

**TEMA Nº 4.- APARATO RESPIRATORIO HUMANO****INTRODUCCIÓN**

Los nutrientes, procedentes de los alimentos digeridos, al llegar a las células de nuestro organismo, deben ser utilizados por estas, y esa utilización consiste en su oxidación, es decir su combinación con el oxígeno para liberar energía que va a ser empleada por el organismo para realizar sus funciones vitales. En ese proceso de oxidación se desprende anhídrido carbónico como producto de desecho. Tanto el oxígeno como el anhídrido carbónico son compuestos que en estado normal son gases, por esta razón se hace necesaria, en los organismos, la existencia de un aparato encargado de efectuar un intercambio de gases con el medio que los rodea. Este es *el aparato respiratorio*.

**1.- CONSTITUCIÓN DEL APARATO RESPIRATORIO**

La especie humana posee un aparato respiratorio pulmonar, en el que se pueden distinguir las siguientes partes: *fosas nasales, boca, faringe, laringe, tráquea, bronquios y pulmones*. La *boca* y la *faringe* han sido estudiadas en el tema anterior. Solamente en estos últimos tiene lugar el intercambio de gases con la sangre, las restantes partes, llamadas *vías respiratorias*, son conductos que llevan el aire desde el exterior hasta los *pulmones* (figura 4.1).

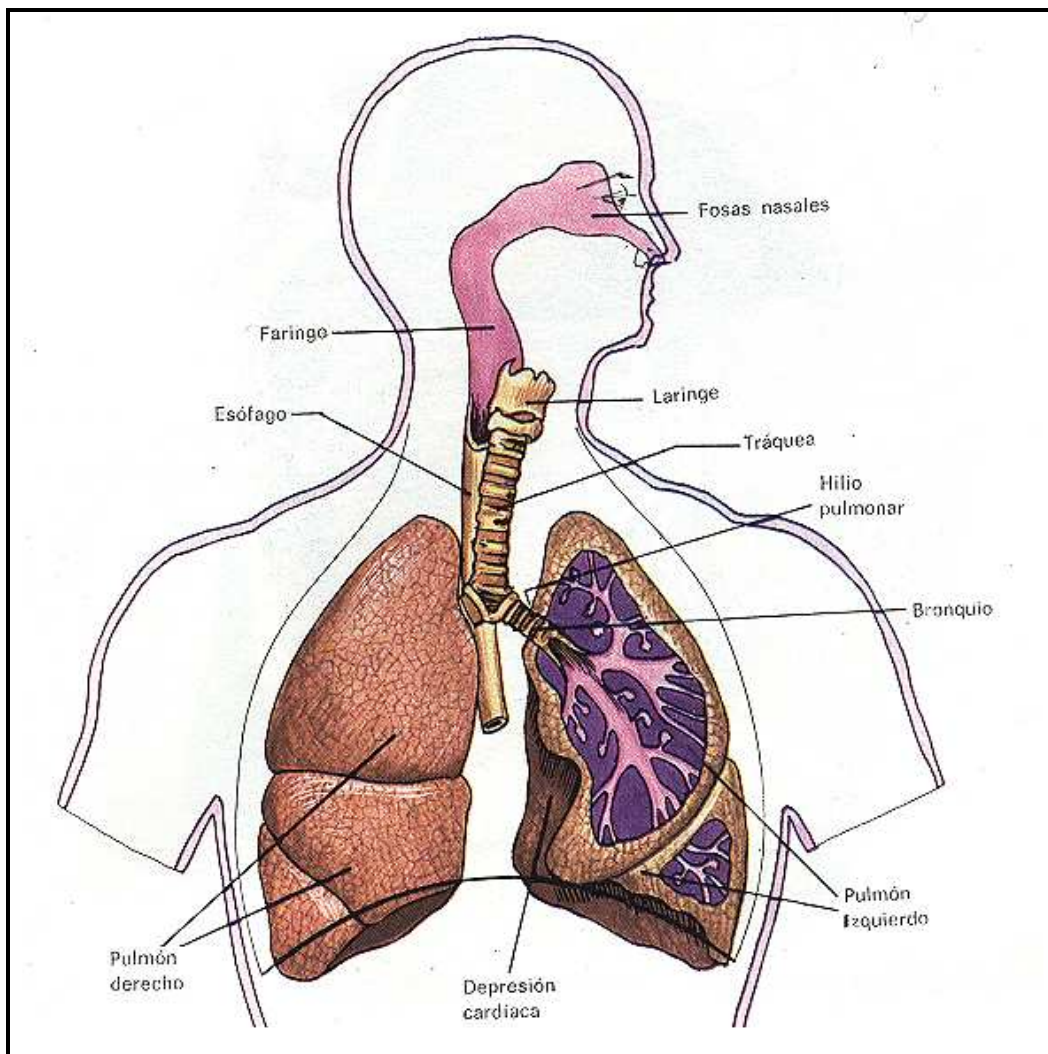
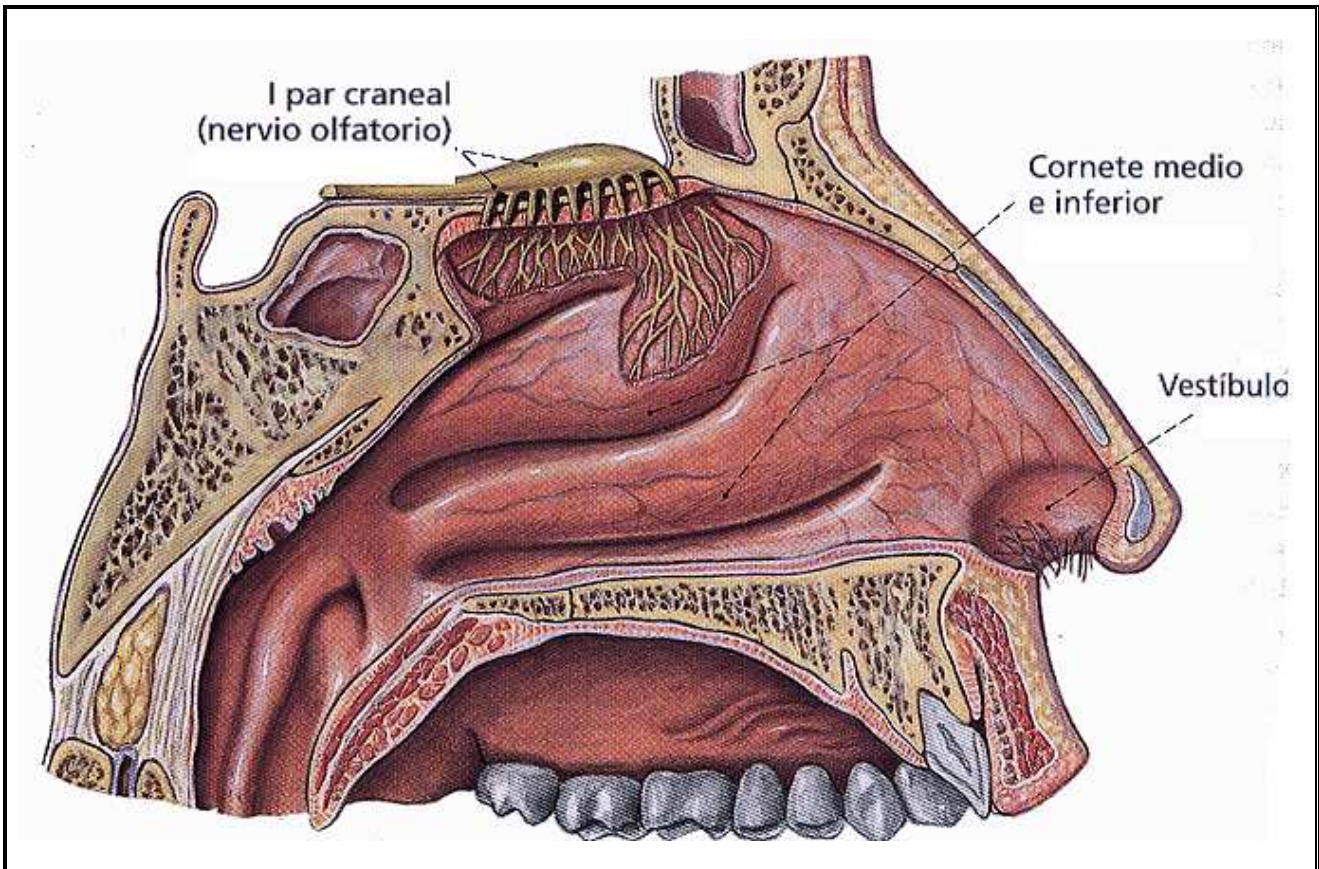


Figura 4.1.- Aparato respiratorio.

### 1.1.- Fosas nasales

Son dos cavidades situadas encima de la boca y separadas de ella por el paladar y entre sí por el llamado tabique nasal. Se abren al exterior por los orificios de la nariz o *narinas*, y posteriormente están comunicadas con la *faringe* por unos orificios que reciben el nombre de *coanas* (figura 4.2)

Internamente las paredes de las *fosas nasales* están constituidas por varios huesos del cráneo y de la cara y por los cartílagos que forman la nariz. Las paredes laterales poseen unos salientes en forma de láminas enrolladas denominados *cornetes*. Existen tres *cornetes* en cada fosa nasal, *superior, medio e inferior* (figura 4.2)



**Figura 4.2.-** Fosas nasales. Pared lateral izquierda de la cavidad nasal. En la porción superior (zona olfatoria) se ha retirado parcialmente la mucosa.

Todo el interior de las *fosas nasales* se encuentra revestido por una membrana llamada *pituitaria*, en la que se encuentran localizados los terminales nerviosos que se encargan de captar las sensaciones del olfato. Además la *pituitaria* tiene como función calentar y limpiar el aire que penetra desde el exterior.

### 1.2.- Faringe

Es un órgano que forma parte también del tubo digestivo y en él ha sido estudiada (ver figura 3.7 del tema nº 3)

### 1.3.- Laringe

Situada al comienzo de la *tráquea* (figura 4.4), ocupa el extremo superior de la parte anterior del cuello, donde hace prominencia mediante un saliente denominado vulgarmente nuez. Sus paredes se encuentran reforzadas por varios cartílagos, que son los siguientes (figura 4.3).



a) **Cartílago tiroides.** Es el de mayor tamaño, de forma arqueada, abierta por detrás y presenta, en su cara anterior, el saliente que forma la nuez.

b) **Cartílago cricoides.** Tiene forma de anillo, más estrecho por delante que por detrás, se sitúa debajo del anterior.

c) **Cartílagos aritenoides.** Son dos, muy pequeños y se hallan englobados por los músculos, se sitúan encima de la parte ancha del *cricoides*.

d) **Cartílago epiglótis.** A modo de tapadera puede cerrar la *laringe* por arriba.

Estos cartílagos se unen entre sí mediante músculos y ligamentos. La *laringe* se encuentra unida a un hueso situado encima de ella, el hueso *hioides*, unida a él mediante un ligamento, la *membrana tirohioidea*.

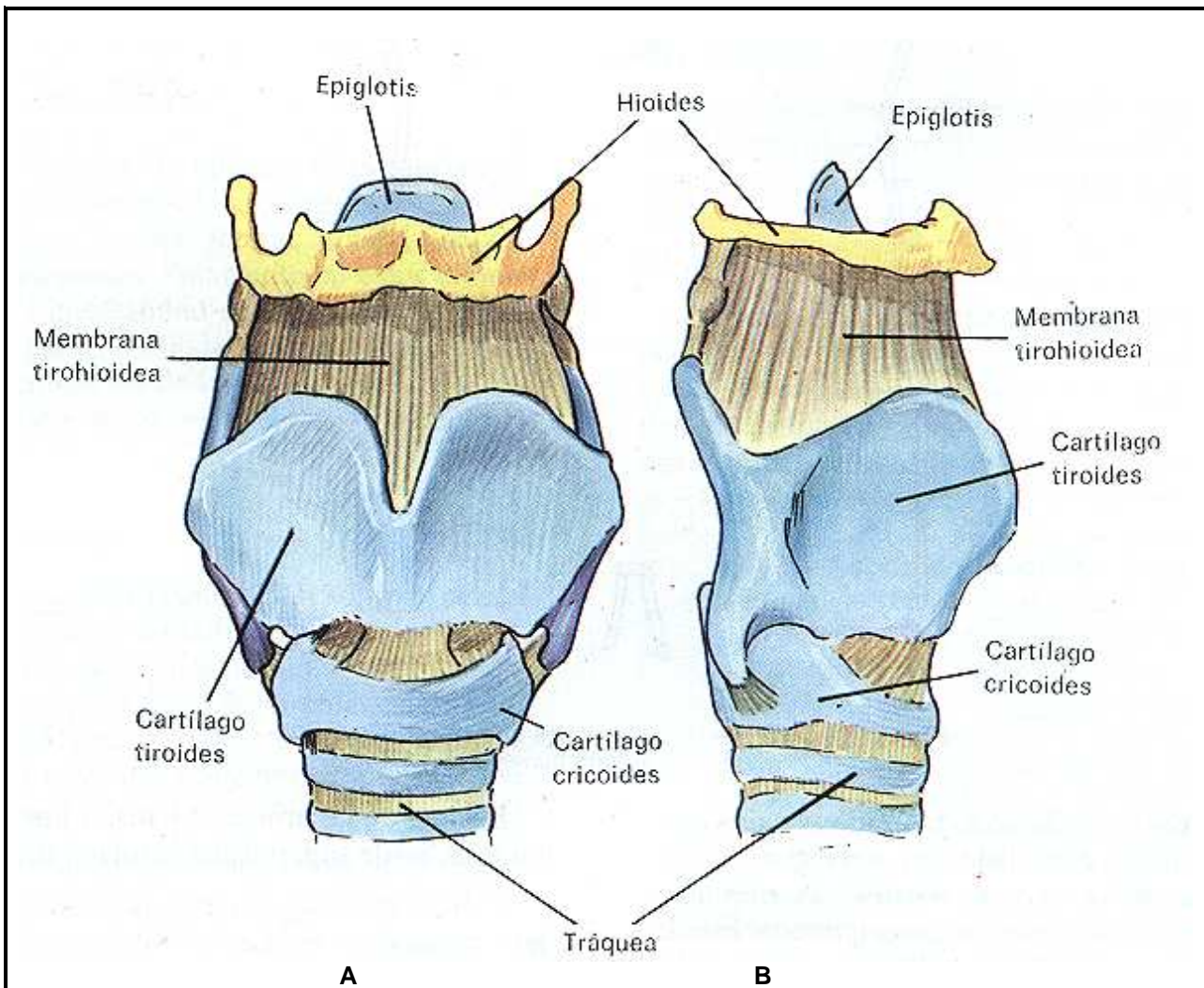
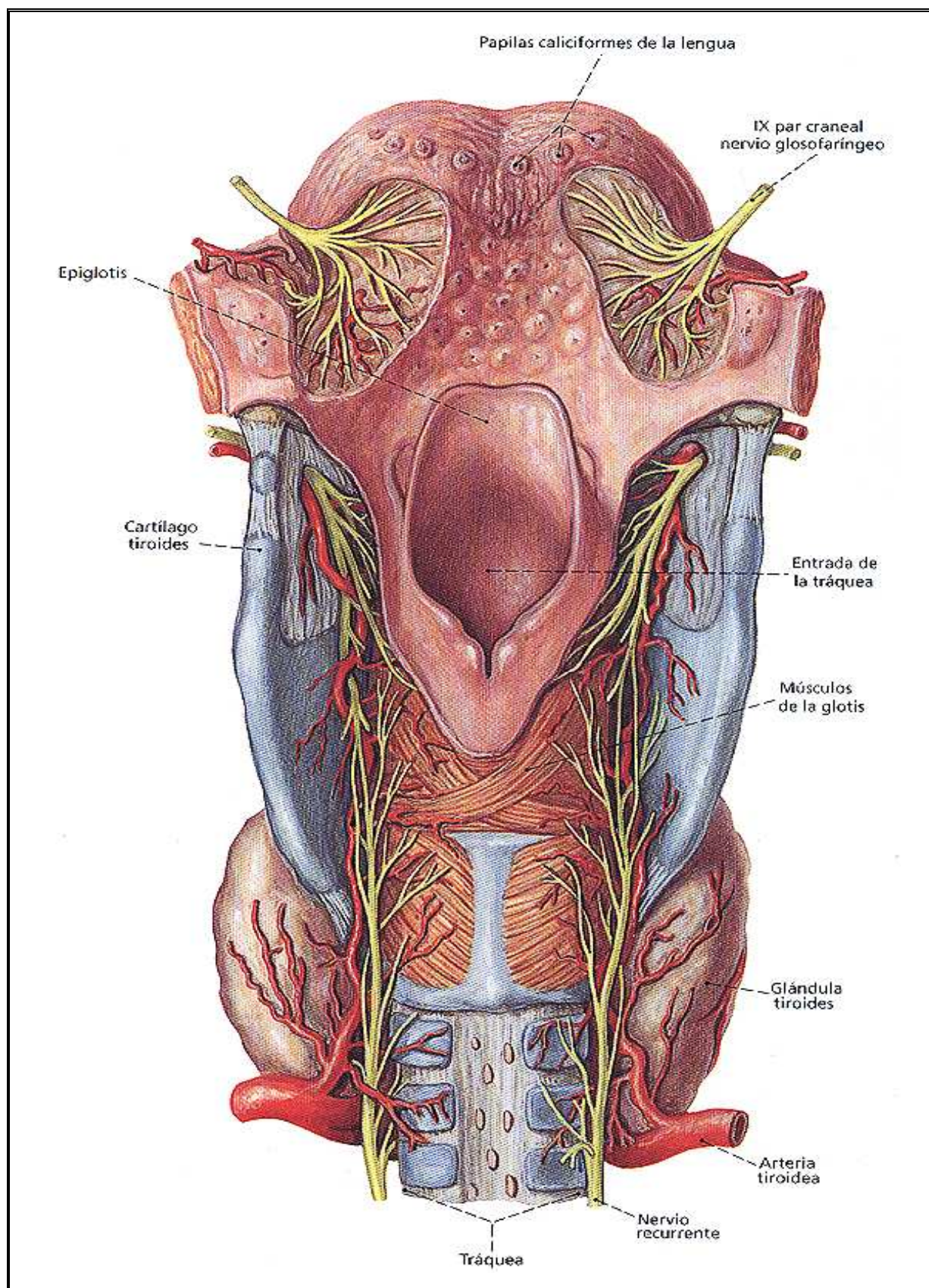


Figura 4.3.- Laringe: A. Vista anterior. B. Vista lateral.

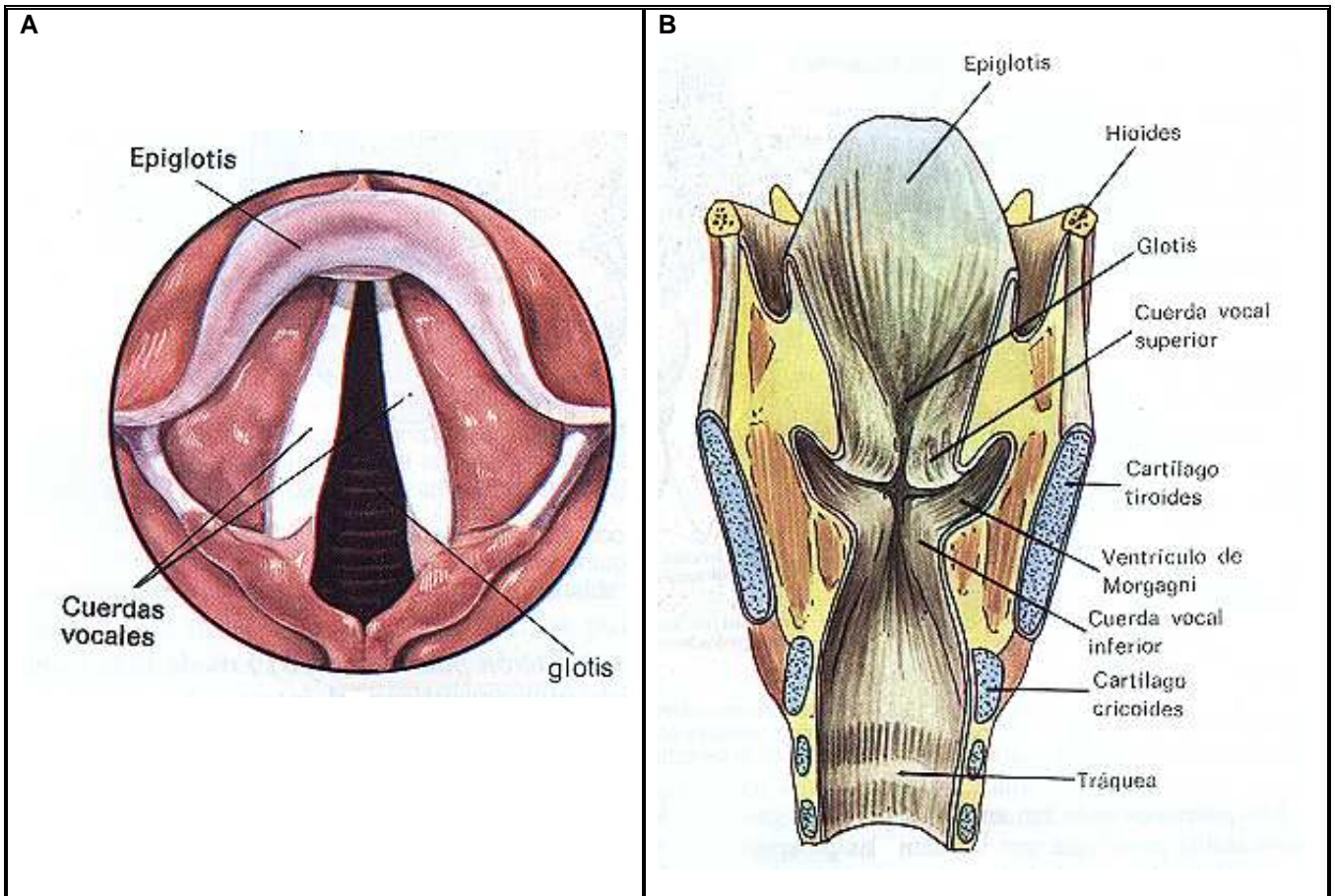
Internamente, la *laringe*, está tapizada por una mucosa y presenta unos repliegues, dos a cada lado. Los repliegues inferiores de cada lado constituyen las denominadas cuerdas vocales. Los superiores reciben el nombre de bandas ventriculares.

Entre la banda ventricular y la cuerda vocal de cada lado, quedan unos huecos denominados *ventrículos de Morgagni*. Las cuerdas vocales limitan un orificio de sección triangular, la *glotis*, que comunica con la *tráquea* (figura 4.5).



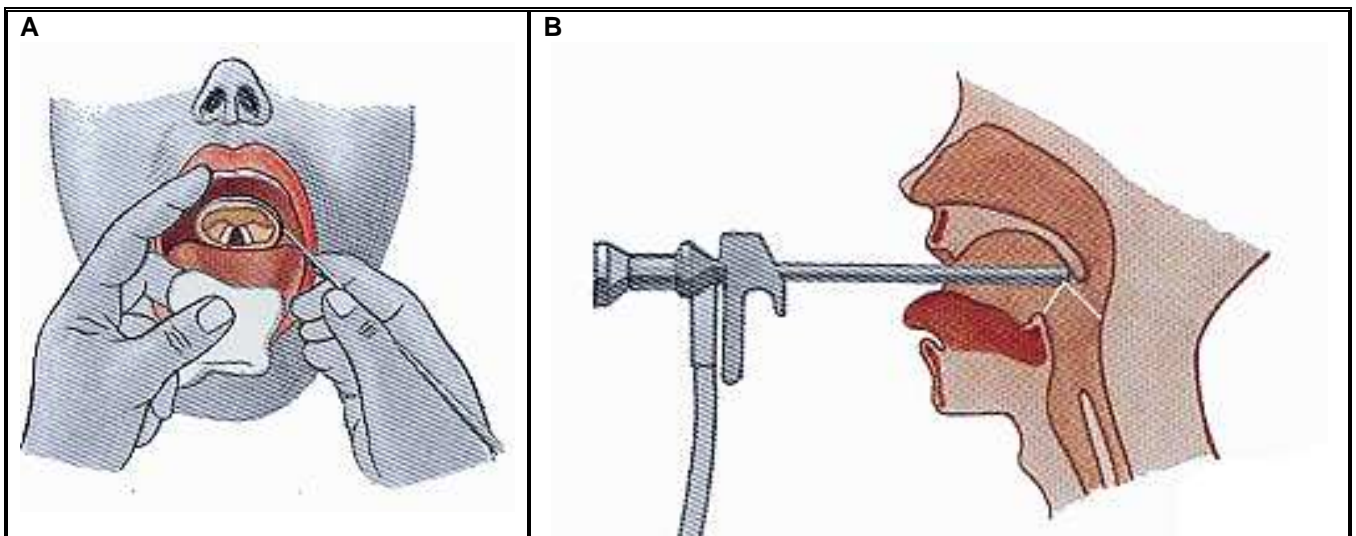
**Figura 4.4.-** Partes de la Laringe con la raíz de la lengua, vistas de atrás a delante. Para representar la inervación de la lengua se ha retirado parcialmente la mucosa.



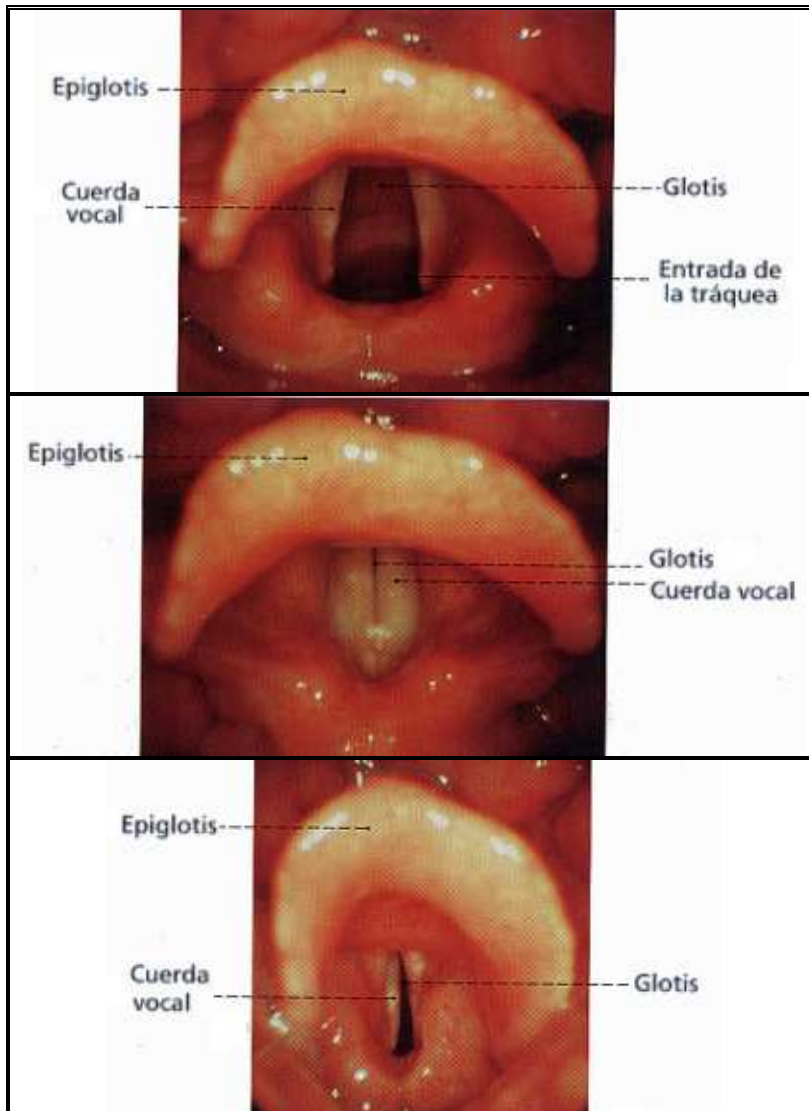


**Figura 4.5.-** A. La laringe vista por la cara superior. B. Corte longitudinal de la laringe.

Se puede observar la laringe mediante la técnica denominada laringoscopia. La laringoscopia se puede realizar de manera directa (figura 4.6 A) y de manera indirecta (figura 4.6 B). En las figuras 4.7, 4.8 y 4.9, se pueden observar imágenes de la glotis mediante laringoscopia directa.



**Figura 4.6.-** Laringoscopia. En la laringoscopia indirecta (A) se retira la lengua hacia delante para conseguir espacio para el espejo. La laringoscopia directa (B) se realiza a través de un fino tubo metálico dotado de una lente.



**Figura 4.7.-** Posición de las cuerdas vocales en la laringoscopia directa. Al respirar la glotis está completamente abierta.

**Figura 4.8.-** Posición de las cuerdas vocales en la laringoscopia directa. Al hablar la glotis está cerrada

**Figura 4.9.-** Posición de las cuerdas vocales en la laringoscopia directa. Al susurrar la glotis está un poco abierta.

#### 1.4.- Tráquea

Estructura tubular de unos 12 cm de longitud y 2 cm de diámetro, situada a continuación de la *laringe*. Discurre, por delante del *esófago*, por la parte anterior del cuello, penetrando en el pecho donde se bifurca en dos ramas que son los *bronquios*. Su pared está reforzada por una serie de cartílagos en forma de **C**, ya que se hallan abiertos por su parte posterior. Gracias a ellos, la luz de la *tráquea* siempre se mantiene abierta (figuras 4.10 y 4.11).

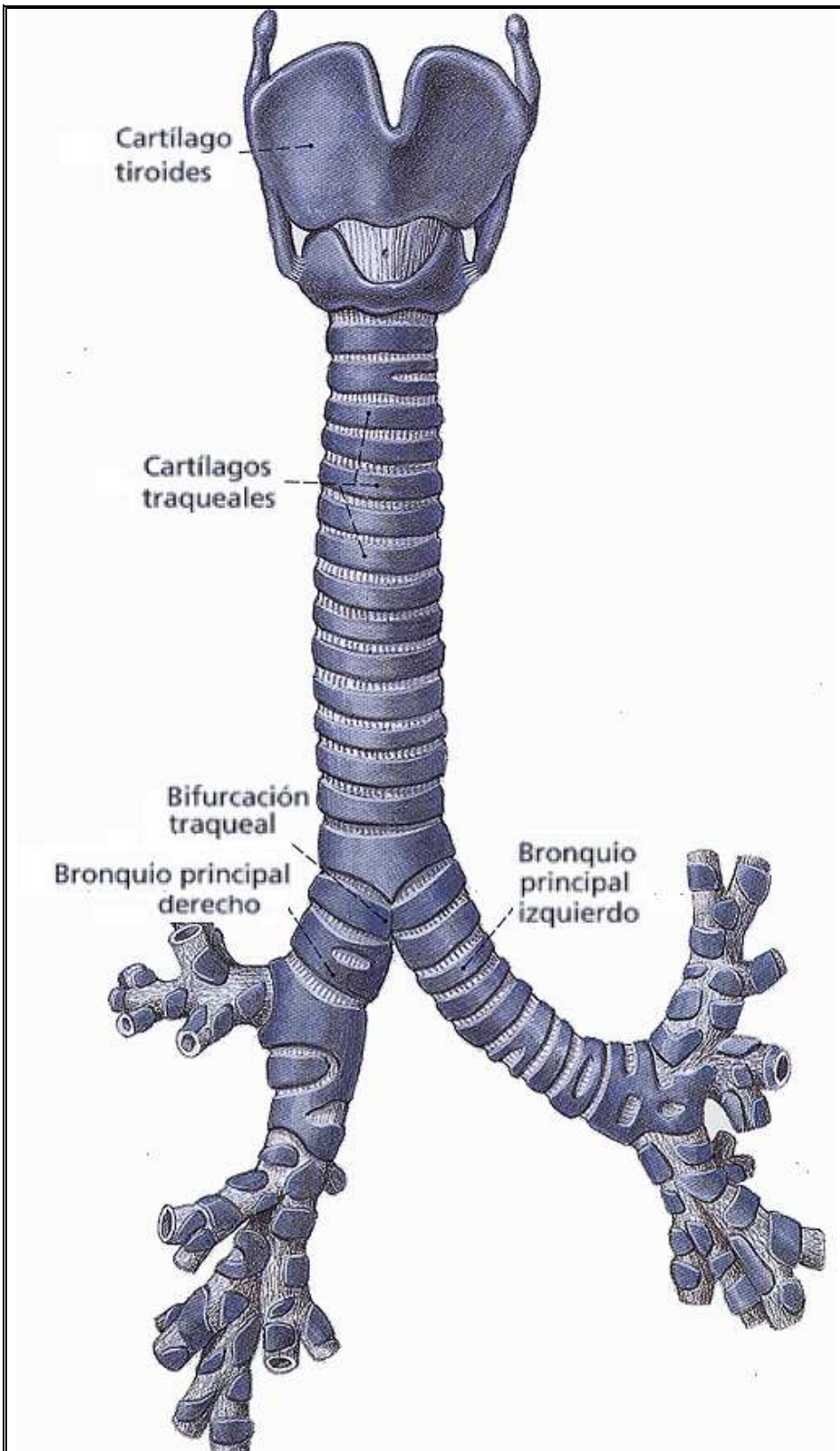
Internamente está tapizada por un epitelio prismático ciliado cuya misión es impedir el paso de partículas de polvo. Entre las células de este epitelio también se encuentran células caliciformes que elaboran una sustancia denominada *mucus* que tiene por función lubricar la mucosa de la *tráquea* y humedecer el aire.

#### 1.5.- Bronquios

Reciben este nombre las dos ramas en que se bifurca la tráquea en el pecho (figuras 4.10 y 4.11), cada una de las cuales penetra en el interior de los *pulmones* donde se ramifican en tubos cada vez más finos denominados *bronquios secundarios*, *terciarios*, etc. hasta llegar a formar los finísimos *bronquiolos*, que terminan en unos ensanchamientos, denominados *vesículas* o *sáculos pulmonares*, cuyas paredes presentan unas abolladuras denominadas *alvéolos pulmonares*, de tal forma que, vistos por fuera, recuerdan el fruto de la zarzamora (figura 4.12).

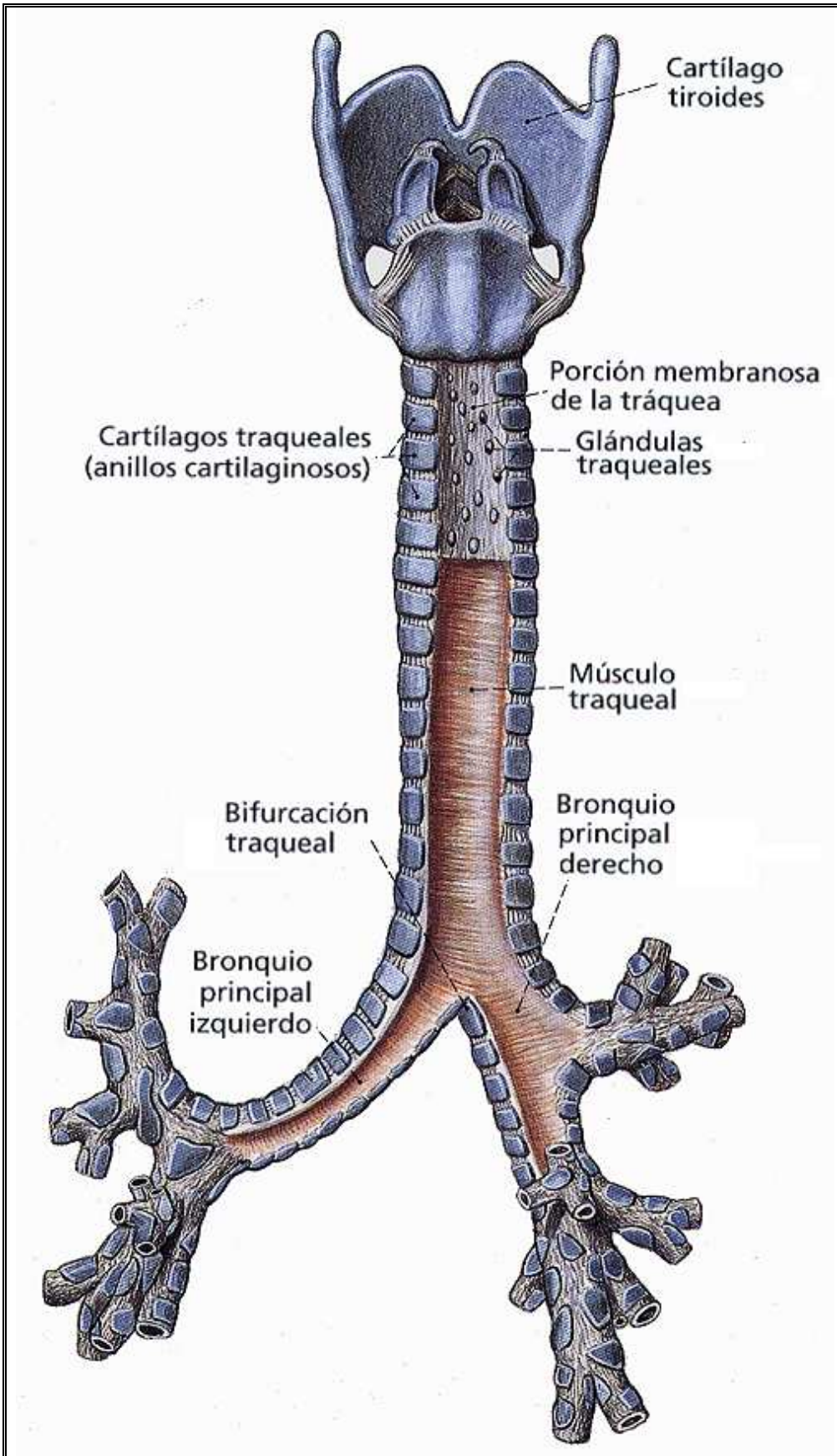
Todo el conjunto de *bronquios* adopta un aspecto muy parecido a la ramificación de un árbol, de ahí que se le denomine *árbol bronquial*.

Los *alvéolos* están rodeados por una red de capilares, arteriolas y vénulas, lo que permite el intercambio de gases entre el interior de dichos *alvéolos* y la sangre (figura 4.12).



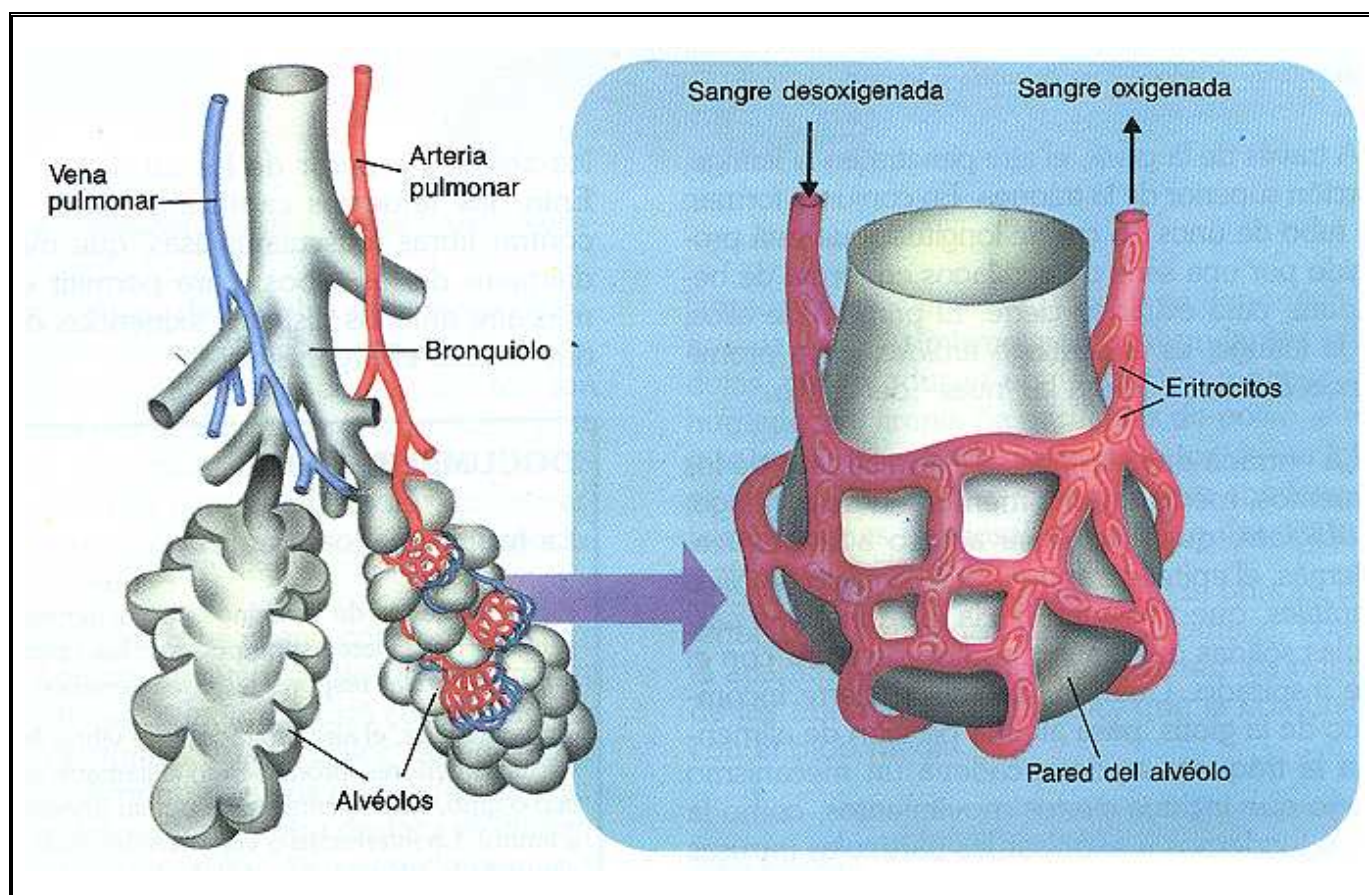
**Figura 4.10.-** Esqueleto cartilaginoso de la laringe, la tráquea y los bronquios, visión anterior. Obsérvese como curiosidad que el bronquio principal derecho tiene un trayecto claramente más recto que el izquierdo.





**Figura 4.11.-** Esqueleto cartilaginoso de la laringe la tráquea y los bronquios, visión posterior. La tráquea y los bronquios están formados por anillos cartilagosos que tienen forma de una C abierta hacia atrás. Entre los extremos del anillo se extiende, a lo largo de toda la tráquea, una membrana de tejido conjuntivo que alberga un músculo en forma de anillo. Además, la membrana está recubierta por una fina capa mucosa que en el tercio superior de la tráquea ha sido retirada. En la porción visible de la capa mucosa pueden verse pequeñas glándulas mucosas ovaladas.





**Figura 4.12.-** Bronquiolos terminados en unas vesículas pulmonares con su pared de alvéolos y la red vascular de capilares sanguíneos que los envuelve. Detalle de un alvéolo rodeado por capilares sanguíneos.

### 1.6.- Pulmones

Son dos órganos esponjosos de color rosado que ocupan casi toda la cavidad torácica.

Tienen forma piramidal con el vértice dirigido hacia arriba y la base apoyada sobre el diafragma y son de caras curvas (figura 4.13).

El pulmón derecho (figuras 4.14 y 4.16) es mayor que el izquierdo (figuras 4.15 y 4.17) y se encuentra dividido en tres lóbulos por unos profundos surcos. El izquierdo sólo presenta dos lóbulos y en su cara interna tiene una profunda hendidura en la cual se aloja el corazón.

Estructuralmente están constituidos por:

**a) Ramificación del árbol bronquial**, constituida por los conductos que se forman al ramificarse los bronquios.

En la figura 4.19 se muestra una radiografía en la que se puede observar la ramificación del árbol bronquial

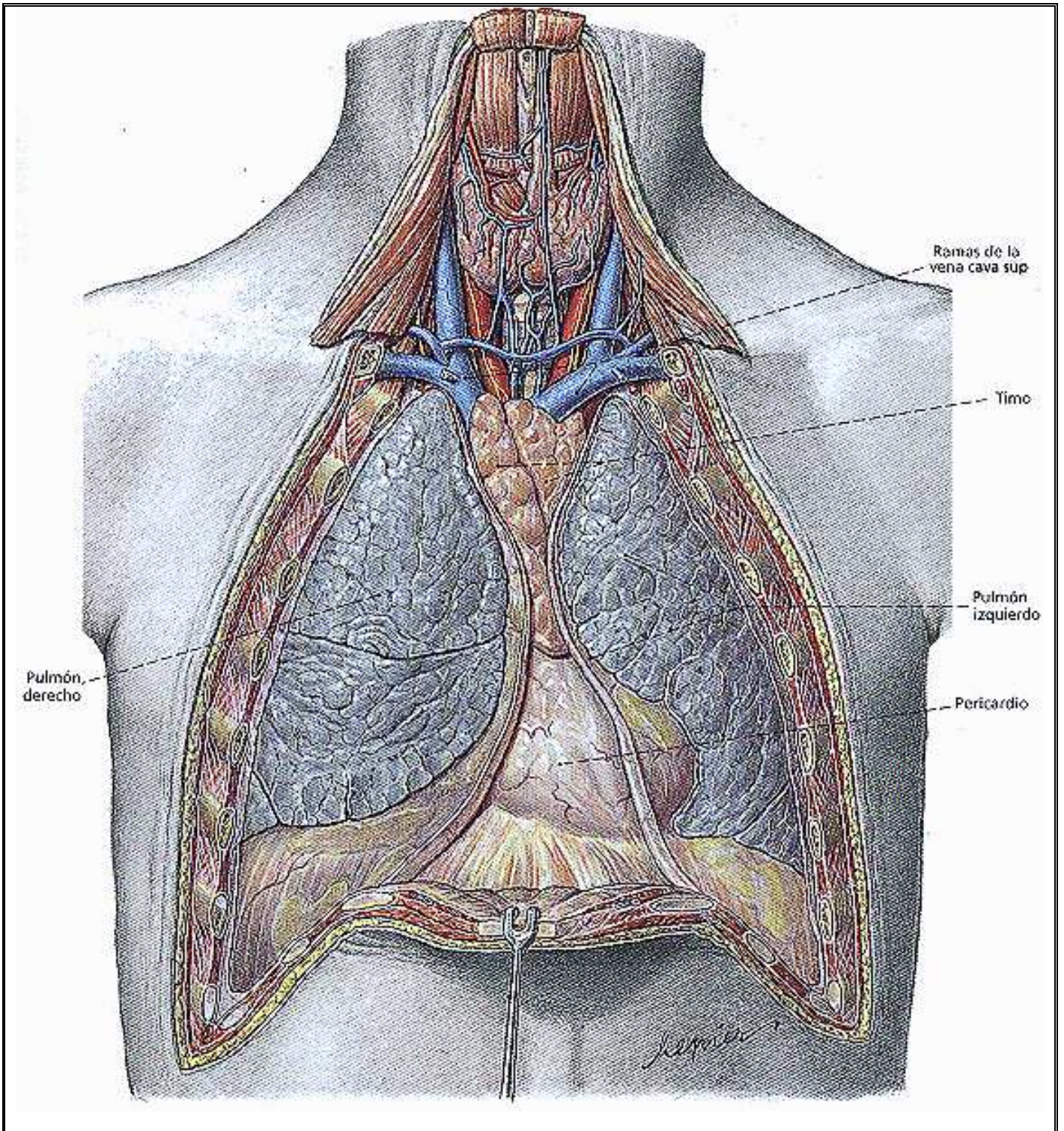
**b) Ramificación de vasos sanguíneos**, arterias y venas, así como ramificación de nervios.

**c) Tejido conjuntivo**, que rellena los huecos que dejan las ramificaciones anteriores.

Externamente, se encuentran recubiertos por unas membranas que reciben el nombre de *pleuras* y son dos, una externa y otra interna, llamadas respectivamente *parietal* y *visceral*. La pleura parietal tapiza la *cavidad torácica* internamente y la pleura visceral tapiza los *pulmones* (figura 4.18).

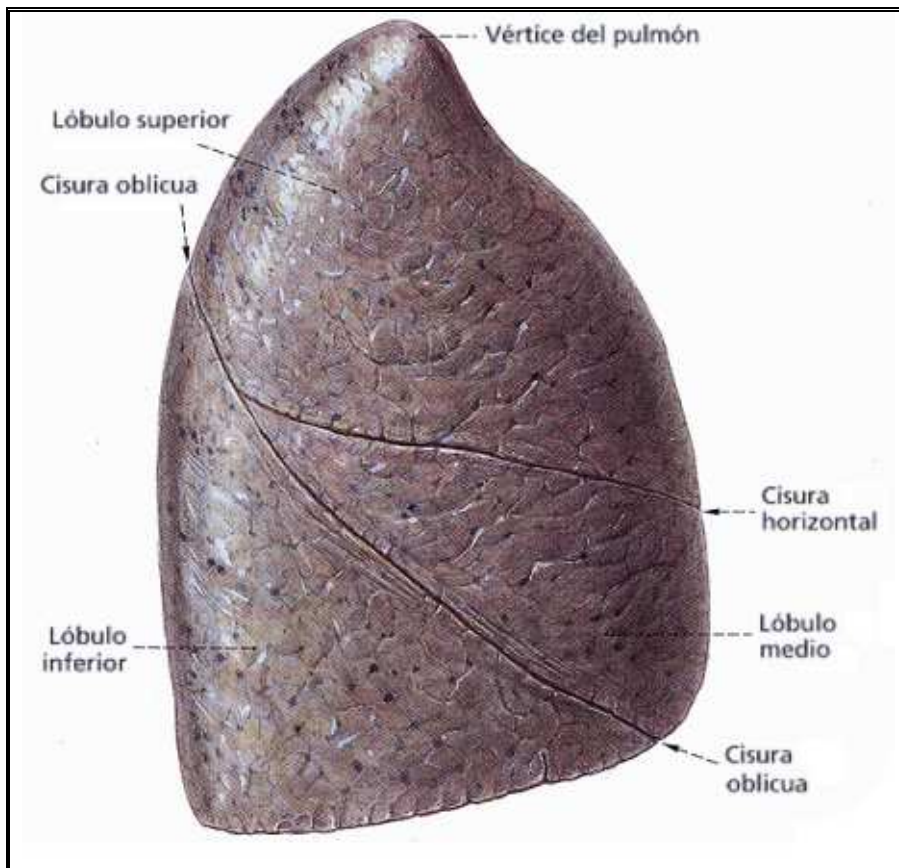


Entre ambas *pleuras* queda la *cavidad pleural* que está rellena por el *líquido pleural* de función lubricante que permite cierta movilidad a los *pulmones* (figura 4.18).

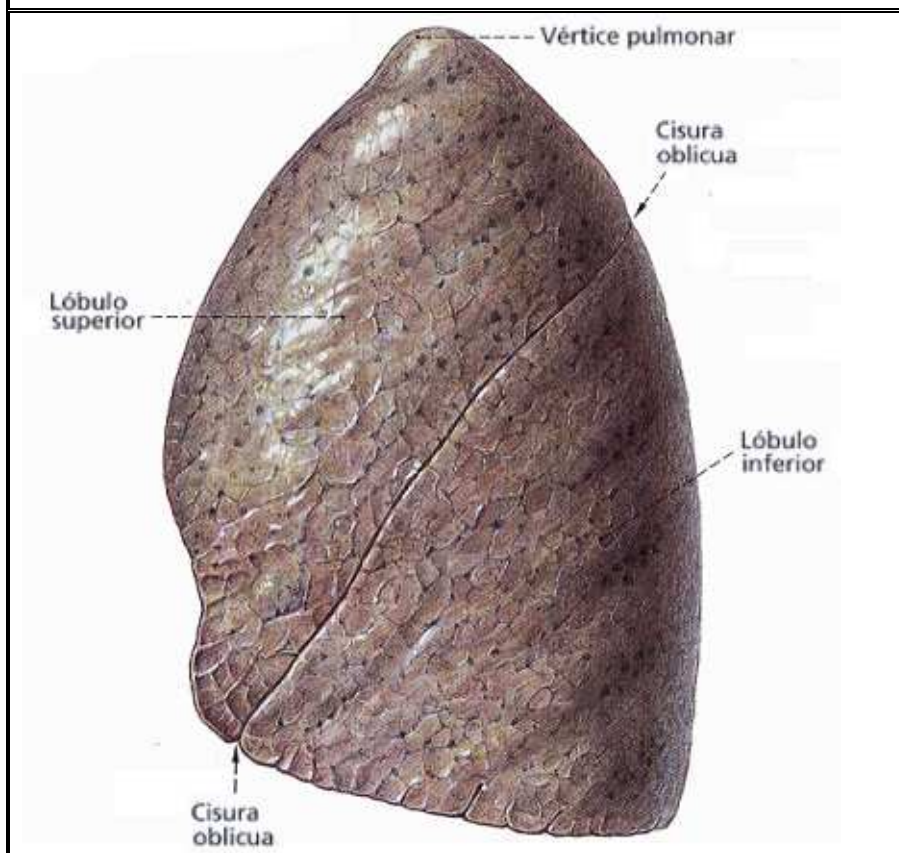


**Figura 4.13** .- Localización de los pulmones en el tórax. La pared anterior de este ha sido abierta. Se han retirado las costillas y el Esternón , huesos que cierran por delante la caja torácica. Obsérvese la localización del corazón, en posición central, con el extremo inferior dirigido hacia la izquierda y alojado en la cavidad que deja el pulmón izquierdo. Obsérvese también, en la parte inferior de la foto la localización del diafragma, músculo que separa la cavidad torácica de la abdominal.

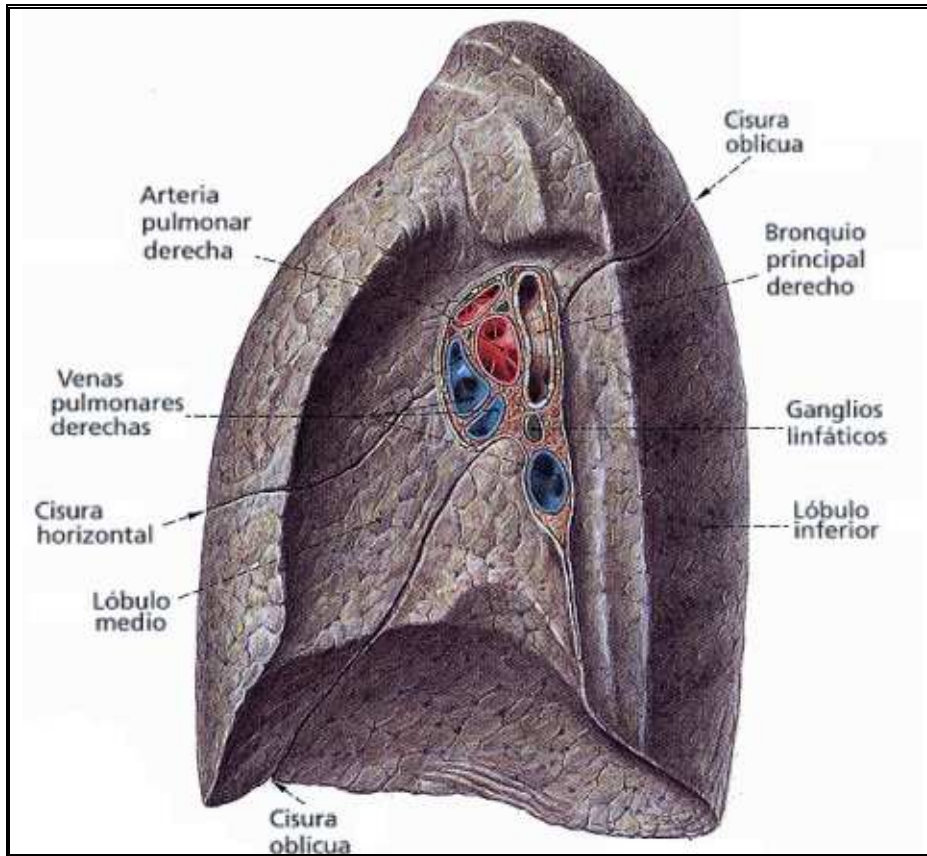




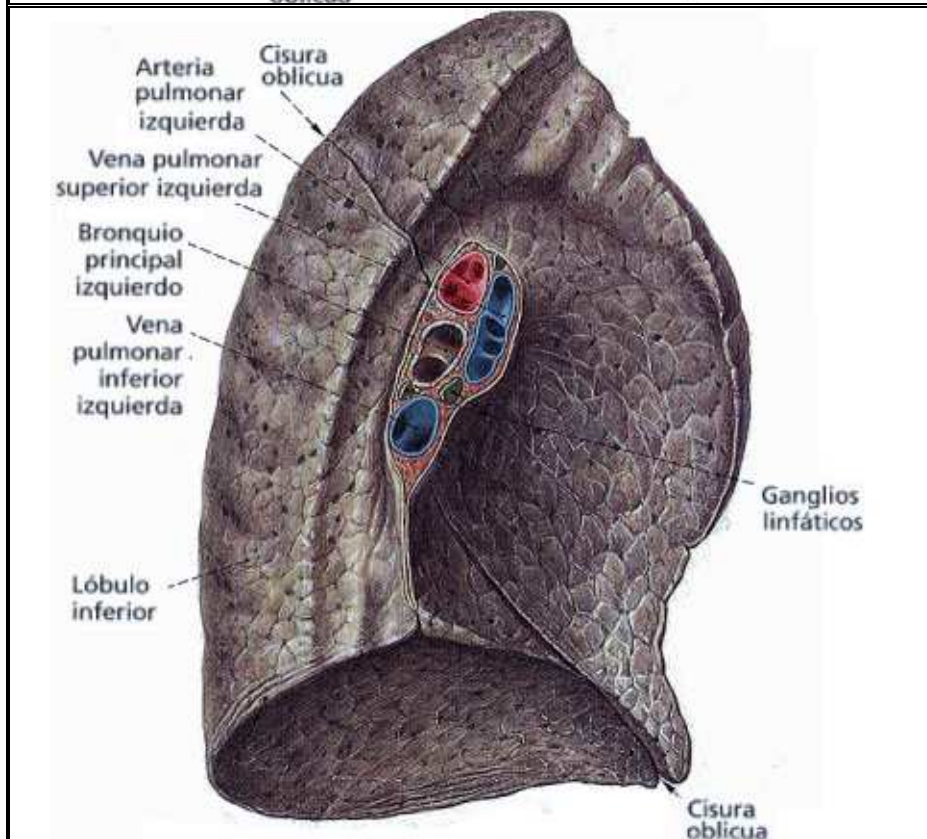
**Figura 4.14.-** Pulmón derecho, visión lateral. A diferencia del pulmón izquierdo, el derecho tiene tres lóbulos. El dibujo de manchas gris-negro de su superficie es consecuencia de las partículas de polvo que se van respirando a lo largo de la vida.



**Figura 4.15.-** Pulmón izquierdo, visión lateral. Al contrario que el pulmón derecho, el izquierdo sólo tiene dos lóbulos.

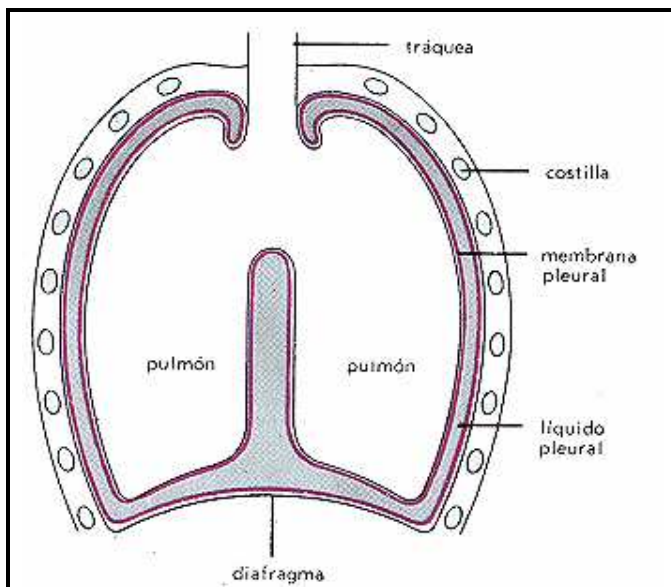


**Figura 4.16.-** Cara interna del pulmón derecho visto desde la izquierda. Los vasos sanguíneos seccionados se han coloreado en rojo (arterias pulmonares) o en azul (venas pulmonares).

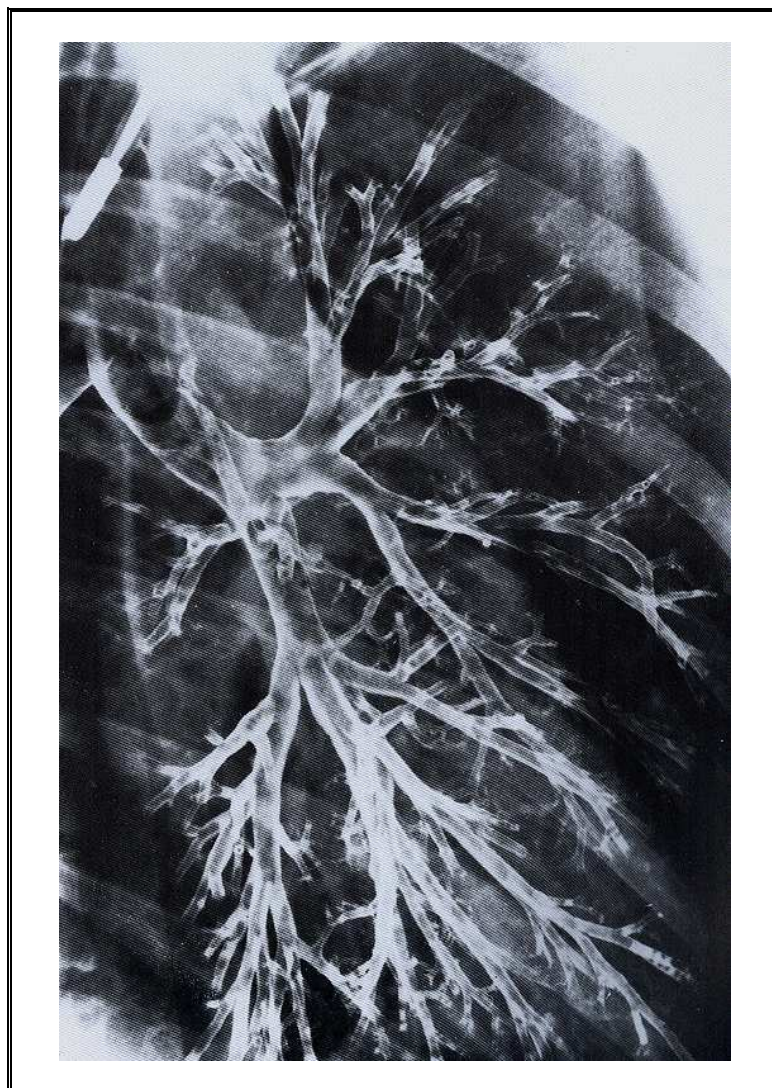


**Figura 4.17.-** Vista lateral derecha de la cara interna del pulmón izquierdo





**Figura 4.18.-** Disposición de las pleuras.



**Figura 4.19.-** Radiografía del árbol bronquial tras el proceso de insuflado de un polvo con contraste, visión anterior.

## 2.- FISIOLÓGÍA DEL APARATO RESPIRATORIO

Dentro del funcionamiento del aparato respiratorio hemos de considerar dos fenómenos fundamentales: Fenómenos de tipo mecánico y fenómenos de tipo físico-químico. Además, dado que la *laringe* forma parte del aparato respiratorio tenemos que dedicar unas palabras a su funcionamiento como principal órgano de la *fonación*.

### 2.1.- Fenómenos de tipo mecánico

Constituyen lo que llamamos ventilación pulmonar y consisten en la renovación constante del aire contenido en los pulmones. En relación con ella debemos considerar:

#### 2.1.1.- Movimientos respiratorios

La ventilación pulmonar se lleva a cabo por medio de los movimientos respiratorios que son dos: el movimiento de *inspiración*, que introduce aire en los pulmones, y el de *expiración* que lo expulsa de ellos. El número de movimientos respiratorios en una persona adulta es de 13 a 16 por minuto, si bien con el ejercicio este número aumenta significativamente.

La *inspiración* se efectúa como consecuencia de la contracción de los *músculos intercostales* y del *diafragma*. Esa contracción implica un aumento de la capacidad de la *cavidad torácica*, lo que conlleva la aparición de una presión negativa, en el interior de los pulmones, con respecto al exterior. Para equilibrar dicha presión negativa entra aire a los *pulmones*. El movimiento de *inspiración* es de tipo activo pues la contracción muscular exige un consumo energético.

La *expiración* es el movimiento contrario, es decir, los músculos se relajan, lo que implica que la capacidad de la *cavidad torácica* disminuye, comprimiendo a los pulmones que expulsan el aire. En la figura 4.20, se muestran esquematizados ambos movimientos.

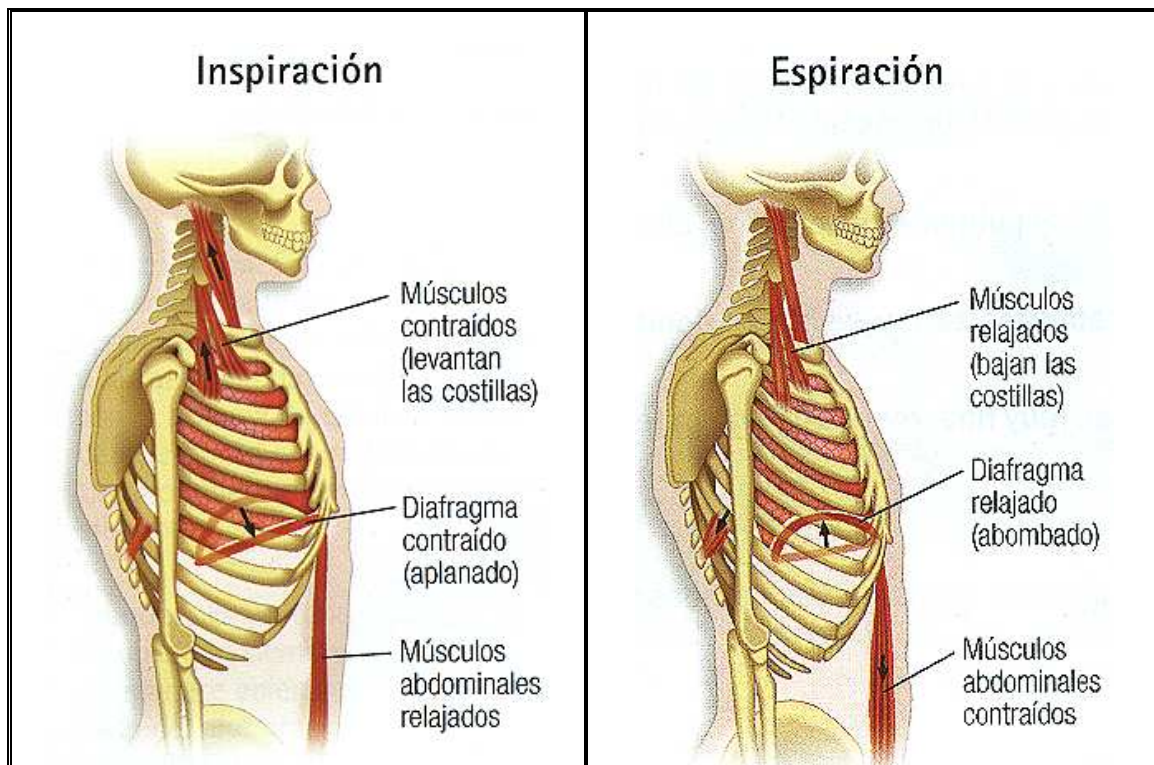


Figura 4.20.- Movimientos respiratorios.

El control de los movimientos respiratorios se realiza por un centro nervioso que se halla situado en el *bulbo raquídeo*. Es un tipo de control automático, independiente de la voluntad. El centro nervioso responde, en su funcionamiento, a determinadas condiciones en la



composición de la sangre y, de una manera especial, a la cantidad de CO<sub>2</sub> que aquella posee. Cuando esta cantidad aumenta se excita el centro respiratorio y produce profundos y frecuentes movimientos respiratorios, *disnea*. Por el contrario, si se respira durante unos segundos con profundidad y rapidez, se elimina el CO<sub>2</sub> que pueda haber en exceso y se frena la actividad del centro respiratorio, *apnea*.

### 2.1.2.- Capacidad pulmonar

La capacidad normal de los pulmones es de 3,5 litros de aire, que constituyen la llamada capacidad vital. En una inspiración forzada se pueden introducir 1,5 litros más de aire complementario, por tanto la capacidad total es de 5 litros.

La capacidad vital la dividimos en:

**a) aire corriente**, el que se intercambia con el exterior en una respiración normal, 0,5 litros.

**b) aire de reserva**, sólo se expulsa en una espiración forzada, 2 litros.

**c) aire residual**, está siempre en los pulmones y no se intercambia con el exterior, 1 litro.

### 2.2.- Fenómenos de tipo físico-químico

Son los que garantizan el intercambio de gases con el exterior y se realizan a nivel de los alvéolos pulmonares. Consisten en que la sangre toma el oxígeno del aire y cede anhídrido carbónico.

Si realizamos un análisis de la composición del aire inspirado y del aire espirado nos encontramos que existe diferencia, como se puede observar en la tabla de la figura 4.21.

Composición del aire	Nitrógeno	Oxígeno	Anhídrido carbónico
Aire inspirado	79%	21%	0,04%
Aire espirado	79%	16%	4%

**Figura 4.21.-** Composición química del aire inspirado y espirado.

Como se observa en la tabla de la figura anterior la cantidad de nitrógeno no varía porque este gas no es utilizado en la respiración.

El aire inspirado contiene más oxígeno que el espirado, porque parte de este gas ha pasado a la sangre, por el contrario tiene menos anhídrido carbónico que el espirado, debido a que la sangre descarga este gas en los alvéolos pulmonares. Este intercambio de gases se efectúa por difusión y es consecuencia de las diferencias de presión parcial que existen entre el interior de los alvéolos y los capilares.

En los alvéolos la presión parcial del oxígeno es elevada y en los capilares es baja.

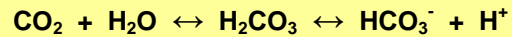
En los alvéolos la presión parcial del anhídrido carbónico es baja y en los capilares es elevada.

Al existir un desequilibrio de presión aparece una tendencia a equilibrar y por ese motivo pasará oxígeno desde los alvéolos a los capilares y anhídrido carbónico en dirección contraria, hasta que esas diferencias de presión vuelvan a equilibrarse.

### 2.3.- Control de la acidez sanguínea

El aparato respiratorio contribuye a regular la acidez de la sangre, aumentando o disminuyendo el ritmo de eliminación de CO<sub>2</sub>.

En efecto, la mayor o menor concentración de este gas en el plasma sanguíneo puede modificar el equilibrio de la siguiente reacción



El pH de la sangre se mantiene en condiciones normales entre 7,35 y 7,45.

Cuando por alguna causa aumenta la concentración de  $\text{CO}_2$ , el equilibrio se desplaza a la derecha y el pH baja. Si lo hace por debajo de 7,35 se produce acidosis respiratoria.

Cuando, por el contrario, la concentración de  $\text{CO}_2$  baja, el equilibrio se desplaza hacia la izquierda y el pH sube. Si supera 7,45, se produce alcalosis respiratoria.

## 2.4.- Fonación

La *laringe* funciona como un órgano emisor de sonidos en casi todos los mamíferos, pero en la especie humana llega a poder articular palabras para poder expresar ideas.

La emisión de sonidos o voz inarticulada es originada por la vibración de las *cuerdas vocales*, cuando choca contra ellas el aire espirado. Se emite entonces lo que llamamos un *sonido glótico o grito*, cuyas diferencias sólo residen en la intensidad, tono y timbre.

La intensidad se corresponde con la amplitud de la vibración de las cuerdas vocales, es equivalente al volumen de los sonidos.

El tono viene representado por el número de vibraciones por segundo, hace que el sonido sea más o menos grave o agudo.

El timbre depende de los sonidos armónicos que acompañan al principal.

En el hombre existe también la voz articulada o palabra que resulta de las modificaciones que parte de las vías respiratorias superiores y algunas estructuras bucales (*laringe, fosas nasales, dientes, lengua etc.*) imprimen al timbre del *sonido glótico*.

Las vocales son *sonidos glóticos* modificados por la resonancia de la *laringe* y de la *boca*.

Las consonantes (no se pueden pronunciar sin vocales) se producen por los obstáculos que interponen los *labios, los dientes, la lengua y el paladar* a la salida del aire.

## 3.- ENFERMEDADES MÁS COMUNES DEL APARATO RESPIRATORIO

**a) Enfermedades infecciosas.** La zona afectada sufre una inflamación y se produce un aumento de la mucosidad, tos y en muchas ocasiones fiebre, también puede haber dolor localizado. Se distingue entre **catarro nasal, faringitis, amigdalitis, traqueitis, bronquitis, bronquiolitis o neumonía**, según afecte a infección a la nariz, faringe, amígdalas, tráquea, bronquios, bronquiolos o pulmones respectivamente.

**b) Sinusitis.** Inflamación de los senos nasales, cavidades de ciertos huesos de la cara y del cráneo que están comunicadas con las fosas nasales. Puede deberse a una infección microbiana que provoca dolor y secreciones amarillo-verdosas. Puede verse favorecida por una desviación del tabique nasal.

**c) Rinitis alérgica.** Inflamación de la mucosa nasal como respuesta a la introducción de cuerpos extraños como granos de polen, partículas de polvo o esporas de hongos. En ocasiones desencadena reacciones exageradas conocidas como alergias. Cuando afectan a la nariz cursa con abundante secreción acuosa, picor y estornudos.



**d) Asma.** En algunos procesos infecciosos o alérgicos, la contracción de los músculos de los bronquios y un exceso de secreción mucosa dificultan el paso de aire, provocando una sensación de ahogo y angustia.

**e) Bronquitis crónica.** Irritación de la mucosa que recubre internamente los bronquios por el humo y otros contaminantes o por un proceso de tipo alérgico puede llevar a una situación repetitiva de la bronquitis. Ataques muy frecuentes de tos, asma, etc.

**f) Enfisema pulmonar.** Aumento del tamaño de los alvéolos pulmonares que terminan por destruirse. Hinchazón del tórax, y con frecuencia fallos cardíacos. El consumo de tabaco se relaciona directamente con esta grave enfermedad. También la bronquitis crónica, al bloquear las vías respiratorias, así como determinados tipos de tumores, puede derivar en enfisema.

**g) Pleuresía.** Inflamación de la pleura que cursa con dolor fuerte al toser, fiebre y en ocasiones derrame del líquido pleural. Se origina por infecciones, heridas en el tórax o cáncer de pulmón.

**h) Cáncer de pulmón y de garganta.** Crecimiento desordenado de una masa de tejido que invade y destruye los tejidos próximos. Son más frecuentes en las personas fumadoras, pues el alquitrán del humo del tabaco tiene efectos cancerígenos. Son muy graves y generalmente conducen a la muerte.

#### 4.- HÁBITOS SALUDABLES RELACIONADOS CON EL APARATO RESPIRATORIO

**a) No fumar.** El consumo de tabaco ocasiona importantes daños en las vías respiratorias y en los pulmones ya que el humo contiene muchas sustancias nocivas para la salud, como la nicotina y el monóxido de carbono. La inhalación de estos compuestos provoca la disminución del movimiento de los cilios de las células de la mucosa que recubre internamente a las vías respiratorias, llegando a producir su destrucción a largo plazo. Esto hace que el mucus cargado de impurezas se mueva con más dificultad lo que provoca tos, expectoración e infecciones frecuentes. También aumenta la probabilidad de padecer cáncer y enfermedades como la bronquitis crónica o el enfisema pulmonar.

**b) Evitar los cambios bruscos de temperatura,** que aumentan el riesgo de sufrir infecciones respiratorias. También perjudica a las personas que padecen asma.

**c) Realizar ejercicio físico,** ya que la práctica de deporte incrementa la ventilación pulmonar, se consigue un aumento de la capacidad pulmonar y se moviliza el mucus de las vías respiratorias.

**d) Evitar la exposición al polvo o a los contaminantes atmosféricos,** pues irritan las mucosas y pueden favorecer las afecciones de garganta, laringe, tráquea y bronquios.

---

**DOCUMENTACIÓN: INFLUENCIA DEL CONSUMO DE TABACO EN LA SALUD**

Nuestra sociedad tiene una actitud ambivalente frente al consumo de tabaco. Por una parte las autoridades reconocen su potencial nocivo, pero sin embargo en casi todos los países existen industrias boyantes que cuentan con autorización para la elaboración, importación y distribución de tabaco al público.

Peor aún es la incitación publicitaria que presenta a quienes fuman como personas dotadas de un espíritu de aventura, poseedores de un impresionante sex-appeal, o habitantes gozosos de praderas y paisajes idílicos.

Por desgracia, según la investigación científica, los paisajes que aguardan, con alta probabilidad, a los fumadores son las salas de cirugía torácica de los hospitales, arrullados por el nada poético coro de toses de enfermos pulmonares graves.

Algunos efectos del consumo de tabaco son:

**a) Aumento de la mortalidad.** En un estudio realizado por Hammond para el Instituto del Cáncer de USA, en el que se incluyeron 1 millón de personas, se estableció que la mortalidad por dolencias cardiovasculares y cáncer de pulmón, principalmente, era un 70% mayor en fumadores que en no fumadores.

**b) Bronquitis crónica y enfisema pulmonar.**

**c) La resistencia** pulmonar a enfermedades bacterianas y víricas disminuye considerablemente.

**d) La práctica de deporte se ve dificultada cuando no impedida,** por el deficiente intercambio gaseoso.

**e) Los cilios** de las células epiteliales que recubren gran parte del aparato respiratorio y lo limpian, sufren daños severos e incluso se destruyen.

**f) Fumar durante el embarazo disminuye el oxígeno disponible para el feto,** lo que puede producirle atrofia física y mental.