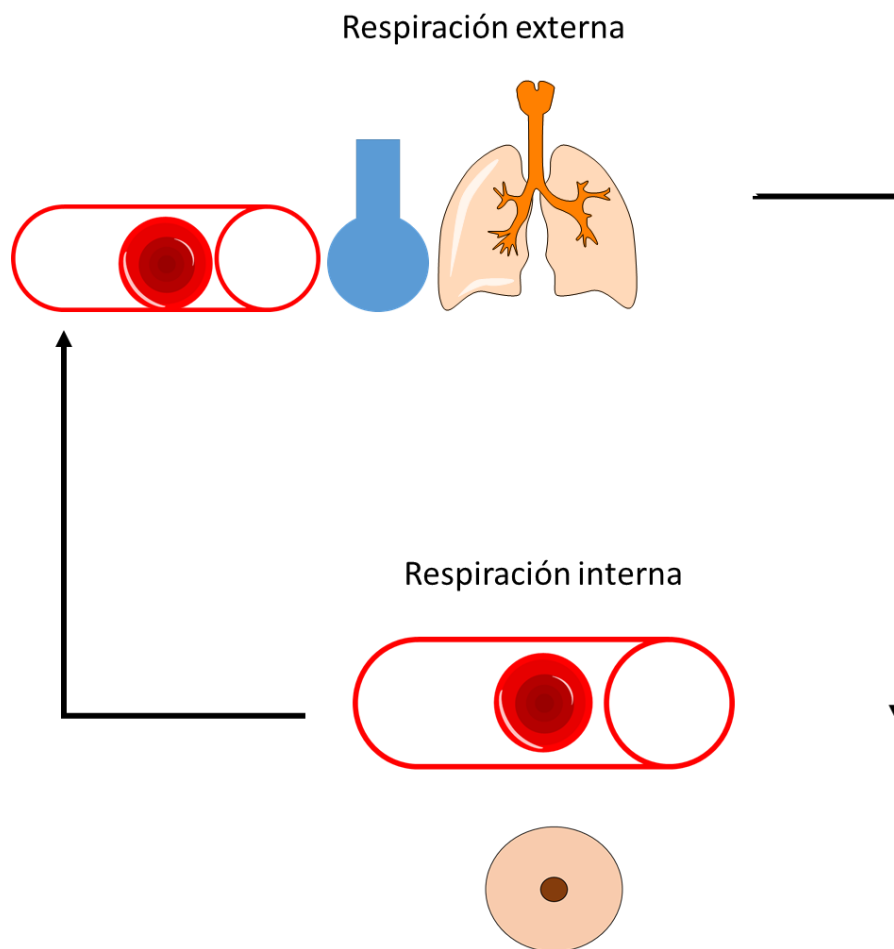
Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write

### Actividades

Identifique las siguientes estructuras

**Figura 4.7** Estructuras básicas del sistema respiratorio

Fuente: Adaptado de: <http://img.dxycdn.com/upload/2012/03/04/56/99763277.jpg>

**Figura 4.8** Ciclo respiratorio

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

Describe brevemente la imagen de arriba

---

---

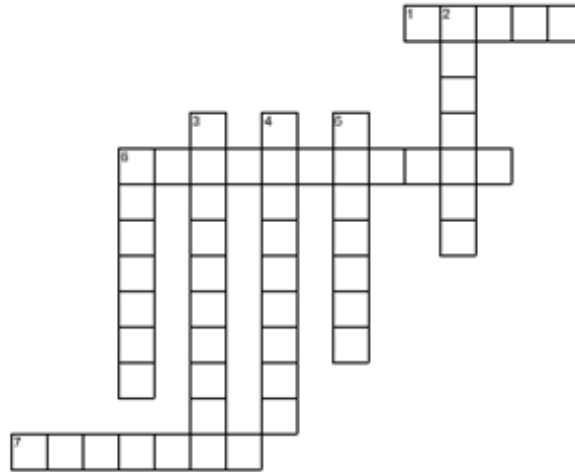
---

---

## Crucigrama

Resuelva el siguiente crucigrama

**Figura 4.9** Crucigrama sobre el sistema respiratorio



### Horizontal

1. Lugar del cerebro donde se localizan los centros respiratorios
6. Proceso activo que lleva aire al interior del cuerpo
7. Respiración que se da entre capilar tisular y células

### Vertical

2. Saco donde se da el intercambio de gases
3. Proceso pasivo que saca el aire del cuerpo
4. Músculo que separa la cavidad torácica de la abdominal
5. Parte del árbol bronquial que tiene las cuerdas vocales
6. Respiración que se da entre el alvéolo y el capilar pulmonar

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw



## Sopa de letras

Busque palabras relacionadas con el sistema respiratorio

**Figura 4.10** Sopa de letras sobre el sistema respiratorio

V	V	A	I	Q	M	B	V	G	P	M	I	G	A	E	O	I
O	O	V	M	Q	P	H	E	D	A	A	U	F	X	U	M	E
E	U	C	A	T	A	A	N	L	Q	P	O	Y	E	M	I	I
U	X	V	C	W	O	A	T	K	Y	E	C	B	J	A	K	C
C	P	N	Y	Q	Y	D	I	S	C	R	W	G	U	C	C	O
B	F	E	A	E	E	S	L	B	I	F	N	Z	X	Y	C	F
F	N	C	E	Y	G	G	A	A	A	U	M	U	W	I	Y	V
T	A	X	W	L	U	W	C	B	R	S	Y	E	F	T	B	H
R	A	R	J	W	U	Z	I	S	R	I	W	I	E	U	R	I
A	R	V	I	W	P	I	O	H	I	O	N	H	U	E	O	U
Q	I	I	F	N	U	Q	N	E	A	N	N	G	F	U	N	A
U	I	B	F	H	G	E	Z	A	X	L	V	Q	E	P	Q	W
E	T	I	E	M	I	E	O	W	Z	M	V	T	U	Q	U	E
A	W	R	X	M	S	Y	J	I	J	F	V	E	G	I	I	Q
Z	I	S	B	M	X	C	F	U	P	Y	Z	A	O	X	O	H
L	V	A	H	E	M	O	G	L	O	B	I	N	A	L	L	O
R	S	S	E	S	U	Z	Z	Y	E	W	P	E	X	Y	O	M

Faringe	Alvéolo
Tráquea	Laringe
Ventilación	Perfusión
Vibrisas	Hemoglobina
Bronquiolo	Bronquio

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write

## Referencias

Chang R, Strohlic D, Williams E, Umans B, Liberles S. Vagal Sensory Neuron Subtypes that Differentially Control Breathing. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2015 [cited 12 March 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-25892222>

Denney L, Byrne A, Shea T, Buckley J, Pease J, Herledan G et al. Pulmonary Epithelial Cell-Derived Cytokine TGF- $\beta$ 1 Is a Critical Cofactor for Enhanced Innate Lymphoid Cell Function. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2014 [cited 11 March 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26588780>

Gyamfi-Bannerman C, Thom E, Blackwell S, Tita A, Reddy U, Saade G et al. Antenatal Betamethasone for Women at Risk for Late Preterm Delivery. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2016 [cited 13 June 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26842679>

McGeachie M, Yates K, Zhou X, Guo F, Sternberg A, Van Natta M et al. Patterns of Growth and Decline in Lung Function in Persistent Childhood Asthma. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2016 [cited 13 June 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-27168434>

Roy M, Livraghi-Butrico A, Fletcher A, McElwee M, Evans S, Boerner R et al. Muc5b is required for airway defence. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2015 [cited 11 March 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-24317696>

Siegel S, Weiser J. Mechanisms of Bacterial Colonization of the Respiratory Tract. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2015 [cited 11 March 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26488280>

Slütter B, Pewe L, Kaech S, Harty J. Lung airway-surveilling CXCR3(hi) memory CD8(+) T cells are critical for protection against influenza A virus. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2014 [cited 11 March 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-24238342>

Whitsett J, Alenghat T. Respiratory epithelial cells orchestrate pulmonary innate immunity. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2015 [cited 11 March 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-25521682>

Woodruff P, Barr R, Bleeker E, Christenson S, Couper D, Curtis J et al. Clinical Significance of Symptoms in Smokers with Preserved Pulmonary Function. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2016 [cited 12 June 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-27168432>

Zhao J, Zhao J, Mangalam A, Channappanavar R, Fett C, Meyerholz D et al. Airway Memory CD4(+) T Cells Mediate Protective Immunity against Emerging Respiratory Coronaviruses. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2014 [cited 11 March 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-27287409>

## Capítulo 5 Fisiología Renal

### Objetivos del capítulo

- Identificar las estructuras básicas del riñón.
- Identificar partes de la nefrona.
- Conocer el proceso de formación de orina,
- Conocer el mecanismo hormonal de la regulación de la presión sanguínea.

**Figura 5.1** Representación de un riñón



Fuente: Elaboración propia

### Generalidades del aparato renal

Los riñones son dos órganos en forma de habichuela (frijol), situados retroperitonealmente en la región lumbar dentro de la cavidad abdominal, contienen un hilio renal, por el cual pasan la arteria y la vena renal, así como la pelvis renal.

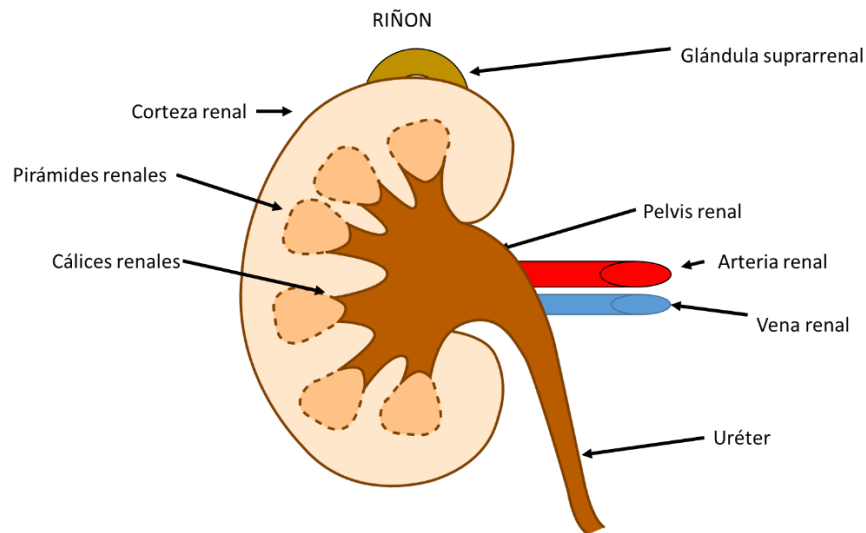
La función principal de estos órganos es la de eliminar sustancias de desecho del cuerpo, como son la urea y la creatinina, moléculas producidas por el metabolismo proteico. De igual manera, los riñones junto con el sistema respiratorio son los encargados de controlar el pH sanguíneo, además a través de mecanismos hormonales e hidrostáticos se encarga de regular el volumen plasmático, lo que conlleva a la regulación de la presión arterial.

## Anatomía fisiológica del aparato renal

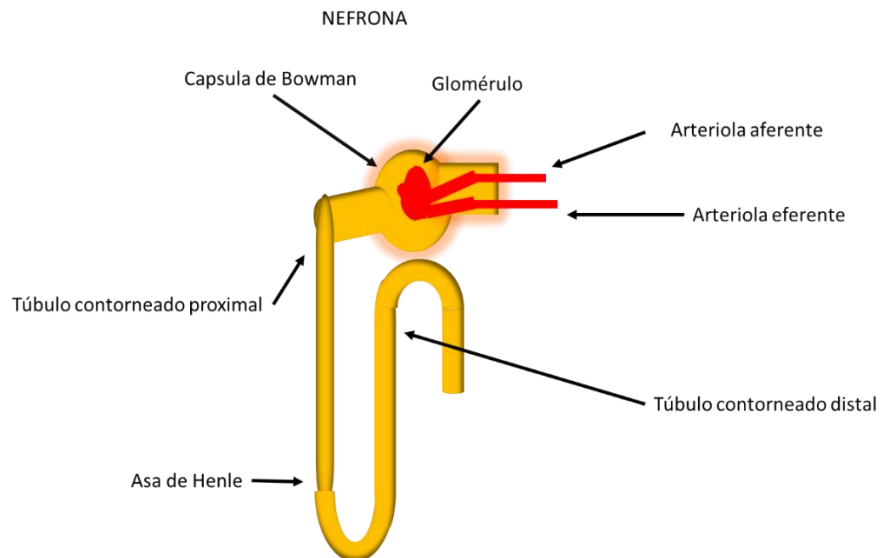
La unidad funcional de los riñones es la nefrona, compuesta por varias estructuras que tienen como fin el realizar el proceso de filtración, reabsorción y secreción.

A continuación, se describen brevemente estas estructuras:

- **Arteriola Aferente:** Esta se encarga de llevar el flujo sanguíneo hacia la nefrona.
- **Glomérulo:** La arteriola aferente se transforma en esta estructura, es un capilar modificado, con fenestraciones (agujeros), esenciales para realizar el proceso de filtración, ya que el tamaño de dichos “agujeros” es el que determina el paso o no de sustancias hacia el filtrado glomerular.
- **Arteriola Eferente:** Después de que el glomérulo filtra la sangre, se transforma en esta arteriola, importante señalar que esta composición del entramado arterial es una excepción en el cuerpo, ya que en la circulación sistémica general la secuencia es Arteriola-Capilar-Vénula. En la nefrona se observa Arteriola-Capilar-Arteriola.
- **Cápsula de Bowman:** Esta rodea al ovillo glomérulo-renal y es la aceptora de filtrado glomerular.
- **Túbulo contorneado proximal:** Sale de la capsula de Bowman, en su interior algunas moléculas que escapan en el filtrado se reabsorbe a lo largo de su trayecto, entre ellas se encuentran la glucosa y los aminoácidos.
- **Asa de Henle:** Se compone de 2 partes,
  - La porción descendente: Se encarga de reabsorber agua principalmente y secreción de urea.
  - La porción ascendente: se reabsorben principalmente iones como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Cl}^-$ .
- **Túbulo contorneado distal:** Junto con la porción ascendente del asa de Henle, presentan una estructura conocida como macula densa, la cual se encarga de regular con diversos factores hormonales la presión sanguínea. Esta última porción se encarga de concentrar aún más la orina, extrayendo agua del ultra filtrado formado, aquí es donde actúa la hormona aldosterona para realizar el efecto descrito.

**Figura 5.2** Estructuras básicas del sistema urinario

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

**Figura 5.3** Estructuras básicas del sistema urinario

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

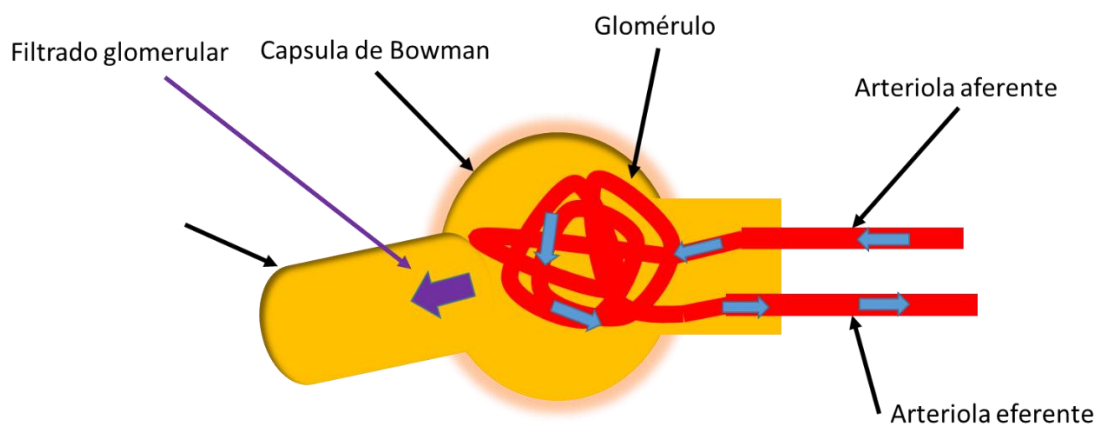
### Filtración glomerular, flujo sanguíneo renal y su función

El riñón con se ha mencionado tiene diversas funciones, una de estas funciones es el proceso de filtración dentro de la nefrona que tiene como objetivo separar las macromoléculas, células y otras partículas de los compuestos de excreción que incluso pueden ser tóxicos para el cuerpo si no se eliminan por esta vía.

Depende de la presión arterial, el volumen sanguíneo existente, incluso de la vasodilatación o vasoconstricción de las arteriolas aferentes y eferentes. Estos procesos están ligados y en conjunto logran producir un filtrado constante. Este proceso empieza cuando la sangre entra al riñón y llega a través de la arteriola aferente hacia el glomérulo, la diferencia de presiones intra y extraglomerulares producen una difusión neta hacia la cápsula de Bowman.

Otro factor que influye en la creación del filtrado es el tamaño, ya que las células sanguíneas no pasan nunca hacia la cápsula, tampoco compuestos macromoleculares como lo son, polipéptidos y polisacáridos, a menos que exista una patología que así lo permita, las sustancias que pasan la membrana glomerular son los iones como, sodio, potasio y cloro entre otros. Cuando el volumen sanguíneo aumenta el filtrado glomerular también lo hace, debido a que esto aumenta la presión hidrostática general, viceversa cuando el volumen sanguíneo disminuye el filtrado disminuye pues el cuerpo debe conservar la mayor cantidad de líquidos para evitar la falla cardíaca.

**Figura 5.4** Filtración glomerular



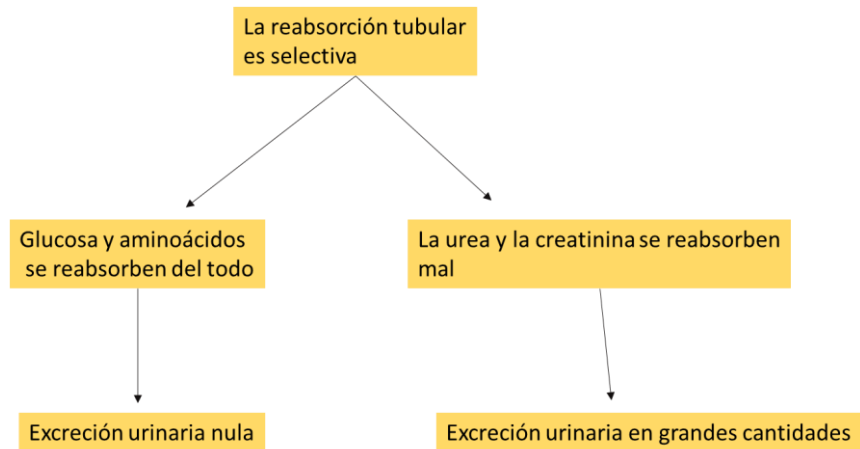
Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

### **Reabsorción y secreción tubular**

Estos dos últimos eventos son imprescindibles para formar la orina.

#### **Reabsorción tubular**

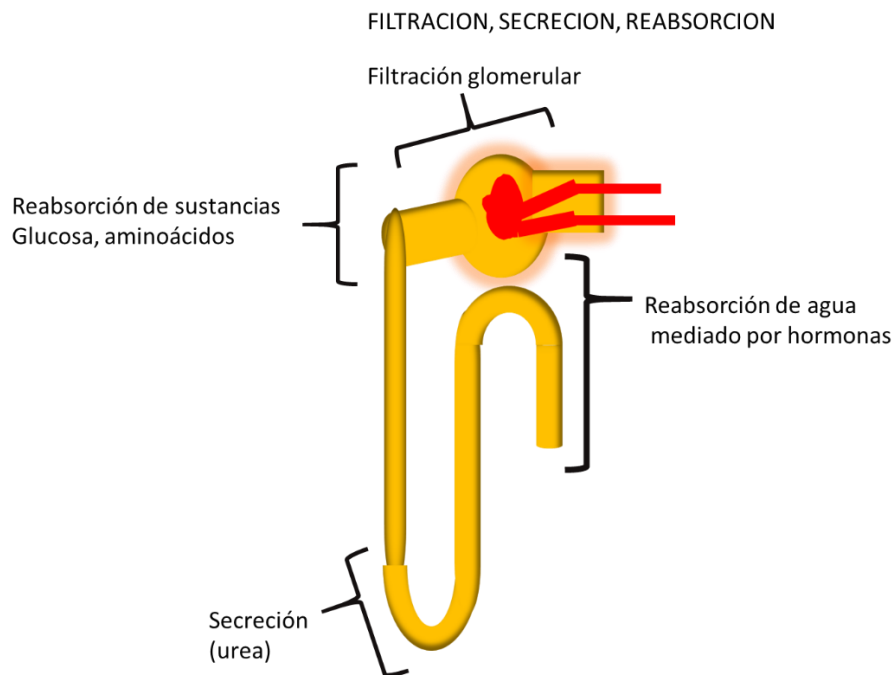
Como se ha mencionado es un proceso selectivo, en el cual si bien algunas moléculas pasan el filtrado son reabsorbidas en su totalidad pues son indispensables para el funcionamiento del cuerpo, como lo son la glucosa y los aminoácidos. Sin embargo, para la glucosa existe el umbral renal, este concepto habla de la cantidad en sangre que tiene que haber en la sangre y el punto en que se empieza excretar por orina, el valor tiene una variación individual, pero se aproxima a 150 a 160 mg/dl en sangre, quiere decir que, si una persona tiene más de 170 mg/dl como nivel sanguíneo, el riñón empezara a “tirar” el remanente por orina, pues no es capaz de reabsorber más de esa cantidad.

**Figura 5.5** Proceso de reabsorción tubular

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write

### Secreción tubular

Como se mencionó con la reabsorción tubular, la secreción tubular es un proceso activo, pues requiere de ATP para expulsar sustancias que se encuentran en el espacio peritubular y lograr así su eliminación del plasma sanguíneo, es importante porque algunas de estas sustancias como  $H^+$  y  $NH_4^+$  (protones y amonio) son responsables de mantener los niveles del pH en valores normales, de igual manera esto genera el valor de “acidez” de la orina, pues su valor normal de pH es de 6.

**Figura 5.6** Proceso de formación de orina

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw



## Regulación de la osmolaridad plasmática

Se define como osmolaridad plasmática como la concentración molar del conjunto de moléculas osmóticamente activas en un litro de plasma. Es decir, cualquier molécula que se encuentre dentro del plasma y desplace a una molécula de agua ejerce entonces efecto sobre los gradientes de concentración tan en el líquido intracelular y extracelular y por ende en el volumen hídrico del cuerpo, estas sustancias son por consiguiente moléculas osmóticamente activa. La glucosa junto con el  $\text{Na}^+$ , son activas y afecta directamente la osmolaridad.

Los valores normales de osmolaridad plasmática van de 275 a 295 mOsm/kg.

El riñón regula la cantidad de estas sustancias, excretándolas o no, cuando la osmolaridad llega a valores superiores a los normales, se activan mecanismos que producen una eliminación del plasma a través del riñón para disminuir este exceso, viceversa, cuando los niveles de osmolaridad están por debajo del nivel normal entonces el cuerpo trata de mantener los niveles, lo hace evitando la excreción de estas moléculas, principalmente el ion sodio es el que se ve involucrado en estos mecanismos contrarreguladores.

## Regulación hormonal del funcionamiento renal. (sistema renina - angiotensina - aldosterona)

Este sistema se encarga de mantener la presión arterial normal, para entenderlo se debe comprender que la presión arterial se mantiene gracias a 3 eventos dentro del organismo:

1. La frecuencia cardiaca.
2. La vasoconstricción arterial.
3. Volumen sanguíneo.

Cuando alguno falla, la presión descenderá o aumentara dependiendo el caso.

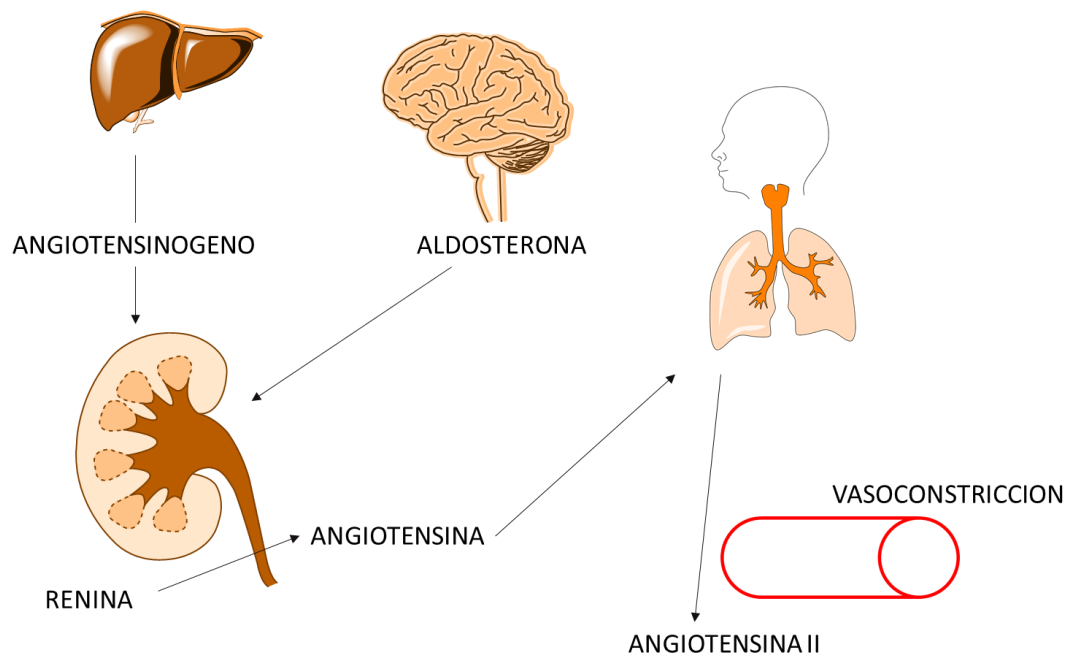
El sistema formado por este conjunto de hormonas y derivados proteicos afecta, la presión arterial y el volumen sanguíneo principalmente. Es un mecanismo homeostático que regula la presión arterial, es decir, logra mantener la presión arterial dentro de límites normales, los cuales son 120/ 80 mm/Hg.

Está compuesto por:

- **Renina:** Esta enzima es producida por las células yuxtaglomerulares del riñón, su sustrato es el angiotensinógeno, al cual lo transforma en angiotensina
- **Angiotensina:** Esta hormona tiene como precursor al angiotensinógeno, molécula de características polipeptídicas. Existen dos tipos de angiotensina la I y la II, la primera se forma en el riñón por acción de la enzima renina, después viaja por el torrente sanguíneo hasta llegar al pulmón donde es transformada por la enzima convertidora en angiotensina II, esta es un potente vasoconstrictor que afecta directamente la presión arterial.

- **Aldosterona:** Hormona sintetizada por la zona glomerular de la corteza suprarrenal que se encarga de regular el volumen sanguíneo variando los niveles de sodio plasmático por el riñón.
- **Adrenocorticotropa:** Es una hormona producida por hipófisis anterior que se encarga de estimular la producción de la hormona aldosterona por la glándula suprarrenal.

**Figura 5.7** Sistema renina-angiotensina-aldosterona

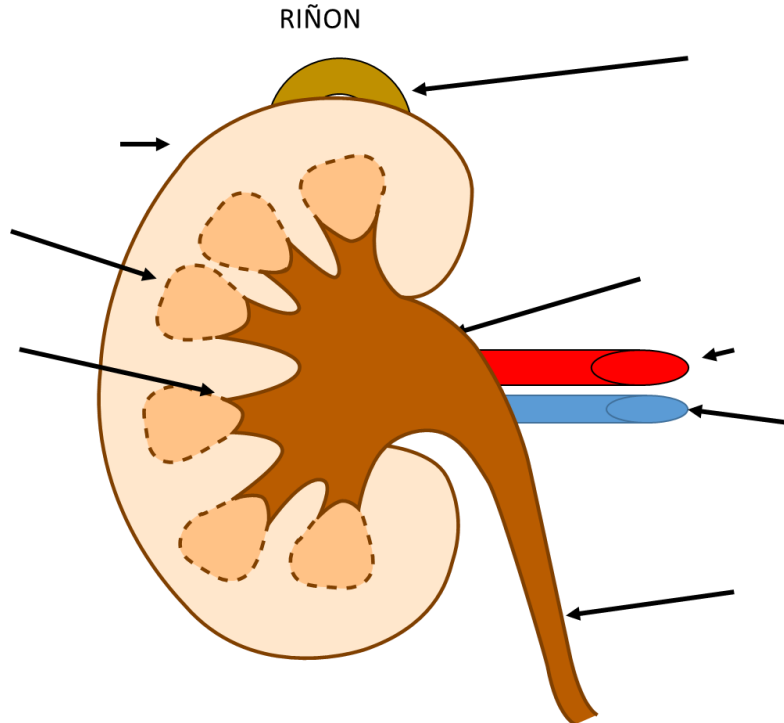


Fuente: Adaptado de: [http://www.macinchem.org/reviews/chembiodraw\\_12/cd\\_templates.png](http://www.macinchem.org/reviews/chembiodraw_12/cd_templates.png)

## Actividades

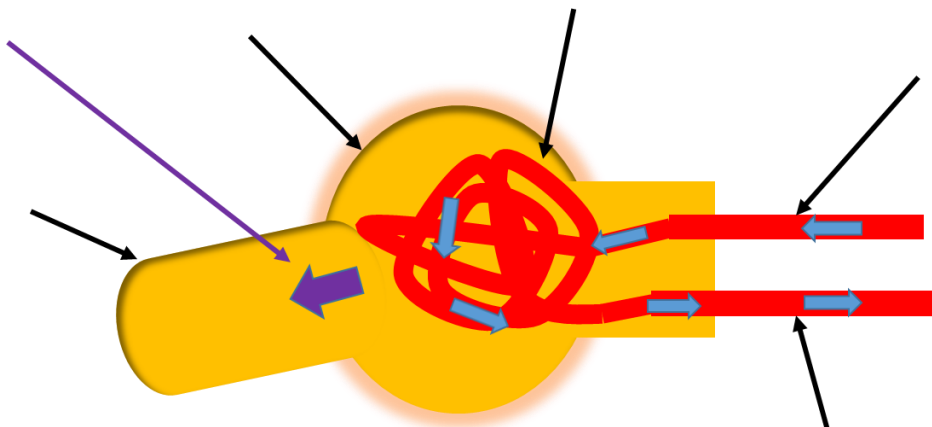
Identifique las estructuras básicas de las imágenes que se presenta a continuación:

**Figura 5.8** Estructuras básicas del sistema urinario



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

**Figura 5.9** Filtración glomerular

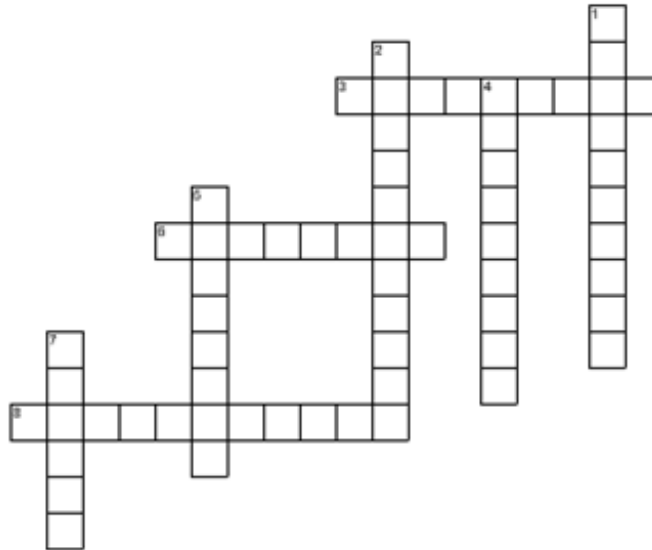


Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Crucigrama

Realice el siguiente crucigrama

**Figura 5.10** Crucigrama sobre el sistema urinario



### Horizontal

- 3. Capilar modificado con fenestraciones dentro de la nefrona
- 6. Arteriola que se encarga de sacar sangre de la nefrona
- 8. Sustancia muy vasoconstrictora

### Vertical

- 1. Primer paso para la formación de la orina
- 2. Hormona que regula la cantidad de agua en el cuerpo
- 4. Proceso que elimina sustancias a través de los túbulos
- 5. Arteriola que se encarga de llevar sangre hacia la nefrona
- 7. Enzima del riñón que transforma al angiotensinógeno

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Sopa de letras

Busque palabras relacionadas con el sistema urinario

**Figura 5.11** Sopa de letras sobre el sistema urinario

Y	R	E	A	B	S	O	R	C	I	O	N	B	E	Y	S	S
C	E	L	L	I	A	I	W	U	E	H	N	U	F	X	E	D
Y	S	U	D	Y	N	I	F	A	Y	E	V	A	X	B	I	E
J	I	B	O	E	G	H	K	Y	I	N	P	A	D	J	X	E
I	J	O	S	O	I	J	M	U	U	L	W	Q	S	U	J	Y
B	T	W	T	P	O	M	V	W	J	E	Y	M	A	A	H	F
H	N	M	E	F	T	H	Z	U	T	E	K	N	Y	T	K	U
A	F	A	R	I	E	I	T	C	E	I	L	U	M	U	I	E
S	F	N	O	R	N	I	U	L	R	S	J	L	S	O	F	E
A	E	D	N	H	S	Z	B	A	I	N	Y	W	E	W	Z	Y
S	C	C	A	A	I	H	U	A	Ñ	E	K	D	A	S	Y	K
R	P	S	R	L	N	A	L	Y	O	G	I	A	I	S	E	Y
Y	K	T	E	E	A	W	O	R	N	Y	K	O	S	W	W	E
S	O	R	B	T	C	K	T	R	I	G	U	O	L	V	R	D
T	D	E	Q	Z	F	I	L	T	R	A	C	I	O	N	Y	H
I	I	A	O	D	G	L	O	M	E	R	U	L	O	H	M	N
I	O	F	E	O	A	G	O	N	D	U	F	H	U	Z	C	D

Túbulo  
Bowman  
Asa  
Henle  
Riñón

Aldosterona  
Secreción  
Reabsorción  
Angiotensina  
Filtración

Glomérulo

**Fuente:** Elaboración propia en Openoffice Write

## Referencias

Andrukhoval O, Smorodchenko A, Egerbacher M, Streicher C, Zeitz U, Goetz R et al. FGF23 promotes renal calcium reabsorption through the TRPV5 channel. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. [Pesquisa.bvsalud.org](http://pesquisa.bvsalud.org). 2014 [cited 2 July 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-24434184>

Carlström M, Wilcox C, Arendshorst W. Renal autoregulation in health and disease. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. [Pesquisa.bvsalud.org](http://pesquisa.bvsalud.org). 2015 [cited 2 July 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-25834230>

Comprehensive molecular characterization of clear cell renal cell carcinoma. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. [Pesquisa.bvsalud.org](http://pesquisa.bvsalud.org). 2014 [cited 2 July 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-23792563>

Grams M, Sang Y, Levey A, Matsushita K, Ballew S, Chang A et al. Kidney-Failure Risk Projection for the Living Kidney-Donor Candidate. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. [Pesquisa.bvsalud.org](http://pesquisa.bvsalud.org). 2015 [cited 2 July 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26544982>

Kleyman T. Renal physiology: an evolving field. *AJP: Renal Physiology*. 2014;293(1):F1-F1.

Orandi B, Luo X, Massie A, Garonzik-Wang J, Lonze B, Ahmed R et al. Survival Benefit with Kidney Transplants from HLA-Incompatible Live Donors. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. [Pesquisa.bvsalud.org](http://pesquisa.bvsalud.org). 2016 [cited 2 July 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26962729>

Parker M, Boron W. The divergence, actions, roles, and relatives of sodium-coupled bicarbonate transporters. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. [Pesquisa.bvsalud.org](http://pesquisa.bvsalud.org). 2014 [cited 2 July 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-23589833>

Peti-Peterdi J, Kishore B, Pluznick J. Regulation of Vascular and Renal Function by Metabolite Receptors. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. [Pesquisa.bvsalud.org](http://pesquisa.bvsalud.org). 2016 [cited 2 July 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26667077>

Renal Section Young Investigator Award for Excellence in Renal Physiology. *AJP: Renal Physiology*. 2014;304(8):F1138-F1138.

Replacement of Renal Function by Dialysis. 1st ed. Springer Verlag; 2014.

## Capítulo 6 Fisiología del aparato digestivo

### Objetivos del capítulo

- Identificar estructuras básicas del sistema digestivo.
- Identificar los mecanismos principales de la formación de ácido clorhídrico.
- Conocer el mecanismo básico de absorción de nutrientes.
- Conocer los principales procesos enzimáticos en el tubo digestivo.

**Figura 6.1** Representación del aparato digestivo



Fuente: Elaboración propia

### Generalidades del aparato digestivo

El aparato digestivo es un órgano que se encarga de los procesos de digestión y absorción de los nutrientes esenciales para mantener un funcionamiento normal por parte del organismo.

Desde el punto de vista anatómico, el aparato digestivo es un órgano tubular que se extiende desde la boca hasta el ano, al cual se conectan órganos accesorios como lo son las glándulas salivales, hígado y páncreas, para verter sus componentes bioquímicos dentro de la luz tubular y ayudar al proceso de digestión y absorción. Las características histológicas varían en cada una de las regiones de este “tubo” ya que cada parte tiene funciones diferentes, aunque están relacionados íntimamente.

Las partes de las cuales se compone son:

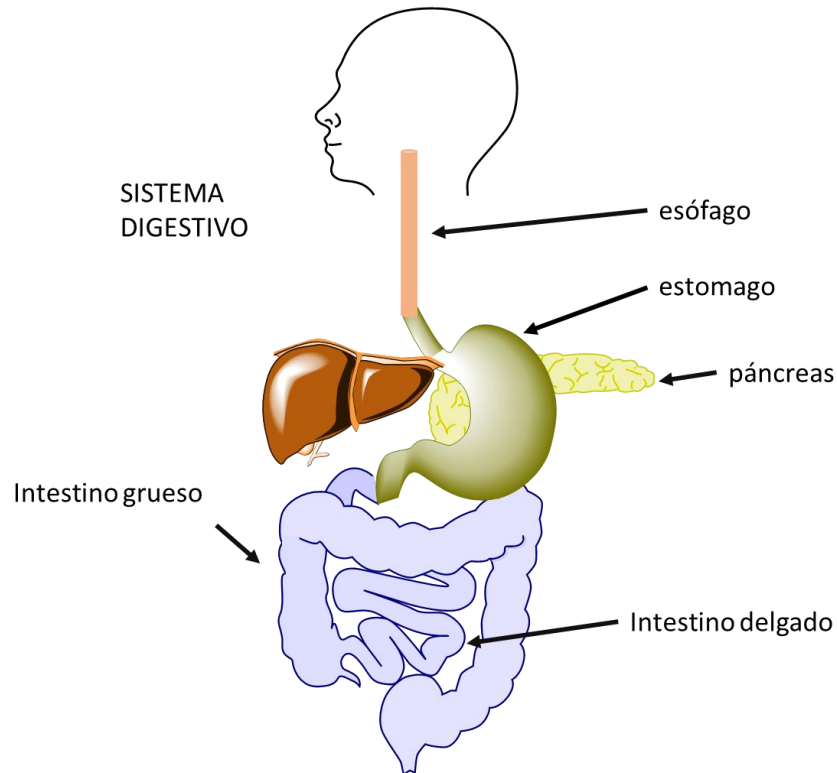
- **Boca:** Es la primera estructura del aparato, es la vía de entrada de los alimentos, su función es masticar e iniciar el proceso de digestión mecánica y química, en ella se secreta una enzima la amilasa salival, la cual empieza a degradar almidones dentro de la cavidad oral.
- **Faringe:** este punto es una vía de doble función, pues sirve para canalizar el aire hacia el árbol bronquial y por otra parte llevar el bolo alimenticio hacia el esófago.
- **Esófago:** Este inicia en la faringe y termina en la porción superior del estómago, la función principal es ser vía de paso para los alimentos.
- **Estomago:** Es una estructura sacular en forma de C invertida, aquí se secreta el ácido clorhídrico, compuesto químico primordial para la digestión de polipéptidos y almidones, además también secreta factor intrínseco gástrico, el cual es necesario para absorber vitamina B.
- **Intestino delgado:** Es la parte del aparato digestivo donde se da la absorción de nutrientes, dentro de él existen las vellosidades intestinales encargadas de dicha función.
- **Intestino grueso:** Se encarga de la reabsorción de agua, además que la microflora bacteriana produce sustancias como la vitamina K necesaria para la formación de factores de la coagulación sanguínea.

En este punto es importante hacer la diferenciación entre absorción y digestión.

- **Digestión:** constituye todos los procesos mecánicos y químicos (enzimas) por los cuales los macronutrientes se descomponen en sus moléculas bases, polisacáridos = monosacáridos, polipéptidos = aminoácidos, Triglicéridos = glicerol y ácidos grasos.
- **Absorción:** es el mecanismo por el cual las moléculas básicas, iones, compuestos nutricios y moléculas con características para ser absorbidas pasan de la luz intestinal hacia el torrente sanguíneo.



**Figura 6.2** Estructuras básicas del sistema digestivo



Fuente: Adaptado de: [http://www.macinchem.org/reviews/chembiodraw\\_12/cd\\_templates.png](http://www.macinchem.org/reviews/chembiodraw_12/cd_templates.png)

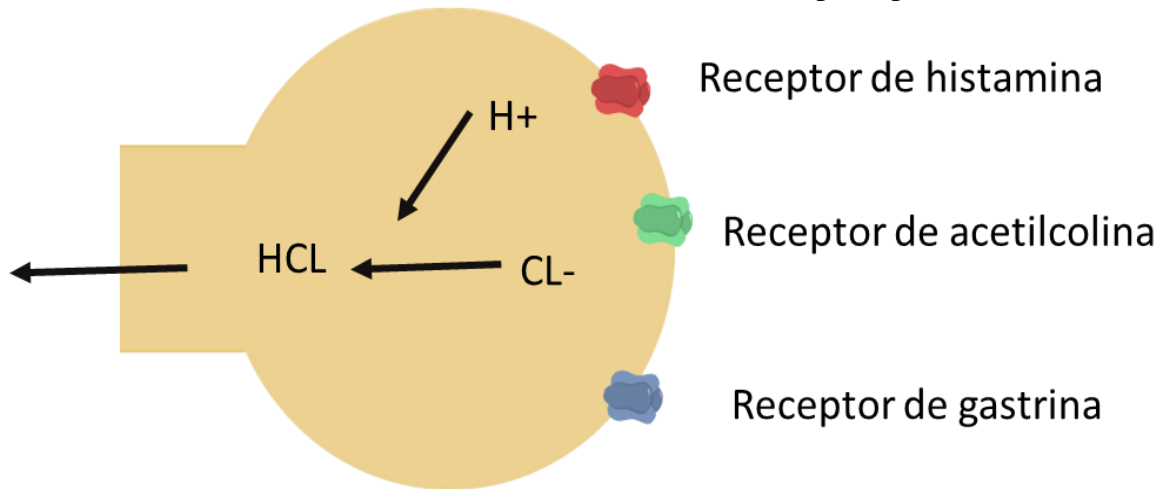
### **Fisiología de la secreción gástrica**

Dentro del estómago existen células denominadas principales, encargadas de la producción del ácido clorhídrico.

Su formación requiere un gasto energético importante y un intermediario que es la bomba de protones, la cual se encarga de liberar  $H^+$  a la luz de los canalículos principales donde se combina con el ion  $Cl^-$  y así formar  $HCl$ . Los estímulos para que se active este mecanismo son diversos, pero las hormonas que intervienen en la activación final son: gastrina, histamina y acetilcolina.

**Figura 6.3** Célula principal y receptores de membrana

Producción de Ácido Clorhídrico en la Célula principal



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

**Fisiología de la secreción pancreática**

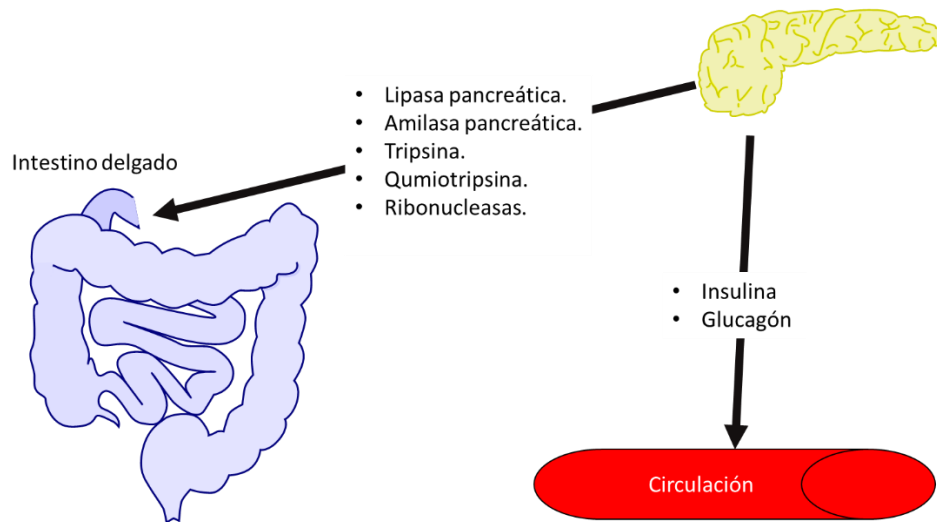
El páncreas es un órgano retroperitoneal situada atrás del estómago, conecta con el intestino delgado a través del ámpula de Vater por el conducto pancreático. Histológicamente está compuesto de dos tipos de tejido llamado islotes pancreáticos, productor de hormonas que van al torrente sanguíneo como lo son la insulina y el glucagón.

El otro tejido se llama Acinos pancreáticos, estructuras saculares productoras de enzimas pancreáticas que se vierten hacia el conducto pancreático y de allí al intestino delgado para realizar procesos de digestión. Algunas de las enzimas pancreáticas se presentan en el cuadro siguiente.

**Tabla 6.1** Función realizada por enzimas pancreáticas

Enzima	Función
Lipasa pancreática	Degrada grasas
Amilasa pancreática	Degrada almidones (importante para el diagnóstico de pancreatitis)
Tripsina	Degrada proteínas
Quimiotripsina	Degrada proteínas
Ribonucleasas	Degradan ARN
Desoxiribonucleasas	Degradan ADN

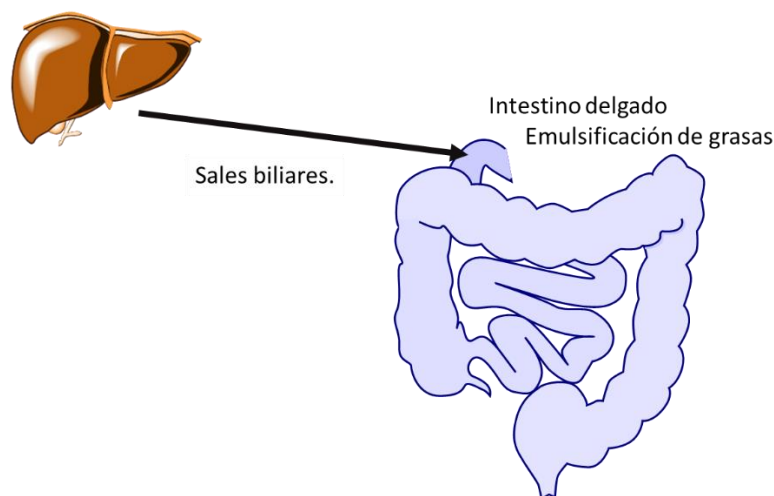
Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write

**Figura 6.4** Proceso de secreción pancreática

Fuente: Adaptado de: [http://www.macinchem.org/reviews/chembiodraw\\_12/cd\\_templates.png](http://www.macinchem.org/reviews/chembiodraw_12/cd_templates.png)

### Fisiología de la secreción biliar

El hígado es un órgano sólido justo debajo de diafragma en el lado derecho, en el hipocondrio derecho, dividido en cuatro lóbulos, se encarga de producir la bilis y almacenarla en la vesícula biliar para ser excretada por el conducto colédoco en el ampulla de vater hacia la luz intestinal, esta secreción es fundamental para la formación de micelas y lograr emulsificar y absorber las grasas ingeridas. Constituida por sales biliares como lo son el ácido taurocólico y glicocólico.

**Figura 6.5** Secreción hepática al intestino delgado

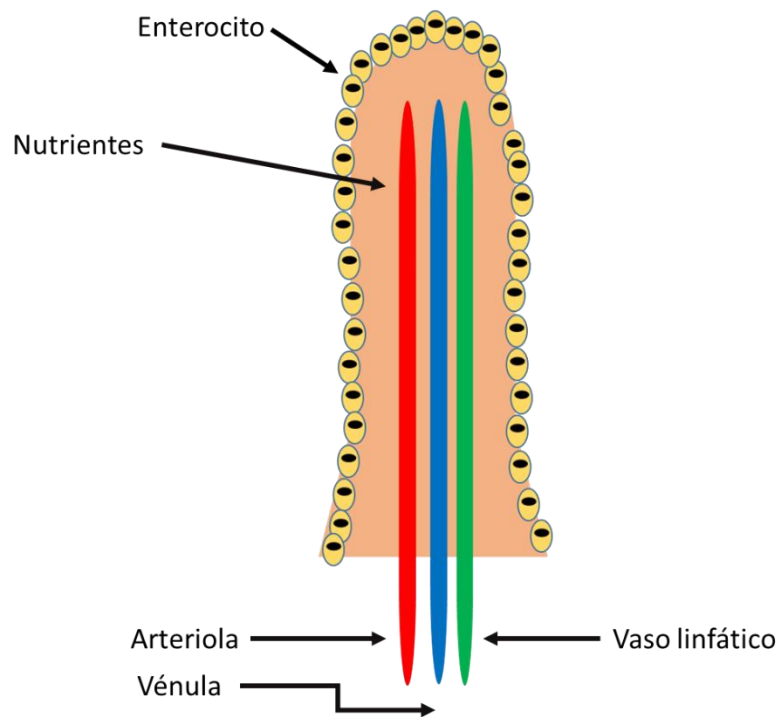
Fuente: Adaptado de: [http://www.macinchem.org/reviews/chembiodraw\\_12/cd\\_templates.png](http://www.macinchem.org/reviews/chembiodraw_12/cd_templates.png)

## Mecanismos de absorción de Carbohidratos, Lípidos y Proteínas

El proceso de absorción es un proceso activo como se había mencionado anteriormente, ya que requiere de un gasto de energía (ATP) pues las moléculas van en contra de un gradiente de concentración de la luz intestinal hacia el torrente sanguíneo. Este proceso se da en las vellosidades intestinales, específicamente en las microvellosidades de los enterocitos. Cada molécula varía en la forma en que es introducida a la sangre.

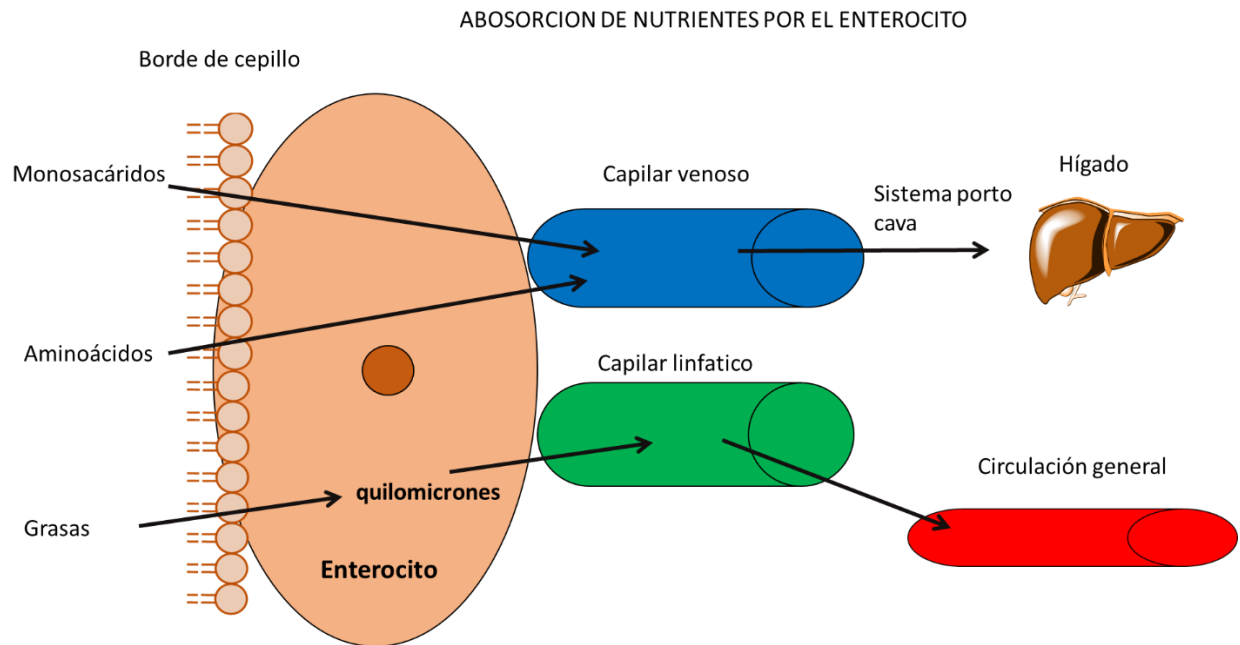
Los carbohidratos y las proteínas van del intestino delgado hacia el hígado por la vena porta para ser distribuidos posteriormente. Sin embargo, las grasas no siguen el mismo camino, ya que estas pasan a los capilares linfáticos, donde son transportadas hacia el conducto torácico y de allí introducidas a la sangre.

**Figura 6.6** Estructura de una vellosidad intestinal



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

**Figura 6.7** Enterocito, mostrando la absorción intestinal por sus microvellosidades (borde de cepillo) hacia la circulación sanguínea y linfática

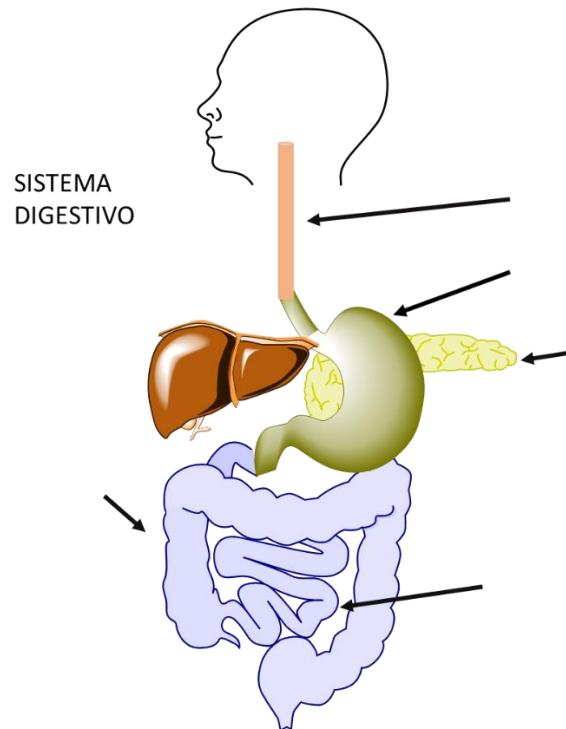


Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Actividades

Identifica las principales estructuras de la imagen que se presenta a continuación:

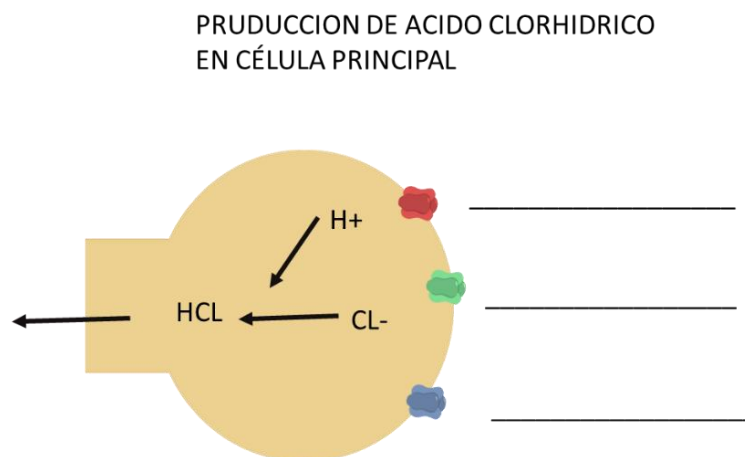
**Figura 6.8** Estructuras básicas del sistema digestivo



Fuente: Adaptado de: [http://www.macinchem.org/reviews/chembiodraw\\_12/cd\\_templates.png](http://www.macinchem.org/reviews/chembiodraw_12/cd_templates.png)

Identifica los receptores de las células principales

**Figura 6.9** Célula principal y receptores de membrana

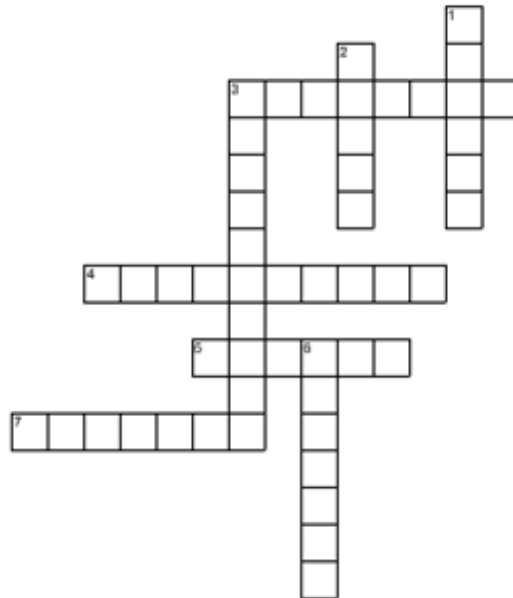


Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Crucigrama

Realiza el siguiente crucigrama

**Figura 6.10** Crucigrama sobre el aparato digestivo



### Horizontal

3. Lugar donde se produce ácido clorhídrico
4. Estructura del intestino delgado donde se da la absorción
5. Enzima producida por el páncreas que degrada grasa
7. Parte del aparato digestivo que sirve sólo de vía de paso

### Vertical

1. Órgano que produce sales biliares
2. Vena a la cual van todos los nutrientes del intestino
3. Nombre de la célula intestinal
6. Enzima producida por el páncreas que degrada almidones

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Sopa de letras

Busque palabras relacionadas con el aparato digestivo

**Figura 6.11** Sopa de letras sobre el aparato digestivo

M	I	C	R	O	V	E	L	L	O	S	I	D	A	D	S	V
M	Q	I	Q	U	I	M	I	O	T	R	I	P	S	I	N	A
E	H	V	A	G	U	U	Q	E	P	U	S	U	M	B	Y	L
D	E	D	D	K	S	L	H	J	T	E	N	T	O	A	O	U
R	A	X	H	E	V	S	Z	Z	P	U	E	J	X	K	C	I
E	T	R	I	P	S	I	N	A	T	M	I	D	W	X	Y	Z
E	Y	I	E	S	O	F	A	G	O	U	H	L	N	A	E	P
E	S	E	L	Y	A	I	K	Q	V	F	E	S	A	S	D	M
E	N	T	E	R	O	C	I	T	O	S	X	T	J	F	L	Y
P	O	B	O	Z	M	A	I	M	O	U	E	I	Y	A	W	N
E	A	K	W	M	W	R	L	N	K	A	E	I	E	E	E	Y
L	Y	N	I	C	A	F	S	H	O	Y	W	B	I	Z	K	O
G	I	E	C	T	M	G	L	L	U	R	M	Z	D	O	F	L
W	I	P	S	R	S	L	O	V	M	X	T	A	M	D	T	W
E	N	E	A	E	E	A	M	I	L	A	S	A	W	E	E	B
L	I	O	K	S	H	A	R	E	C	O	S	J	G	I	Y	O
I	F	S	J	O	A	T	S	A	E	T	K	H	G	X	P	B

Esófago  
Emulsificar  
Enterocito  
Páncreas  
Tripsina

Lipasa  
Estómago  
Acino  
Quimiotripsina  
Microvellosidad

Amilasa

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write



## Referencias

Comprehensive molecular characterization of gastric adenocarcinoma. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2014 [cited 16 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-25079317>

Daley D, Zambirinis C, Seifert L, Akkad N, Mohan N, Werba G et al.  $\gamma$  T Cells Support Pancreatic Oncogenesis by Restraining  $\beta$  T Cell Activation. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2016 [cited 16 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-27569912>

McCracken K, Catá E, Crawford C, Sinagoga K, Schumacher M, Rockich B et al. Modelling human development and disease in pluripotent stem-cell-derived gastric organoids. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2014 [cited 16 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-25363776>

Pagliuca F, Millman J, Gürtler M, Segel M, Van Dervort A, Ryu J et al. Generation of functional human pancreatic  $\beta$  cells in vitro. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2014 [cited 16 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-25303535>

Perry R, Camporez J, Kursawe R, Titchenell P, Zhang D, Perry C et al. Hepatic acetyl CoA links adipose tissue inflammation to hepatic insulin resistance and type 2 diabetes. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2015 [cited 4 August 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-25662011>

Takano S, Reichert M, Bakir B, Das K, Nishida T, Miyazaki M et al. Prrx1 isoform switching regulates pancreatic cancer invasion and metastatic colonization. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2016 [cited 16 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26773005>

Tian Y, Kuo C, Akbari O, Ou J. Maternal-Derived Hepatitis B Virus e Antigen Alters Macrophage Function in Offspring to Drive Viral Persistence after Vertical Transmission. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2016 [cited 4 August 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-27156385>

Wang Y, Viscarra J, Kim S, Sul H. Transcriptional regulation of hepatic lipogenesis. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2015 [cited 4 August 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26490400>

Williams E, Chang R, Strohlic D, Umans B, Lowell B, Liberles S. Sensory Neurons that Detect Stretch and Nutrients in the Digestive System. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2016 [cited 16 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-27238020>

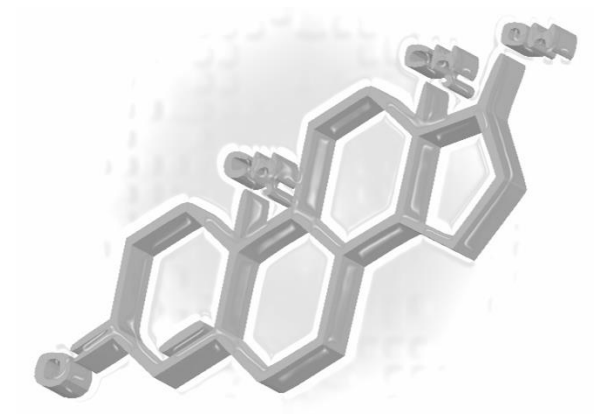
Yang L, Wang J, Li J, Zhang H, Guo S, Yan M et al. Identification of Serum Biomarkers for Gastric Cancer Diagnosis Using a Human Proteome Microarray. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2016 [cited 16 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26598640>

## Capítulo 7 Neuroendocrinología

### Objetivos del capítulo

- Identificar las estructuras que componen el sistema neuroendocrino.
- Conocer las principales hormonas del eje hipotálamo-hipófisis.
- Conocer la retroalimentación positiva y negativa.
- Identificar los diferentes ejes hormonales hipotálamo-hipofisarios.

**Figura 7.1** Representación molecular de una hormona

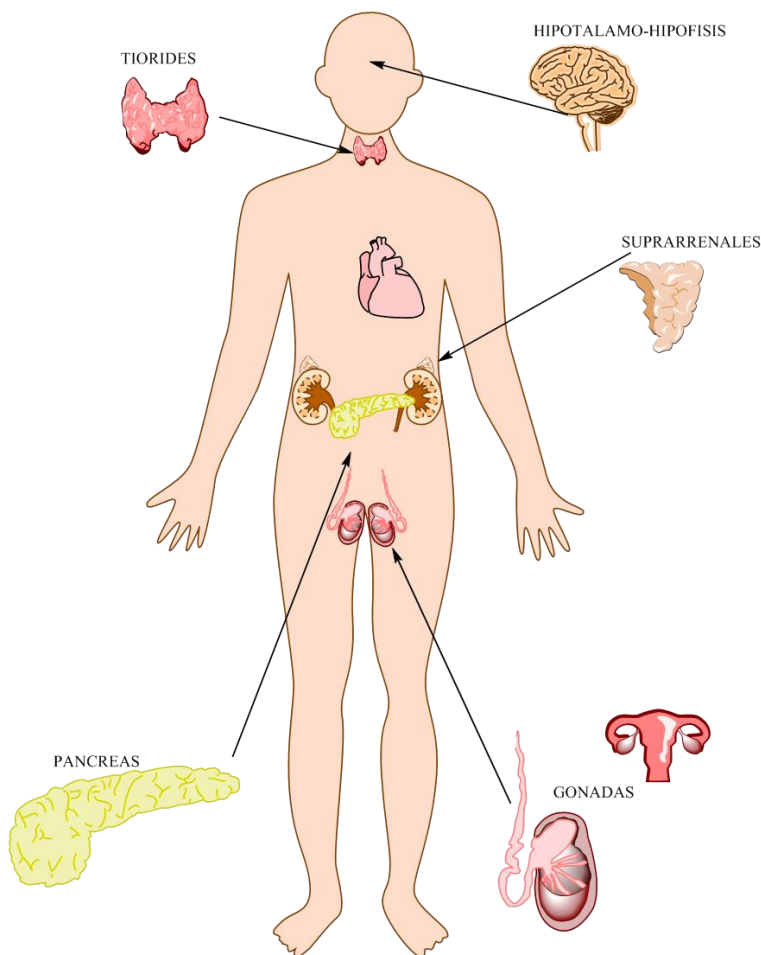


Fuente: Elaboración propia

### Generalidades del hipotálamo, hipófisis y glándulas endocrinas

Cuando hablamos de neuroendocrinología se entiende que los centros hormonales que ejercen principalmente el control sobre el resto del sistema son el hipotálamo y la hipófisis.

El hipotálamo es una estructura situada en la porción central del cerebro, se encarga de controlar los eventos autónomos del organismo. Secreta hormonas que regulan la liberación de las hormonas hipofisarias, pero también produce las hormonas que serán secretadas por la hipófisis posterior.

**Figura 7.2** Partes del sistema neuroendocrino

Fuente: Basado en: [http://www.macinchem.org/reviews/chembiobdraw\\_12/cd\\_templates.png](http://www.macinchem.org/reviews/chembiobdraw_12/cd_templates.png)

A continuación, se describen algunas de estas hormonas

**Tabla 7.1** Clasificación por función y origen de hormonas

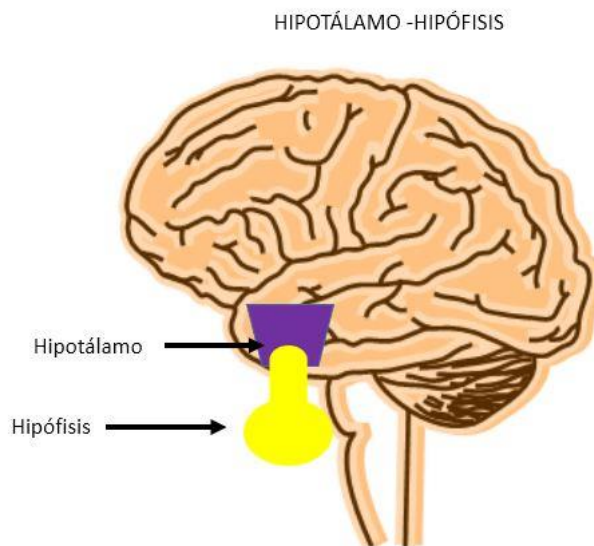
Hipotálamo	Hipófisis
Hormona liberadora de gonadotropina (GnRH)	Estimula liberación de las hormonas gonadotropinas (FSH, LH, HSLC, HSSC) *
Hormona liberadora de tirotropina (TRH)	Estimula liberación de Tirotropina
Hormona liberadora de hormona adrenocorticotropa (CRH)	Estimula liberación de adrenocorticotropa
Factor liberador de hormona del crecimiento (GRF)	Estimula liberación de hormona del crecimiento

Fuente: Elaboración propia

\*En los hombres los nombres de estas hormonas son, hormona estimulante de las células de Leydig (HLSC) y hormona estimulante de las células de Leydig (HSSC).

La hipófisis es una glándula que se sitúa justo debajo del hipotálamo, sentada en la silla turca del esfenoides, con un peso no mayor a los 0.8 g. Tiene una porción anterior y una porción posterior, la parte anterior secreta hormonas que se producen directamente en su interior por acción directa de las hormonas estimulantes provenientes del hipotálamo, por otra parte, la hipófisis posterior se encarga de secretar hormonas producidas en centros hipotalámicos posteriores, en el cuadro siguiente se describe a que porción corresponde cada hormona.

**Figura 7.3** Localización cerebral del hipotálamo e hipófisis



Fuente: Basado en: [http://www.macinchem.org/reviews/chembiobdraw\\_12/cd\\_templates.png](http://www.macinchem.org/reviews/chembiobdraw_12/cd_templates.png)

### Hormonas de la porción anterior (Adenohipofisis)

**Tabla 7.2** Clasificación y abreviación de las hormonas producidas en la hipófisis

Nombre de la hormona	Función
Hormona del crecimiento o somatotropina (GH)	Ayuda al crecimiento de la placa metafisiaria y de otros tejidos.
Prolactina (PRL) u hormona luteotrópica	Estimula la producción de leche por la glándula mamaria
Hormona estimulante del tiroides (TSH) o tirotropina.	Va a la glándula tiroides para estimular producción de T3 y T4
Hormona estimulante de la corteza suprarrenal (ACTH) o corticotropina	Estimula la producción de las hormonas de la corteza suprarrenal.
Hormona luteinizante (LH)	Estimula la producción de las hormonas en la segunda mitad del ciclo menstrual femenino**
Hormona estimulante del folículo (FSH)	Ayuda a la maduración de los folículos ováricos en la primera mitad del ciclo menstrual**

Fuente: Elaboración propia

\* En el hombre la hormona estimulante de las células de Leydig es su equivalente y ayuda a la espermatogénesis.

\*\*En el hombre la hormona estimulante de las células de Sertoli es su equivalente y ayuda a la espermatogénesis.

### **Hormonas de la Hipofisis posterior (Neurohipofisis)**

**Tabla 7.3** Clasificación funcional de las hormonas producidas en la neurohipófisis

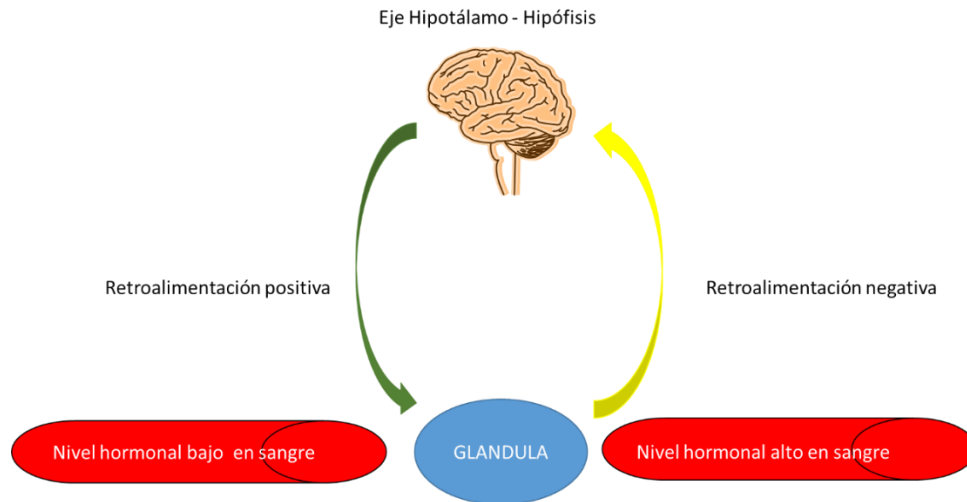
<b>Nombre de la hormona</b>	<b>Función</b>
Hormona antidiurética (ADH) o vasopresina	Junto con el sistema renina, angiotensina-aldosterona regulan la presión sanguínea
Oxitocina	Ayuda a las contracciones uterinas, así como a la eyección de leche por las glándulas mamarias

Fuente: Elaboración propia

### **Retroalimentación positiva y negativa**

El sistema endocrino funciona gracias a la interacción de las hormonas que se encargan de llevar el mensaje bioquímico hacia su órgano blanco y recibir los estímulos aferentes para frenar dicha acción. A este proceso se le conoce como mecanismo de retroalimentación, el cual puede ser positivo o negativo.

- **Retroalimentación positiva:** Cuando el nivel hormonal de la hormona que está al final del ciclo del proceso de estimulación efectora neurohormonal DECIENDE en sangre se genera un mecanismo que AUMENTA la liberación hipotalámica para aumentar dicho nivel.
- **Retroalimentación negativa:** Cuando el nivel hormonal de la hormona que está al final del ciclo del proceso de estimulación efectora neurohormonal AUMENTA en sangre se genera un mecanismo que DISMINUYE la liberación hipotalámica para disminuir dicho nivel.

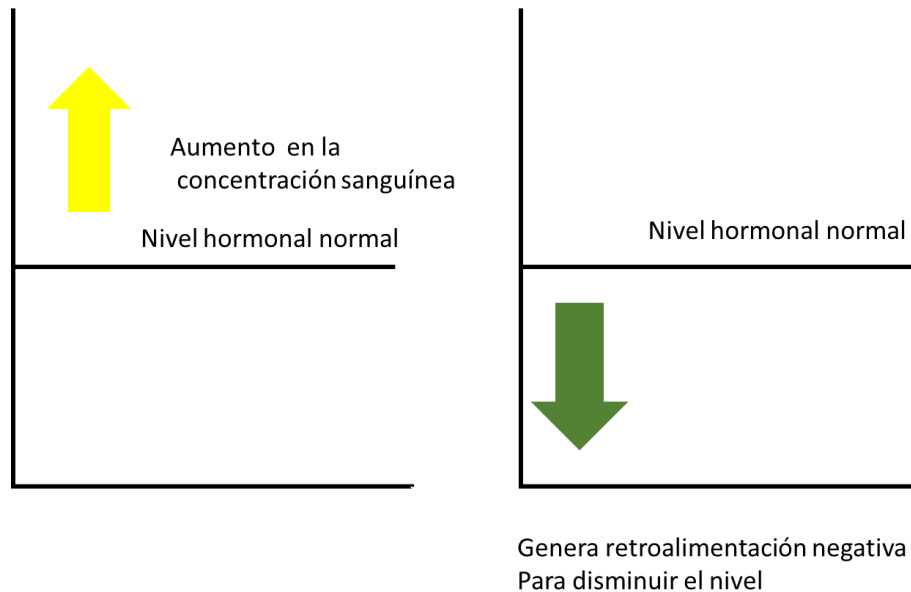
**Figura 7.4** Retroalimentación positiva y negativa

Fuente: Adaptado de <http://file1.npage.de/010464/97/bilder/biodraw-prot.gif>

**Figura 7.5** Retroalimentación positiva

Genera retroalimentación positiva  
Para aumentar el nivel

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

**Figura 7.5** Retroalimentación negativa

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

### Glándulas Suprarrenales: Eje Hipotálamo-Hipófisis- Suprarrenales

La glándula suprarrenal como su nombre lo dice, se encuentra ubicada en las cúspides de cada uno de los riñones, si se hace un corte de estas, se encontrará que tiene dos secciones, una sección central medular, encargada de la producción de adrenalina y noradrenalina importantes para el sistema nervioso simpático, por otro lado, la parte externa también denominada corteza, esta se subdivide en tres partes, zona glomerular, fascicular y reticular.

Tiene a su cargo la síntesis de varias hormonas que intervienen en diferentes procesos biológicos. Toda esta producción está controlada por la hormona corticotropa proveniente de la hipófisis, se logra la homeostasis gracias a la retroalimentación positiva y negativa que existe por vía sanguínea. A continuación, se describen brevemente cada una de ellas

### Corteza Suprarrenal

**Tabla 7.4** Clasificación funcional de las hormonas de la corteza suprarrenal

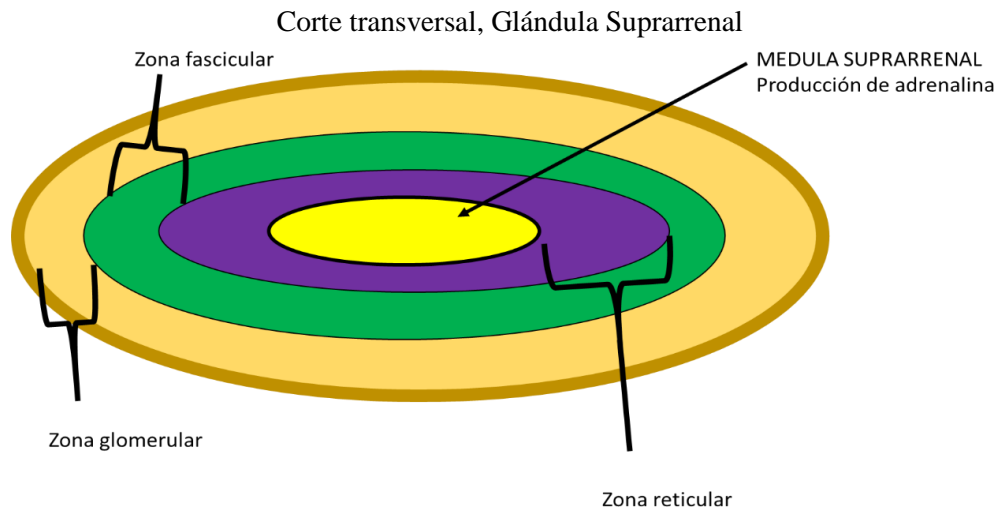
Nombre de la hormona	Funcion
Aldosterona	Producida en la zona glomerular de la corteza, es el principal mineralocorticoide de esta zona, Su función es regular la cantidad de Sodio y potasio que se reabsorbe a nivel de la nefrona.
Cortisol	Producida en la zona fascicular de la corteza, es el principal glucocorticoide de esta zona. Su función es aumentar los niveles de glucosa en sangre y de



	proteínas, regular la función del sistema inmunológico, además de regular el metabolismo de las grasas
Derivados de la testosterona	Se producen en la zona reticular, son una fuente secundaria de andrógenos, su función es mantener el anabolismo proteico.

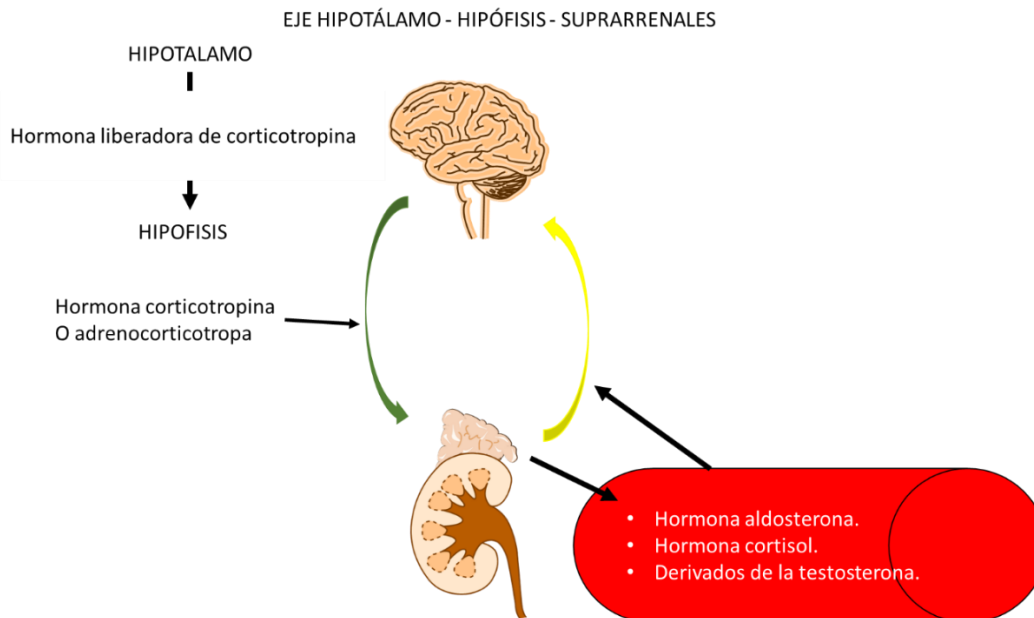
Fuente: Elaboración propia en Openoffice draw

**Figura 7.6** Capas de la glándula suprarrenal



Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

**Figura 7.7** Retroalimentación positiva y negativa de la glándula suprarrenal



Fuente: Adaptado de <http://file1.npage.de/010464/97/bilder/biodraw-prot.gif>

## Reproducción: Eje Hipotálamo-Hipófisis-Gónadas

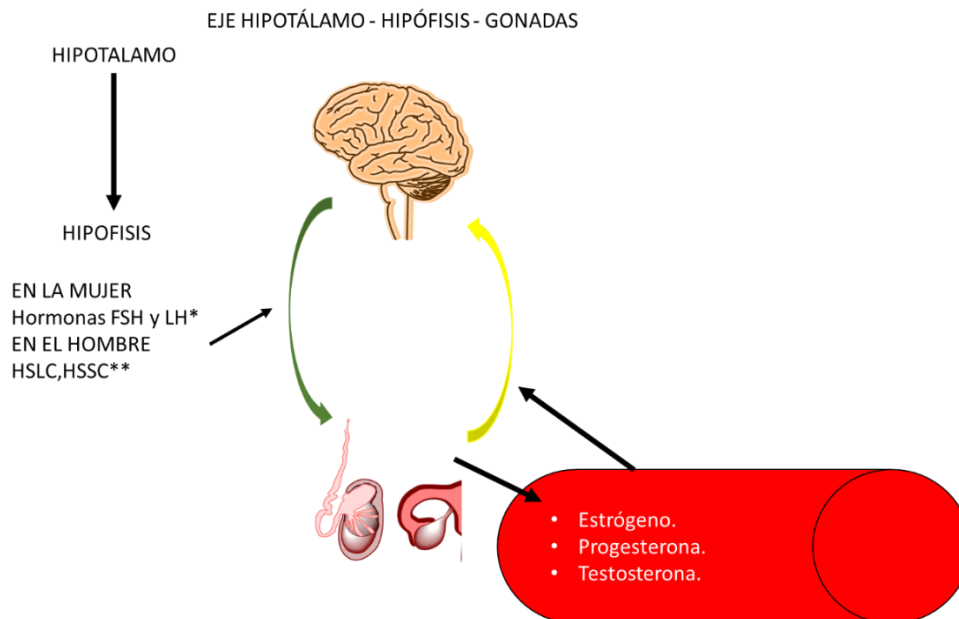
Las hormonas sexuales femeninas como masculinas son los responsables de los caracteres sexuales secundarios y la reproducción sexual, estos empiezan a partir de la maduración del eje hipotálamo-hipofisario que se da en la etapa de la vida conocida como pubertad. El mecanismo es controlado de la misma manera por retroalimentación positiva y negativa. A continuación, se describen brevemente las hormonas gonadales

Tabla 7.5. Clasificación funcional de las hormonas sexuales

Hormona	Función
Estrógeno	Se producen en la primera mitad del ciclo menstrual. Actúan en el aparato reproductor femenino desarrollando los caracteres sexuales secundarios, afectan los vasos sanguíneos y el tejido óseo.
Progesterona	Actúa principalmente durante la segunda parte del ciclo menstrual, realizando y reforzando los cambios endometriales, preparando así al endometrio para la implantación del embrión.
Testosterona	En los hombres, la testosterona es crucial para el desarrollo de los órganos reproductivos masculinos como los testículos y próstata, también ayuda a desarrollar los caracteres sexuales secundarios, como el incremento de la masa muscular, ósea y el crecimiento del vello corporal.

Fuente: Elaboración propia en Openoffice draw

Figura 7.8 Retroalimentación positiva y negativa de las gónadas



Fuente: Adaptado de <http://file1.npage.de/010464/97/bilder/biodraw-prot.gif>

- \*FSH, hormona folículo estimulante, LH, hormona luteinizante.
- \*\*En los hombres los nombres de estas hormonas son, hormona estimulante de las células de Leydig (HSLC) y hormona estimulante de las células de Leydig (HSSC).

## Metabolismo: Eje Hipotálamo-Hipófisis-Tiroides

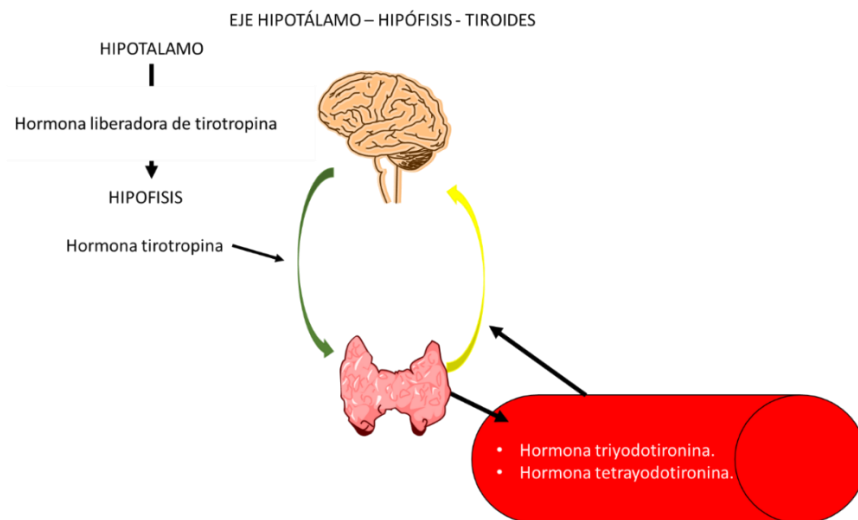
La glándula tiroides está situada en la porción anterior de la tráquea es bilobulada, y se encarga de la producción de las hormonas triyodotironina y tetrayodotironina, estas se encargan de mantener el metabolismo basal en homeostasis, ya que si llegan a fallar habría patologías como lo son el hipertiroidismo, el cual es un aumento de estas hormonas a nivel sanguíneo o en contra parte el hipotiroidismo que es el estado en el cual los niveles de T3 y T4 están por debajo del nivel normal. La glándula hipófisis ejerce su efecto a través de retroalimentación positiva o negativa. A continuación, se describen brevemente las funciones de estas hormonas

**Tabla 7.6** Clasificación funcional de las hormonas tiroideas

Hormona	Funcion
Triyodotironina	Es una hormona con efectos tanto catabólicos como anabólicos dependiendo de su concentración en sangre; por lo que actúa en procesos normales de metabolismo, crecimiento y desarrollo. Es especialmente importante en la maduración del Sistema Nervioso Central de los niños.
Tetrayodotironina o tiroxina	Esta aumenta la tasa de reacciones químicas en las células y ayuda a controlar el crecimiento y el desarrollo. Se puede sintetizar en el laboratorio y se usa para tratar trastornos tiroideos

Fuente: Elaboración propia en Openoffice draw

**Figura 7.9** Retroalimentación positiva y negativa de la glándula tiroides

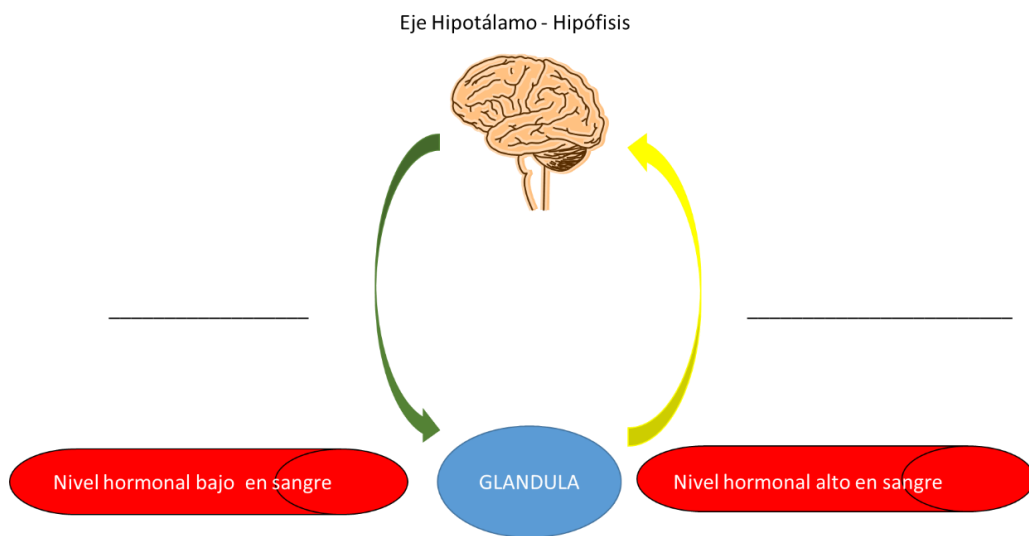


Fuente: Adaptado de <http://file1.npage.de/010464/97/bilder/biodraw-prot.gif>

## Actividades

Describe la imagen que se le presenta a continuación:

**Figura 7.10** Retroalimentación positiva y negativa



Fuente: Adaptado de <http://file1.npage.de/010464/97/bilder/biodraw-prot.gif>

---



---



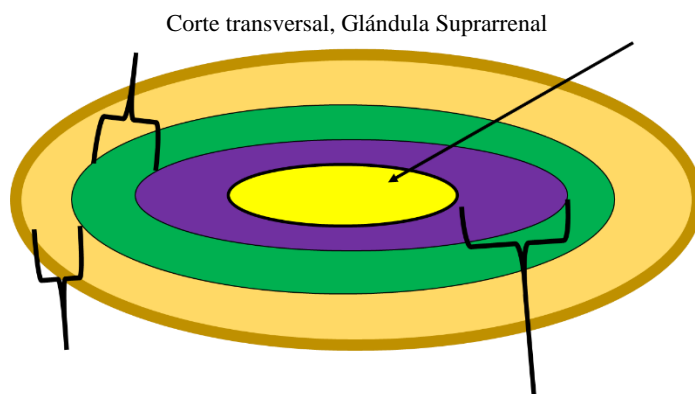
---



---

Identifique las estructuras que se le presentan a continuación:

**Figura 7.11** Capas de la glándula suprarrenal

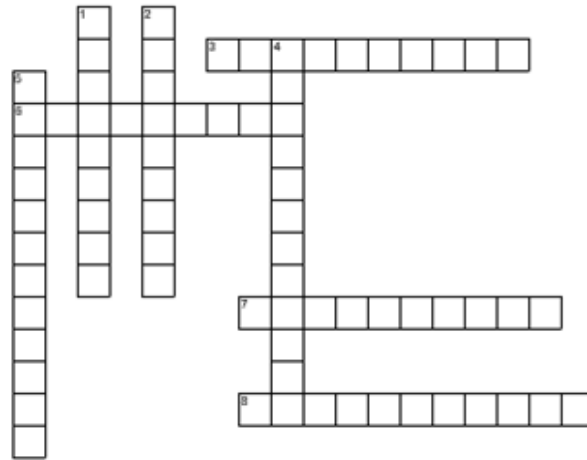


Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Crucigrama

Resuelva el siguiente crucigrama

**Figura 7.12** Crucigrama sobre el sistema endocrino



### Horizontal

3. Estructura cerebral bajo el tálamo
6. Se produce en mayor cantidad en la primera mitad del ciclo ovárico
7. Hormona que estimula la producción de leche
8. Hormona que produce ahorro de agua y vasoconstricción

### Vertical

1. Hormona que produce la contracción uterina
2. Glándula situada en la silla turca
4. Se produce en mayor cantidad en la segunda mitad del ciclo ovárico
5. Hormona sexual masculina

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Sopa de letras

Busque palabras relacionadas con el sistema endocrino

**Figura 7.11** Sopa de letras sobre el sistema endocrino

T	H	T	Y	E	Z	E	R	S	O	N	T	Z	V	I	S	A
T	I	I	E	O	W	A	H	Y	T	E	U	A	N	S	U	O
N	R	R	P	S	G	E	J	O	I	K	U	C	U	E	Q	O
O	S	I	O	O	T	I	S	I	R	E	B	E	E	Y	Y	N
E	X	O	Y	X	F	O	U	A	O	S	U	E	Y	J	Q	I
V	S	I	M	O	I	I	S	R	I	H	G	E	U	Y	E	K
M	U	L	T	A	D	N	S	T	D	A	N	Y	Y	U	Q	X
W	B	S	A	O	T	O	A	I	E	F	Y	O	D	C	A	Y
S	N	D	E	B	C	O	T	A	S	R	J	U	J	O	B	A
E	E	V	W	R	U	I	T	I	I	J	O	W	F	E	G	A
H	O	R	M	O	N	A	N	R	R	S	R	N	I	N	J	U
T	R	T	I	Y	O	F	C	A	O	O	A	L	A	I	R	R
E	S	T	R	O	G	E	N	O	Y	P	N	E	P	T	U	T
A	T	G	Q	H	C	A	V	X	N	J	I	I	C	P	T	B
P	R	O	G	E	S	T	E	R	O	N	A	N	N	I	K	L
S	U	P	R	A	R	R	E	N	A	L	E	S	A	A	B	M
Y	S	L	Y	U	U	I	Q	J	L	T	D	M	E	U	E	G

Tiroxina  
Suprarrenales  
Triyodotironina  
Somatotropina  
Testosterona

Ocitocina  
Hormona  
Progesterona  
Hipófisis  
Tiroides

Estrógeno

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Referencias

Anthony T, Dee N, Bernard A, Lerchner W, Heintz N, Anderson D. Control of stress-induced persistent anxiety by an extra-amygdala septohypothalamic circuit. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. *Pesquisa.bvsalud.org*. 2014 [cited 17 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-24485458>

Chesnokova V, Zhou C, Ben-Shlomo A, Zonis S, Tani Y, Ren S et al. Growth hormone is a cellular senescence target in pituitary and nonpituitary cells. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. *Pesquisa.bvsalud.org*. 2014 [cited 17 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-23940366>

Kanczkowski W, Alexaki V, Tran N, Großklaus S, Zacharowski K, Martinez A et al. Hypothalamo-pituitary and immune-dependent adrenal regulation during systemic inflammation. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. *Pesquisa.bvsalud.org*. 2014 [cited 17 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-23959899>

Laryea G, Muglia L, Arnett M, Muglia L. Dissection of glucocorticoid receptor-mediated inhibition of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis by gene targeting in mice. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. *Pesquisa.bvsalud.org*. 2015 [cited 17 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-25256348>

Mullur R, Liu Y, Brent G. Thyroid hormone regulation of metabolism. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. *Pesquisa.bvsalud.org*. 2014 [cited 17 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-24692351>

Plant T. Neuroendocrine control of the onset of puberty. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. *Pesquisa.bvsalud.org*. 2015 [cited 17 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-25913220>

Romanov R, Alpár A, Zhang M, Zeisel A, Calas A, Landry M et al. A secretagoin locus of the mammalian hypothalamus controls stress hormone release. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. *Pesquisa.bvsalud.org*. 2015 [cited 17 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-25430741>

Saghatelian A, Cravatt B. Glucagon and Thyroid Hormone: A Championship Team. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. *Pesquisa.bvsalud.org*. 2016 [cited 17 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-27768884>

Schneider D, Chen H. New developments in the diagnosis and treatment of thyroid cancer. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. *Pesquisa.bvsalud.org*. 2014 [cited 17 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-23797834>

Teo A, Garg S, Shaikh L, Zhou J, Karet Frankl F, Gurnell M et al. Pregnancy, Primary Aldosteronism, and Adrenal CTNNB1 Mutations. | Portal de Búsqueda de la BVS [Internet]. Pesquisa.bvsalud.org. 2015 [cited 17 September 2016]. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsvs/resource/es/mdl-26397949>

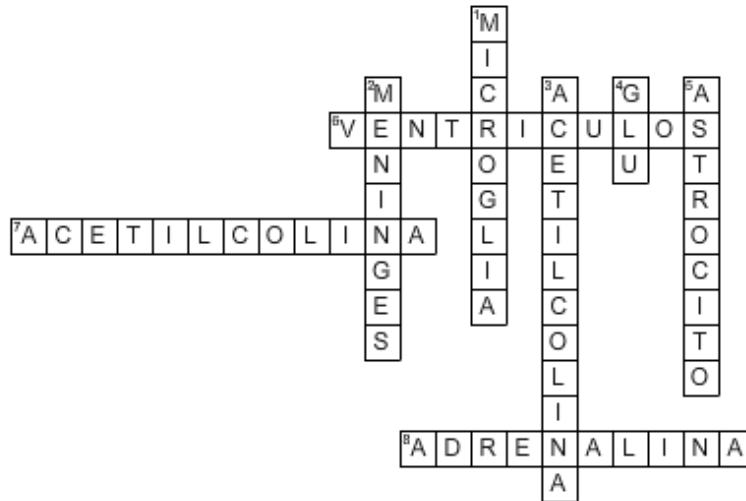


## Anexos

### Crucigramas resueltos

#### Sistema Nervioso

**Figura 1.12** Crucigrama del sistema nervioso



#### Horizontal

6. parte del cerebro que produce liquido ceforraquideo
7. neurotrasmisor del la union neuromuscular
8. neurotrasmisor del sistema nervioso simpatico

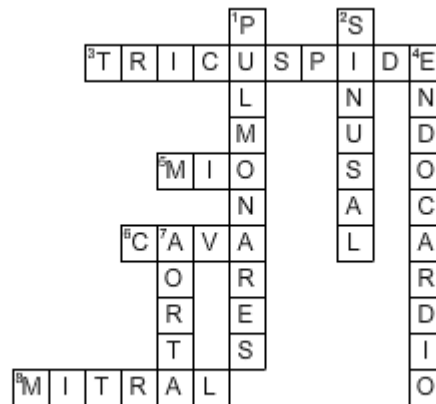
#### Vertical

1. celula que fagocita sustancias nocivas en el cerebro
2. membranas que rodean el sistema nervioso
3. neurotrasmisor del la union neuromuscular
4. prefijo que significa pegamento
5. celula que se encarga de filtrar la sangre del cerebro

Fuente: Elaboración propia

## Sistema Cardiovascular

**Figura 2.10** Crucigrama sobre el sistema cardiovascular



### Horizontal

3. valvula auriculoventricula derecha
5. prefijo que significa musculo
6. vena que llega a auricula derecha
8. valvula auriculoventricular izquierda

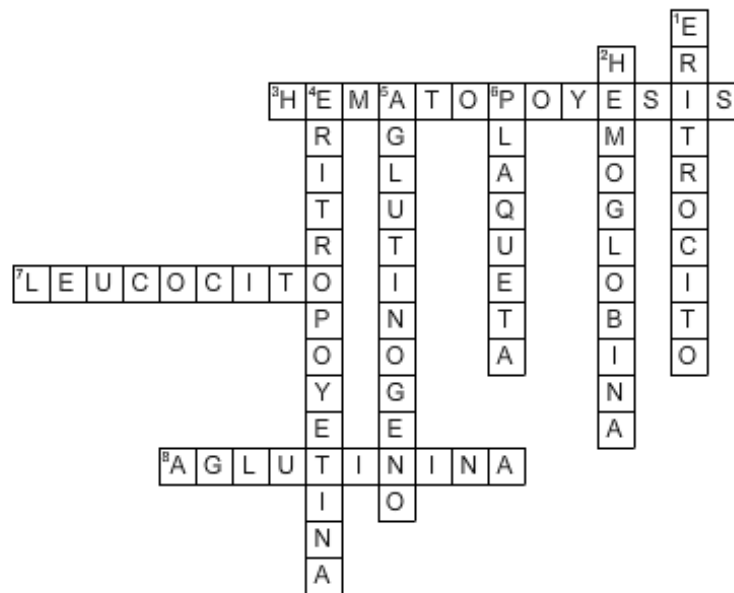
### Vertical

1. venas que llegan a la auricula izquierda
2. nodo que marca el ritmo del corazon
4. capa interna del corazon
7. arteria que sale del ventriculo izquierdo

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Tejido Sanguíneo

Figura 3.9 Crucigrama sobre el tejido sanguíneo



### Horizontal

3. proceso de formación de hematídes
7. célula que se encarga de la defensa del organismo
8. anticuerpo en la sangre relacionado con los grupos sanguíneos

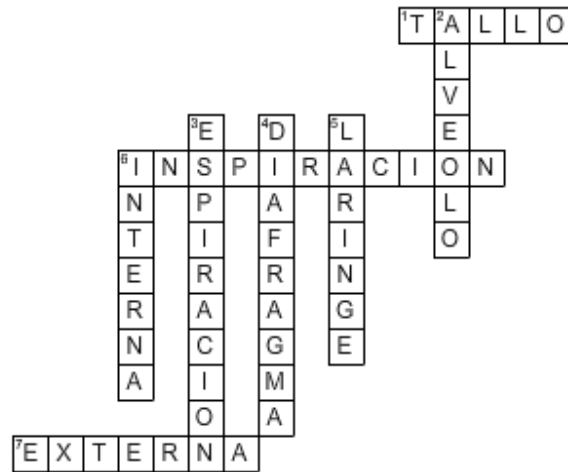
### Vertical

1. célula biconcava que transporta O<sub>2</sub>
2. molécula especializada en transportar O<sub>2</sub>
4. hormona que se produce en el riñón y ayuda a formar eritrocitos
5. antígeno de superficie del eritrocito
6. célula que se encarga de la coagulación sanguínea

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Sistema Respiratorio

**Figura 4.9** Crucigrama sobre el Sistema respiratorio



### Horizontal

1. lugar del cerebro donde se localizan los centros respiratorios
6. proceso activo que lleva aire al interior del cuerpo
7. respiracion que se da entre capilar tisular y celulas

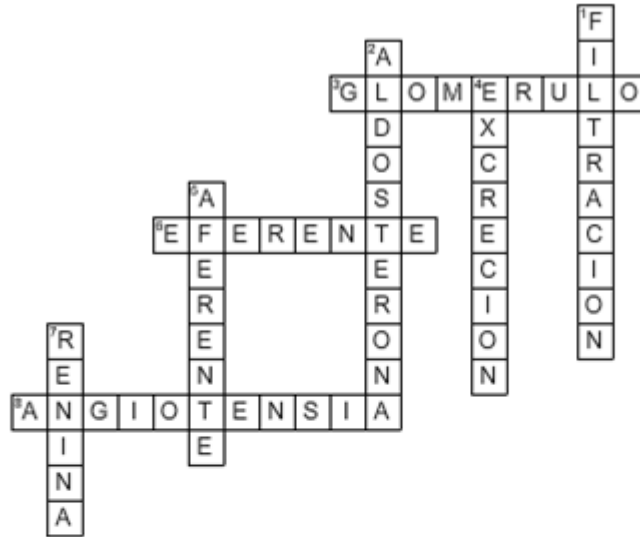
### Vertical

2. saco donde se da intercambio de gases
3. proceso pasivo que saca el aire del cuerpo
4. musculo que separa la cavidad toracica de la abdominal
5. parte del arbol bronquial que tiene las cuerdas vocales
6. respiracion que se da entre el alveolo y capilar pulmonar

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Sistema Urinario

**Figura 5.9** Crucigrama sobre el Sistema Urinario



### Horizontal

3. capilar modificado con fenestraciones dentro de la nefrona
6. arteriola que se encarga de sacar sangre de la nefrona
8. sustancia muy vasoconstrictora

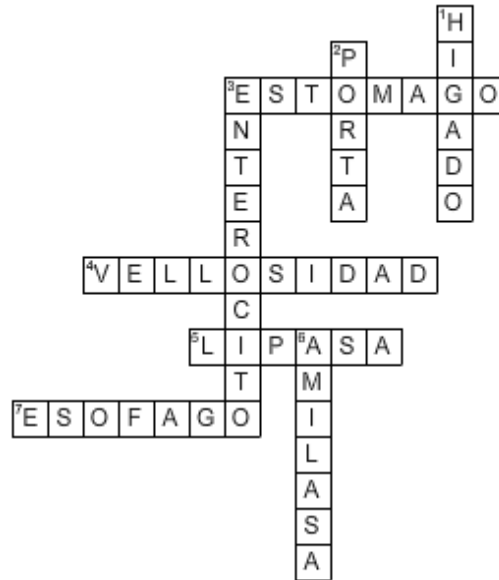
### Vertical

1. primer paso para formacion de la orina
2. hormona que regula la cantidad de agua en el cuerpo
4. proceso que elimina sustancias a traves de los tubulos
5. arteriola que se encarga de llevar sangre hacia la nefrona
7. enzima del riñon que transforma el angiotensinogeno

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Aparato Digestivo

**Figura 6.10** Crucigrama sobre el Aparato Digestivo



### Horizontal

3. lugar donde se produce ácido clorhídrico
4. estructura del intestino delgado donde se da la absorción
5. enzima producida por el páncreas que degrada grasa
7. parte del aparato digestivo que sirve solo de vía de paso

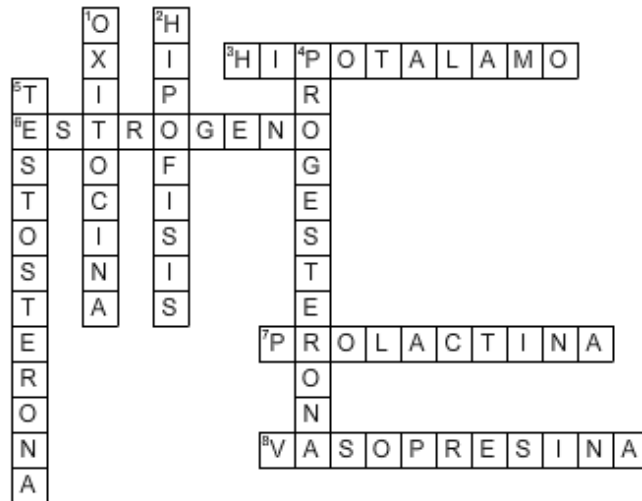
### Vertical

1. órgano que produce sales biliares
2. vena a la cual van todos los nutrientes del intestino
3. nombre de la célula intestinal
6. enzima producida por el páncreas que degrada almidones

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Sistema Endocrino

**Figura 7.12** Crucigrama sobre el Sistema Endocrino



### Horizontal

3. estructura cerebral bajo el talamo
6. se produce en mayor cantidad en la primera mitad del ciclo ovarico
7. hormona que estimula la produccion de leche
8. hormona que produce ahorro de agua y vasoconstriccion

### Vertical

1. hormona que produce la contraccion uterina
2. glandula situada en la silla turca
4. se produce en mayor cantidad en la segunda mitad del ciclo ovarico
5. hormona sexual masculina

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Draw

## Sopa de letras resuelta

### Sistema Nervioso

Figura 1.13 Sopa de letras del sistema nervioso



ependimocito

cerebro

acetilcolina

microglia

neurona

cerebelo

simpatico

astrocito

sinapsis

parasimpatico

Fuente: Elaboración propia en Openoffice write



## Sistema Cardiovascular

**Figura 2.11** Sopa de letras sobre el Sistema Cardiovascular



valvulas  
 auricula  
 cava  
 aorta  
 tricuspide

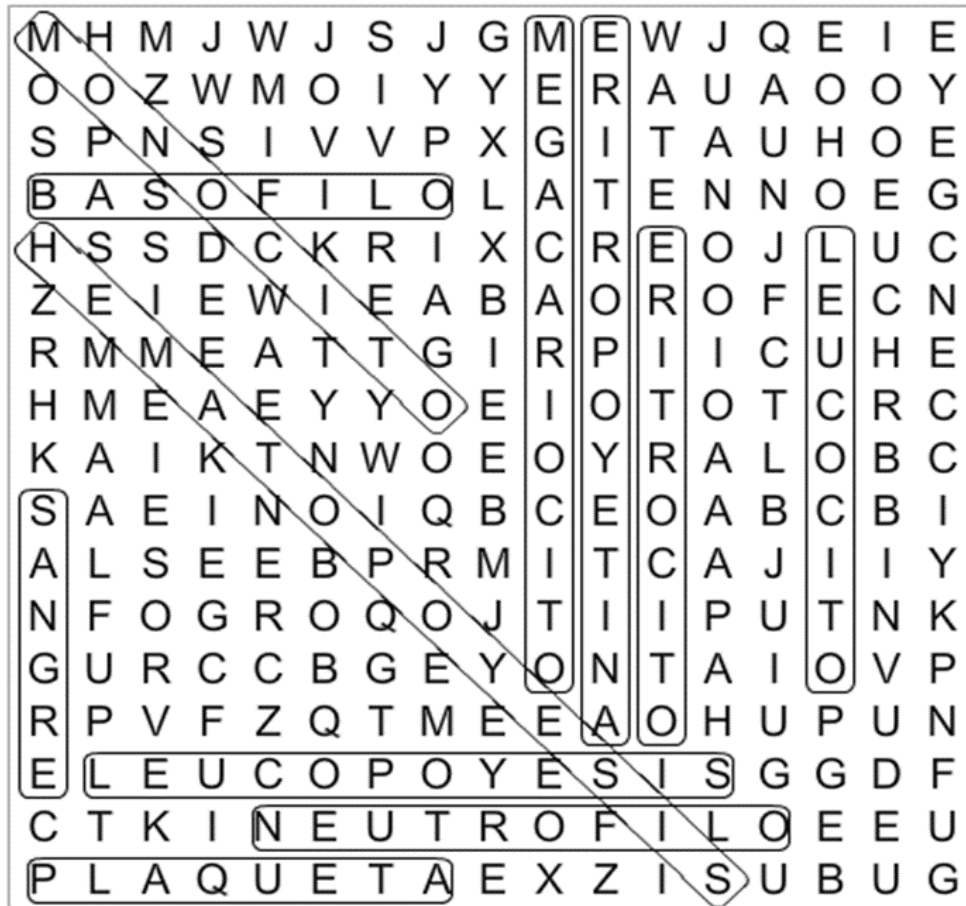
arterias  
 venas  
 diastole  
 mitral  
 ventriculo

sistole

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write

## Tejido Sanguíneo

Figura 3.10 Sopa de letras sobre el Tejido Sanguíneo

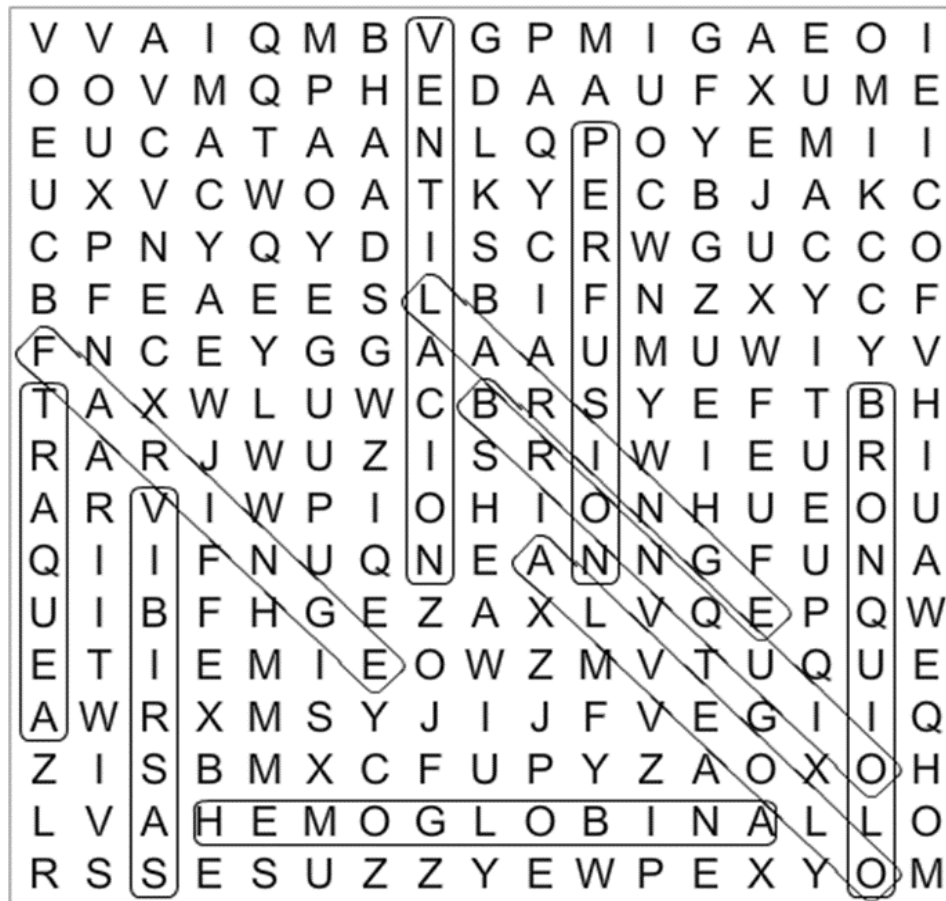


megacariocito	eritropoyetina	basofilo
hematopoyesis	leucocito	
sangre	eritrocito	
neutrofilo	leucopoyesis	
plaqueta	monocito	

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write

## Sistema Respiratorio

**Figura 4.10** Sopa de letras sobre el Sistema Respiratorio



faringe	alveolo
traquea	laringe
ventilacion	perfusion
vibirsas	hemoglobina
bronquiolo	bronquio

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write

## Sistema Urinario

**Figura 5.11** Sopa de letras sobre el Sistema Urinario



tubulo

bowman

asa

henle

riñon

aldosterona

secrecion

reabsorcion

angiotensina

filtracion

glomerulo

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write

## Aparato Digestivo

**Figura 6.11** Sopa de letras sobre el Aparato Digestivo



esofago

emulsificar

enterocito

pancreas

tripsina

lipasa

estomago

acino

quimiotripsina

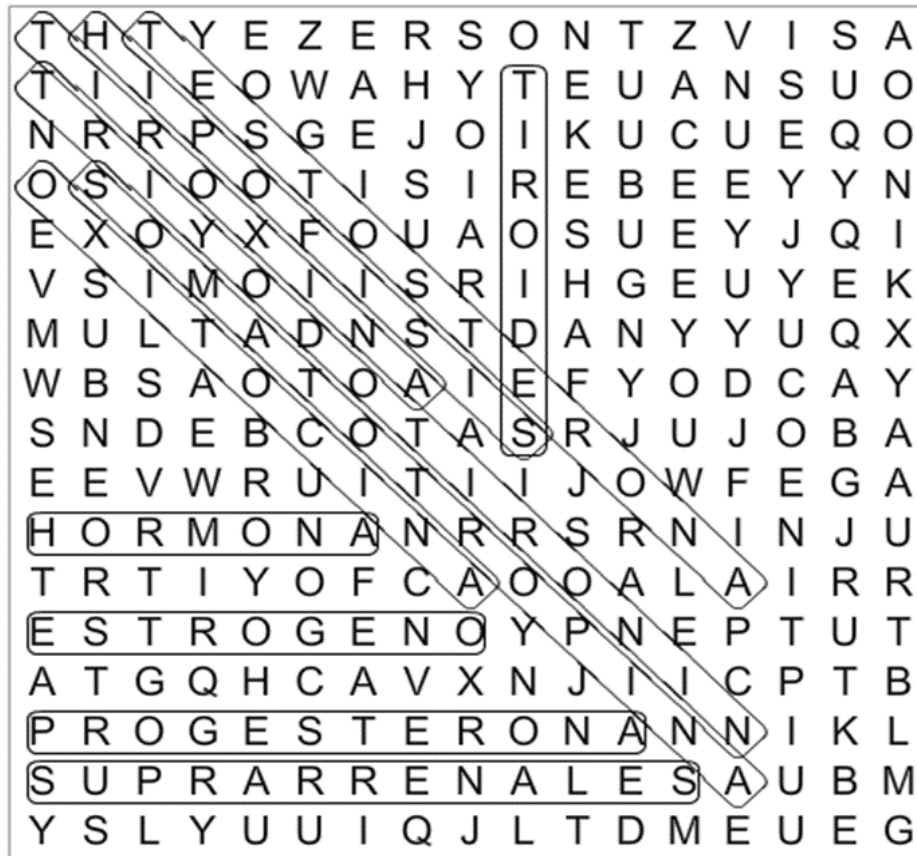
microvellosida

amilasa

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write

## Sistema Endocrino

**Figura 7.13** Sopa de letras sobre el Sistema Endocrino



tiroxina

suprarrenales

triyodotironin

somatotropina

testosterona

oxitocina

hormona

progesterona

hipofisis

tiroides

estrogeno

Fuente: Elaboración propia en Openoffice Write

**Apéndice A. Consejo Editor Universidad Autónoma de Nayarit**

PEÑA- GONZÁLEZ, Jorge Ignacio. MsC.  
Rector

Vocales

NAVARRETE - MÉNDEZ Adrián MsA.  
Secretario General

CAYEROS- LÓPEZ Laura Isabel PhD.  
Secretario de Investigación y Posgrado

GALVÁN- MEZA Norma Liliana PhD.  
Secretario de Docencia

NUÑEZ -RODRÍGUEZ Gabriel Eduardo MsC.  
Secretario de Servicios Académicos

MEZA-VÉLEZ Daniella MsD.  
Secretario de Educación Media Superior

RIVERA-GARCÍA Julio MsF.  
Secretario de Vinculación y Extensión

GÓMEZ-CÁRDENAS, Juan Francisco. MsI.  
Secretaría de Finanzas y Administración

**Apéndice B. Consejo Editor ECORFAN**

BERENJEII, Bidisha. PhD.  
Amity University, India

PERALTA-FERRIZ, Cecilia. PhD.  
Washington University, E.U.A

YAN-TSAI, Jeng. PhD.  
Tamkang University, Taiwan

MIRANDA-TORRADO, Fernando. PhD.  
Universidad de Santiago de Compostela, España

PALACIO, Juan. PhD.  
University of St. Gallen, Suiza

DAVID-FELDMAN, German. PhD.  
Johann Wolfgang Goethe Universität, Alemania

GUZMÁN-SALA, Andrés. PhD.  
Université de Perpignan, Francia

VARGAS-HERNÁNDEZ, José. PhD.  
Keele University, Inglaterra

AZIZ, POSWAL, Bilal. PhD.  
University of the Punjab, Pakistan

HIRA, Anil, PhD.  
Simon Fraser University, Canada

VILLASANTE, Sebastian. PhD.  
Royal Swedish Academy of Sciences, Suecia

NAVARRO-FRÓMETA, Enrique. PhD.  
Instituto Azerbaidzhan de Petróleo y Química Azizbekov, Rusia

BELTRÁN-MORALES, Luis Felipe. PhD.  
Universidad de Concepción, Chile

ARAUJO-BURGOS, Tania. PhD.  
Universita Degli Studi Di Napoli Federico II, Italia

PIRES-FERREIRA-MARÃO, José. PhD.  
Federal University of Maranhão, Bra



RAÚL-CHAPARRO, Germán. PhD.  
Universidad Central, Colombia

GANDICA-DE-ROA, Elizabeth. PhD.  
Universidad Católica del Uruguay, Montevideo

QUINTANILLA-CÓNDOR, Cerapio. PhD.  
Universidad Nacional de Huancavelica, Peru

GARCÍA-ESPINOSA, Cecilia. PhD.  
Universidad Península de Santa Elena, Ecuador

ALVAREZ-ECHEVERRÍA, Francisco. PhD.  
University José Matías Delgado, El Salvador.

GUZMÁN-HURTADO, Juan. PhD.  
Universidad Real y Pontifica de San Francisco Xavier, Bolivia

TUTOR-SÁNCHEZ, Joaquín. PhD.  
Universidad de la Habana, Cuba.

NUÑEZ-SELLES, Alberto. PhD.  
Universidad Evangelica Nacional, Republica Dominicana

ESCOBEDO-BONILLA, Cesar Marcial. PhD.  
Universidad de Gante, Belgica

ARMADO-MATUTE, Arnaldo José. PhD.  
Universidad de Carabobo, Venezuela

