

1. Lee y observa atentamente los siguientes textos y figuras.

EL SISTEMA RESPIRATORIO HUMANO

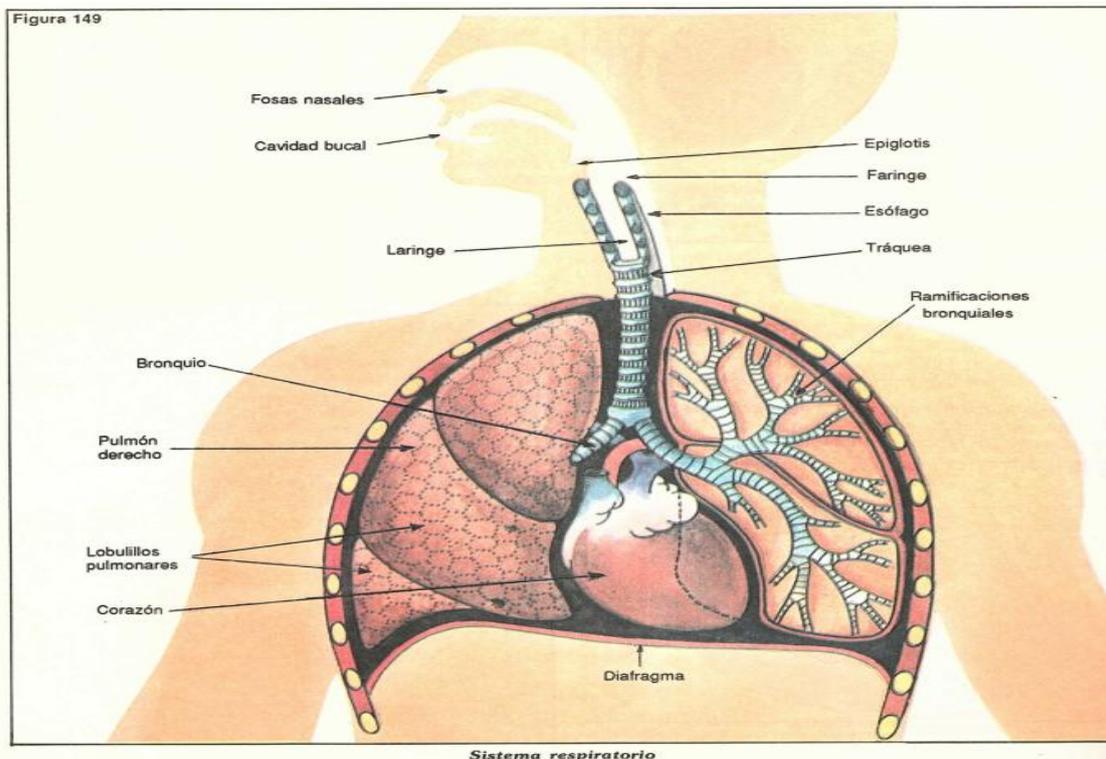
El sistema respiratorio humano se compone de un conjunto de órganos destinados al intercambio gaseoso con la atmósfera, por una parte, y con la sangre por otra.

La Fig. 149 muestra en sus posiciones relativas algunos de esos órganos.

En el sistema respiratorio se pueden distinguir dos partes:

- Los **pulmones**, órganos en los que se lleva a cabo el **intercambio gaseoso** o **hematosis**.
- La **vía aerífera** formada por los demás órganos del sistema y cuya función consiste en asegurar la entrada y salida del aire atmosférico.

— Orificios de la nariz o narinas	— Laringe
— Fosas nasales	— Tráquea
— Faringe	— Bronquios y sus ramificaciones



2 Responde el siguiente cuestionario:

- 2a Explique cómo se compone el sistema respiratorio humano.
- 2b ¿Cuáles son los órganos que lo integran? Dibuje Y explique.

LA VÍA AERÍFERA

La vía aerífera comienza en los **orificios nasales** o **narinas** por donde entra el aire.

El aire circula por las **fosas nasales** que son dos cavidades situadas en la cara, encima de la boca. El paladar separa la boca de las fosas nasales; éstas últimas tienen pelos y segregan moco. El aire que circula por las fosas nasales se filtra, calienta y humedece antes de llegar a los pulmones.

Los orificios posteriores de las fosas nasales comunican con la zona superior de la **faringe**. El aire circula por la faringe y penetra luego en la laringe que se abre por delante y debajo de la faringe.

La laringe posee las cuerdas vocales que pueden vibrar cuando sale el aire. La laringe es el órgano de la fonación.

Hacia abajo se continúa con la **tráquea** que es un tubo largo y flexible. El extremo inferior de la tráquea se divide en dos tubos semejantes a ella pero de menor diámetro: son los **bronquios**.

Los dos grandes bronquios (uno derecho y otro izquierdo) que nacen de la tráquea, penetran en su respectivo pulmón y se dividen en tres ramas el derecho y en dos el izquierdo, que a su vez continúan dividiéndose.

Los órganos que componen la vía aerífera están constituidos de manera tal que ofrecen la menor resistencia al pasaje del aire y no pueden ser aplastados por los órganos vecinos.

A este respecto es particularmente ilustrativa la anatomía de la **tráquea** y los **bronquios**, que poseen de trecho en trecho **anillos cartilaginosos** (Fig. 50). Sin embargo, tales anillos están abiertos por detrás para darle cierta elasticidad al conducto.

Además, la laringe, la tráquea y los bronquios y sus prolongaciones están revestidos por células provistas de prolongaciones o **cilias** que se mueven para enviar hacia el exterior las impurezas que trae el aire; las células ciliadas ejercen así una función de arrastre o "barrido".

LOS PULMONES: SU ESTRUCTURA

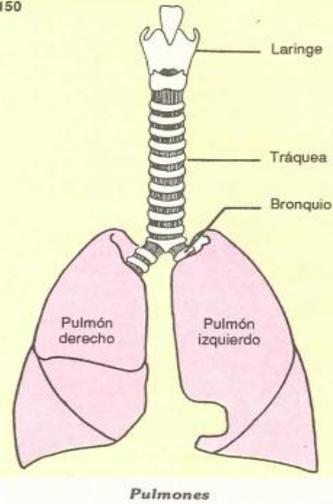
Son dos órganos esponjosos y elásticos ubicados en la cavidad torácica. Están separados por el corazón y los grandes vasos.

Son muy livianos y de textura porosa.

El pulmón derecho está dividido en tres grandes **lóbulos**. El pulmón izquierdo tiene sólo dos lóbulos (Fig. 150).

Cada lóbulo está dividido a su vez en lóbulos menores o **lobulillos pulmonares**. El límite de los lobulillos puede verse en la superficie exterior del pulmón. Cada figura poligonal, limitada por líneas oscuras corresponde a un lobulillo.

Figura 150

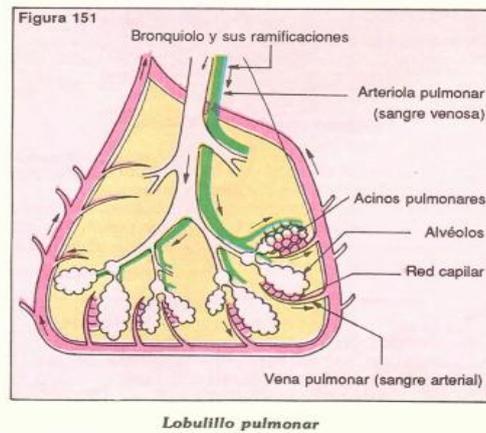


LOBULILLOS PULMONARES

A cada lóbulo pulmonar corresponde un bronquio, que como hemos dicho se ramifica abundantemente.

Los bronquios más pequeños terminan en sendos lobulillos pulmonares (Fig. 151).

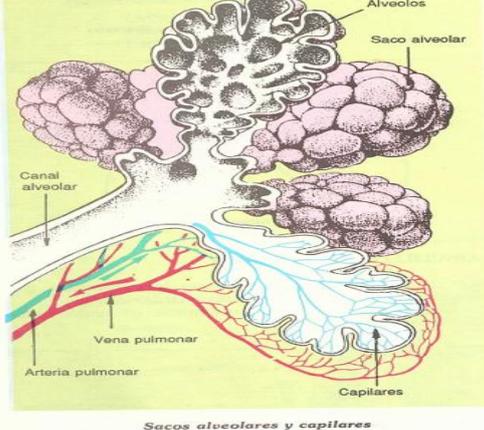
Figura 151



Un lobulillo pulmonar tiene un volumen de 1 cm³ y está unido a su bronquiolo como el fruto a su pedúnculo. Cada lobulillo está formado por una gran cantidad de **acinos pulmonares**, de 1 mm de diámetro.

Los acinos pulmonares son formaciones huecas cuyas paredes presentan cavidades semiesféricas, denominadas **alvéolos pulmonares** o **sacos alveolares** (Fig. 152).

Figura 152



EL DIAFRAGMA Y LA RESPIRACIÓN. MECÁNICA RESPIRATORIA

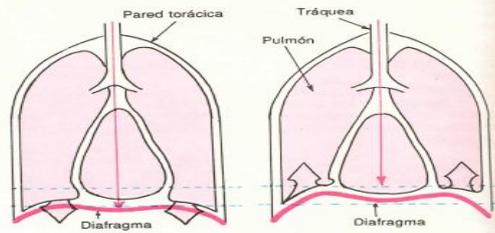
Se llama **mecánica respiratoria** al conjunto de fenómenos que aseguran la entrada y salida del aire de los pulmones.

Los movimientos respiratorios pueden alterarse voluntariamente, pero ocurren rítmicamente aunque no haya participación de la voluntad.

INSPIRACIÓN

El aire entra en los pulmones debido a la contracción del diafragma y de los músculos intercostales externos que dilatan la cavidad torácica y provocan una disminución de la presión intratorácica (Fig. 153).

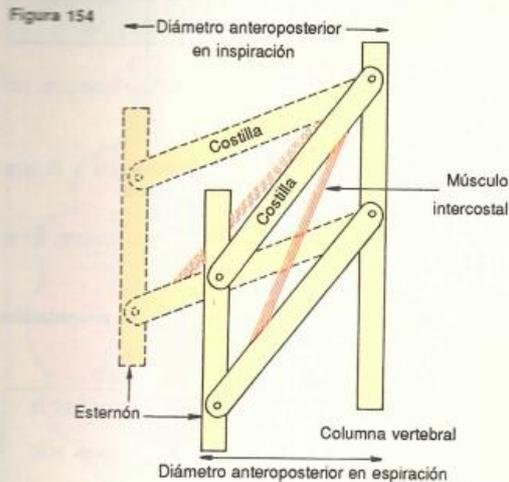
Figura 153



Los pulmones son en esencia enormes superficies respiratorias, que ocupan el menor volumen posible. Se estima que **la superficie alveolar de los pulmones humanos equivale a 80 m²**, es decir a la de un rectángulo de 10 m x 8 m.

La contracción del diafragma aumenta el diámetro vertical de la caja torácica (Fig. 154 y Trab. Práct. Nro. 12). La contracción de los músculos intercostales externos aumenta tanto el diámetro anteroposterior por elevación de las costillas, como el diámetro transversal por rotación de las costillas.

Al aumentar todos los diámetros del tórax, su presión interna disminuye y el aire exterior penetra en el sistema respiratorio (Fig. 154).



Aumento del diámetro anteroposterior del tórax en la respiración

ESPIRACIÓN

Cuando termina la contracción de los músculos inspiradores (la caja torácica y los pulmones vuelven a su posición de reposo) y en consecuencia, los diámetros del tórax se reducen otra vez y el pulmón, por su elasticidad, se retrae. La consecuencia es que el aire es expulsado, por aumento de la presión intratorácica.

La inspiración es activa.
La espiración normal es pasiva.

FRECUENCIA RESPIRATORIA

La frecuencia respiratoria es el número de respiraciones por minuto.

La frecuencia respiratoria normal en reposo

Hombre adulto	=	16 por minuto
Mujer adulta	=	18 por minuto
Recién nacido	=	44 por minuto
Niño 1 a 5 años	=	25 por minuto

La frecuencia y el ritmo respiratorio pueden ser modificados voluntariamente.

También pueden alterarse la profundidad e intensidad de las inspiraciones. Así como forzar las espiraciones.

El esfuerzo muscular, la tos, la risa, el estomudo y el bostezo modifican los movimientos respiratorios.

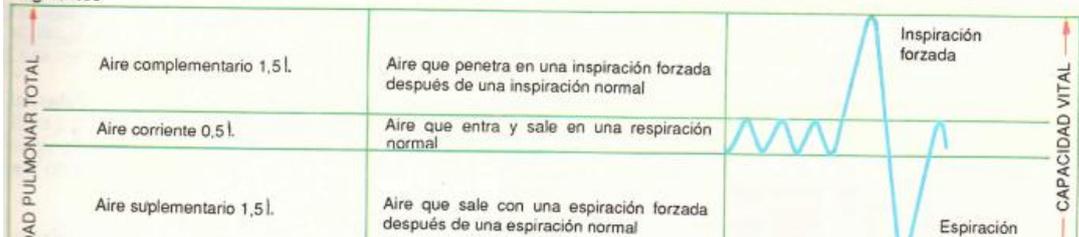
La respiración normal se llama **eupnea**.
La respiración con dificultad es la **disnea**.

Se llama **capacidad vital** a la suma de los volúmenes correspondientes al **aire corriente**, **aire complementario** y **aire suplementario**.

Aire corriente	=	0,5 l
Aire complementario	=	1,5 l
Aire suplementario	=	1,5 l
Capacidad vital	=	3,5 l

La capacidad vital (3,5 l de aire) más el aire residual es la **capacidad pulmonar total**, que alcanza normalmente a 5 l (Fig. 155).

Figura 155



2c Teniendo en cuenta la vía aerífera explique ¿Cómo es el proceso de la respiración?

2d ¿Cómo es la estructura de los pulmones?

2e Explique los lobulillos pulmonares. Dibújelo.

2f Investigue ¿Cómo es y qué función cumple el diafragma?

INTERCAMBIOS GASEOSOS DE LA RESPIRACIÓN

Conviene recordar que el aire es mezcla de gases. Cada uno de los componentes de esa mezcla tiene peso.

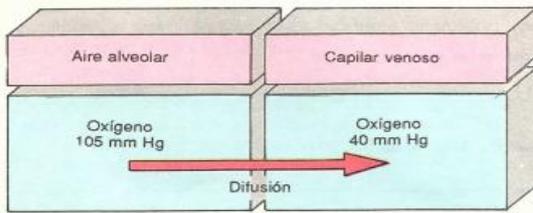
La presión atmosférica que actúa sobre la superficie de los seres vivos, equivale a la suma de las presiones que ejercen cada uno de los gases que componen el aire atmosférico.

La presión atmosférica total, medida en milímetros de mercurio (mm Hg) equivale a **760 mm Hg**.

- El **nitrógeno (N)**, que constituye el 79% del aire ejerce una presión parcial de 600 mm Hg.
- El **oxígeno (O₂)** constituye el 20,9% y ejerce una presión parcial de 159 mm Hg.
- El **dióxido de carbono (CO₂)** representa sólo el 0,03 del aire y su presión parcial es de 0,23 mm Hg.

Durante la respiración se producen intercambios de gases. Para poder interpretar esos intercambios es necesario recordar que **los gases difunden** desde el lugar donde tienen mayor presión, hacia donde su presión es menor. El siguiente ejemplo lo aclara:

— Si la presión parcial del oxígeno en el **alveolo pulmonar** es de 105 mm Hg y en el **capilar venoso** es de 40 mm Hg, el **oxígeno se difunde desde el aire alveolar a la sangre venosa**



Los intercambios gaseosos dependen de las diferencias de la presión que se encuentran el O₂ y el CO₂ en el aire, los alveolos pulmonares, la sangre y los tejidos.

Los intercambios gaseosos que ocurren en la respiración pueden dividirse en:

- 1) Intercambios entre el aire atmosférico y el aire alveolar. Es la **respiración externa**.
- 2) Intercambios entre los alveolos y la sangre. Es la **respiración interna**.
- 3) Intercambios en los tejidos. Es la **respiración tisular**.

El nitrógeno es un gas inerte y no interviene en la respiración. Por lo tanto, para las ulteriores reflexiones sólo tendremos en cuenta el O₂ y el CO₂.

Intercambio de gases entre:

- a) Los alveolos pulmonares y la sangre.
- b) La sangre y las células de los tejidos.

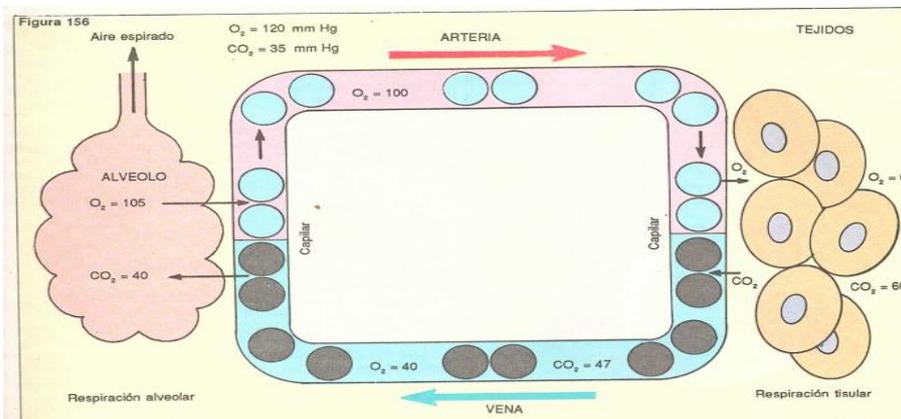
En el **alveolo** la presión parcial del oxígeno (que está mezclado con CO₂ y vapor de agua) es de **105 mm Hg**. En la sangre venosa que retorna al pulmón, después de haber cedido oxígeno a los tejidos, la presión es de **40 mm Hg**. El O₂ difunde del alveolo a la sangre venosa, la cual transformada en **sangre arterial**, retorna a los tejidos con una presión parcial de oxígeno de **100 mm Hg**.

La sangre que llega al alveolo, procedente de los tejidos, no sólo es pobre en oxígeno, sino rica en CO₂ con una presión de **47 mm Hg**. Con la inspiración y la espiración el aire alveolar se renueva.

En la **sangre arterial que llega a las células**, el oxígeno tiene una presión de **100 mm Hg**; en el **citoplasma celular** la presión es 0 (cero) porque se ha consumido por lo tanto el **oxígeno se difunde del capilar hacia las células**.

En las **células**, como consecuencia de la respiración celular, se ha producido un aumento de CO₂ que se halla a una presión de **60 mm Hg**. Este gas difunde hacia la sangre donde su presión (40 mm Hg) es menor.

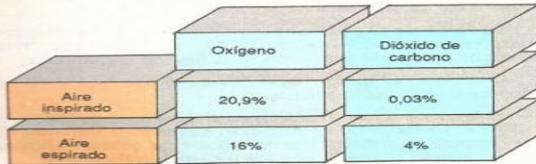
La sangre cargada con mayor cantidad de CO₂ cede parte de éste al alveolo, donde la presión es menor.



2g ¿Cuáles son las frecuencia respiratoria que tienen los niños de 0 a 5 años y cuales mujeres y hombres adultos?

La Fig. 156 muestra cómo se produce la difusión de los gases.

Después del intercambio de gases en los pulmones, el aire espirado tiene menos oxígeno y más dióxido de carbono que el aire inspirado.



Los intercambios de O_2 y CO_2 entre el aire alveolar y la sangre que circula por los capilares pulmonares se deben a las diferencias entre las presiones parciales de esos gases. Lo propio ocurre en el nivel de los tejidos del cuerpo.

TABLA 2.5 PRESIONES PARCIALES DEL OXÍGENO Y DEL DIÓXIDO DE CARBONO

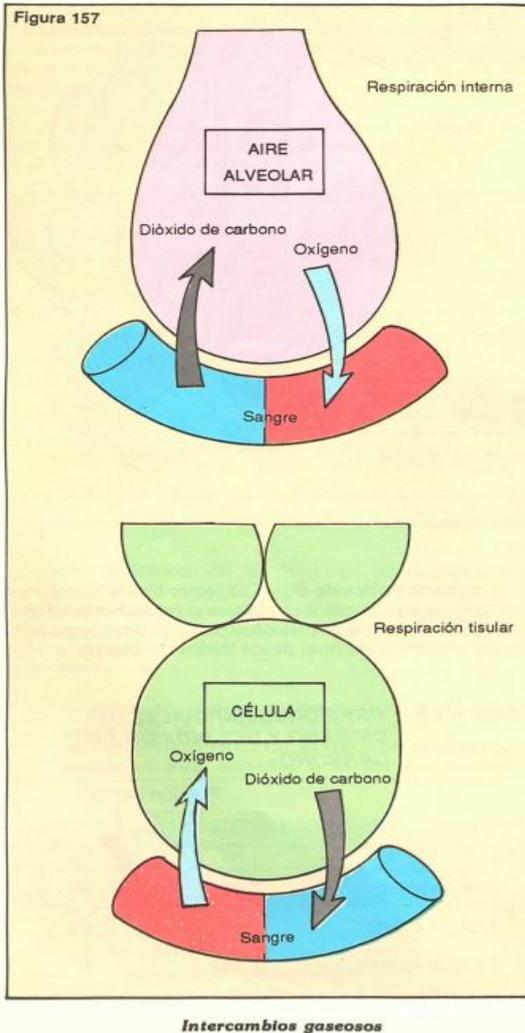
	Presión parcial en mmHg	
	O_2	CO_2
Aire alveolar	105	40
Sangre arterial	100	40
Sangre venosa	40	47
Tejidos	0	60

La Tabla 2.5 aclara y complementa lo explicado en la Fig. 157 y pone también en evidencia que, tanto la sangre arterial como la venosa, contienen oxígeno y dióxido de carbono.

TRANSPORTE DEL O_2 Y CO_2 POR LA SANGRE

El oxígeno se combina con la **hemoglobina** de los glóbulos rojos en la fase alveolar (**hematosis**), y es transportado por la sangre en forma de un compuesto químico, la **oxihemoglobina**, que se descompone fácilmente al llegar a los tejidos, para ceder el O_2 y quedar reducida otra vez a hemoglobina.

El CO_2 eliminado por las células, forma en el plasma un compuesto llamado **bicarbonato**. El plasma lo conduce hasta los alveolos. Allí el bicarbonato, sustancia muy inestable, se descompone y cede el CO_2 que pasa al alveolo. Otra parte del CO_2 llega al alveolo disuelto en el plasma; además, los glóbulos rojos también transportan un porcentaje menor de CO_2 .



REGULACIÓN DE LA RESPIRACIÓN

La actividad respiratoria está regida por un centro respiratorio situado en el **bulbo raquídeo**.

La destrucción de los centros bulbares detiene todos los fenómenos respiratorios y sobreviene la muerte.

Los impulsos nerviosos que provienen de la corteza cerebral, es decir los que resultan de actos voluntarios, pueden modificar la frecuencia respiratoria, detener temporariamente la respiración y modificar la profundidad de las inspiraciones y la intensidad de las espiraciones.

REGULACIÓN QUÍMICA DE LA RESPIRACIÓN

El principal agente químico que actúa sobre la respiración es el CO_2 .

Los aumentos del CO_2 en el aire alveolar, y por consiguiente en la sangre, actúan intensificando la frecuencia y profundidad respiratorias. La presión parcial del CO_2 aumentada en la sangre actúa doblemente, porque lo hace directamente sobre el centro bulbar, al ser irrigado por esa sangre con mayor contenido de CO_2 y también tiene una acción indirecta a través de **centros quimiorreceptores que hay en el cayado de la aorta y en la carótida primitiva derecha**.

Esos centros están vinculados por fibras nerviosas con el centro bulbar respiratorio.

La falta de O_2 aumenta también la ventilación pulmonar, pero la acción del exceso de CO_2 es mucho más intensa e importante en la regulación de la función respiratoria.

Cuando el CO_2 alcanza el 4% en el aire ambiental se duplica la ventilación pulmonar.

Si la concentración del CO_2 en el aire inspirado supera el 4% y sigue subiendo se empiezan a presentar síntomas de anomalía: disnea - mareo - dolor de cabeza - rigidez muscular - espasmo de la glotis y hasta inconsciencia.

2h Explique ¿Que es intercambio gaseoso en la respiración? ¿Cómo y dónde se produce? ¿Qué tienen que ver los alveolos pulmonares?

2i De una breve explicación del transporte de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre.

Director: Profesor Manuel Nuñez

