

O APARATO RESPIRATORIO

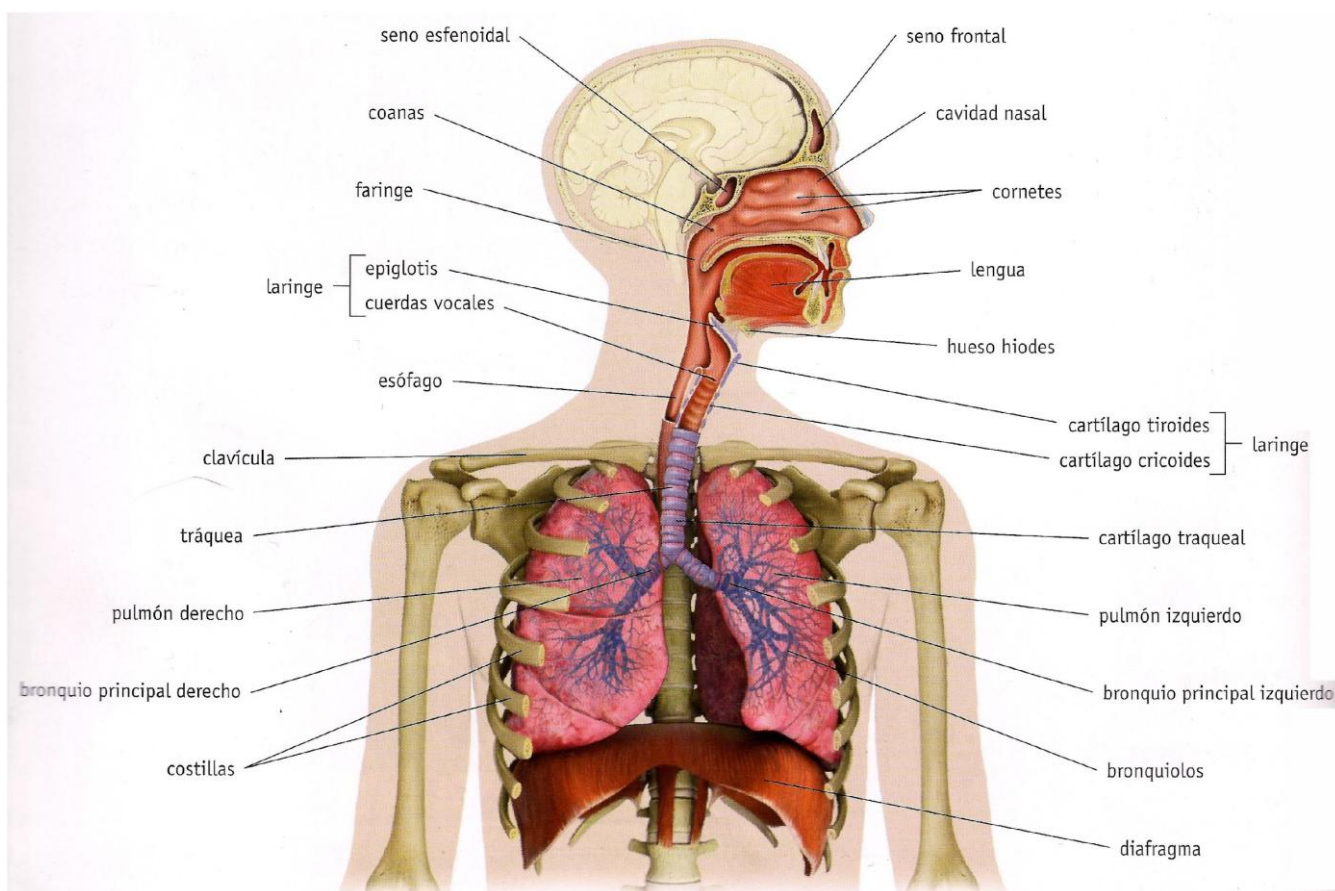
1.- ANATOMÍA DO APARATO RESPIRATORIO

As células do noso corpo obteñen enerxía mediante un conxunto de reaccións químicas que se engloban dentro do **metabolismo aerobio**, proceso que consome **osíxeno** (O_2) e produce **dióxido de carbono** (CO_2) e auga como substancias de refugallo.

O aparato respiratorio encárgase do intercambio de gases entre o sangue e o aire, facendo posible a captación de osíxeno e a eliminación do dióxido de carbono. O aparato circulatorio transporta o sangue, que contén os gases respiratorios, entre os pulmóns e as células do corpo.

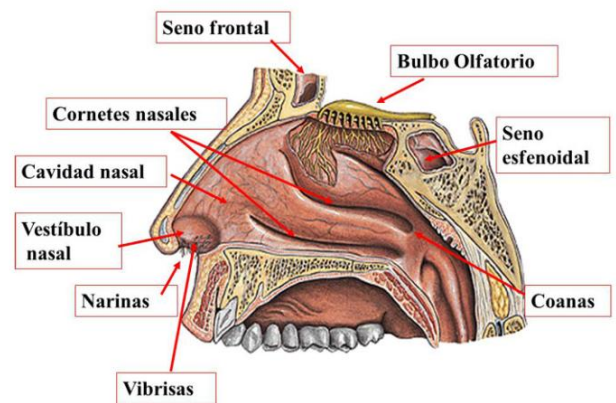
O aparato respiratorio está formado polas vías respiratorias e os pulmóns.

- As **vías respiratorias superiores** están constituídas polos orificios nasais e as fosas nasais, os seos paranasais e a farinx. Estas vías quentan, humedecen e filtran o aire que penetra nelas, para protexer ás vías respiratorias inferiores contra as partículas, os microorganismos patóxenos e as condicións ambientais extremas.
- As **vías respiratorias inferiores** están constituídas pola larinxe, a traquea, os bronquios e os bronquíolos.



1.1.- NARIZ, BOCA E FARINXE

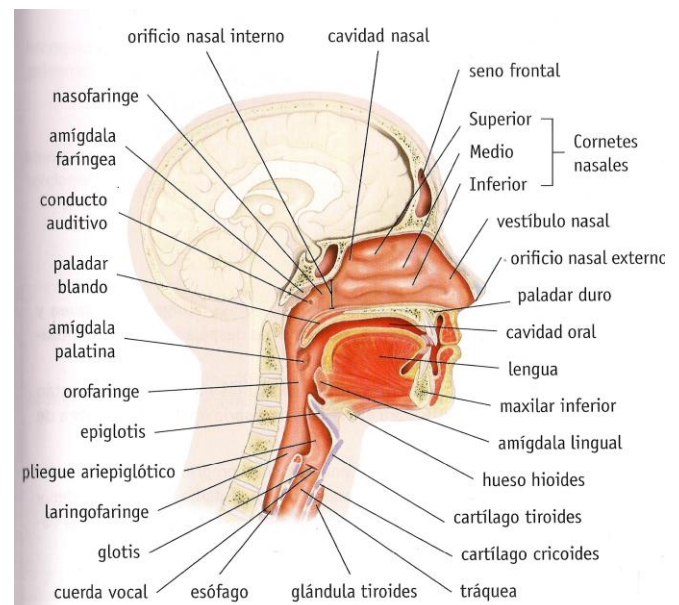
O **nariz** é unha prominencia formada por óso e cartilaxe, situada na zona media da cara, en cuxo interior se estenden dúas cavidades, as **fosas nasais**, desde os orificios nasais ou narinhas ata as **coanas** ou orificios posteriores situados na **farinxe**. Ambas as cavidades están separadas por un tabique óseo-cartilaxinoso e comunican coas **glándulas lacrimais** e cos **seos paranasais**, que son cavidades ocas dalgúns ósos do cranio (frontal, maxilar, etmoides e esfenoides) nas que se produce o moco e que contribúen a alixeirar o peso do cranio.



As fosas nasais están revestidas dunha mucosa cuxas células posúen cilios que segregan **moco** para quentar o aire, humedecelo e filtralo ao reter partículas de po e microbios. Coa finalidade de aumentar a superficie da mucosa, as fosas nasais presentan uns pregamentos chamados **cornetes nasais**. A superficie interna dos **vestíbulos nasais** (a parte das fosas máis próxima ao exterior) está cuberta duns pelos protectores chamados **vibrissas**.

Un **padal duro óseo**, constituído polos ósos maxilar e palatino, forma o chan da cavidade nasal e separa as cavidades oral e nasal; por detrás esténdese un **padal brando e carnoso**.

A cavidade bucal é o espazo onde se inicia a dixestión do alimento, por onde tamén podemos tomar aire debido á conexión coa farinxe.

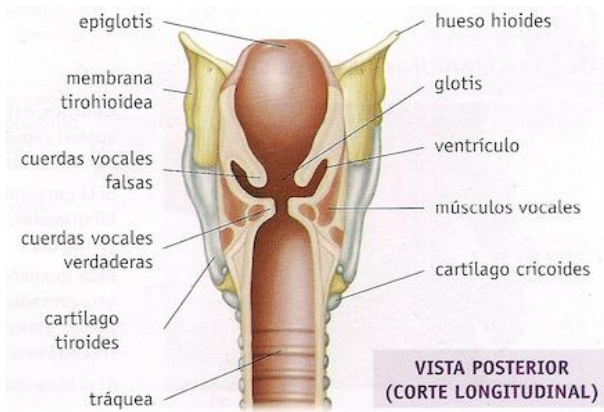


A farinxe é un conduto duns 14 cm de lonxitude situado na parte posterior da boca e o nariz, que permite o paso do aire. Divídese en tres partes:

- Nasofarinxe**. Na parede posterior atópase a **amígdala farínxea** (órgano linfoide) e nas paredes laterais sitúanse as **trompas de Eustaquio** (un pequeno tubo que conecta co oído medio e ten a función de regular a presión no interior deste).
- Orofarinxe**. Esténdese entre o padal brando e a base da lingua. O bordo posterior do padal brando sostén a **úvula**, unha masa de tecido muscular colgante. A ambos lados da úvula atópanse as **amígdalas palatinas**.
- Laringofarinxe**. É a parte final que comunica co esófago e coa larinxe.

1.2.- LARINXE

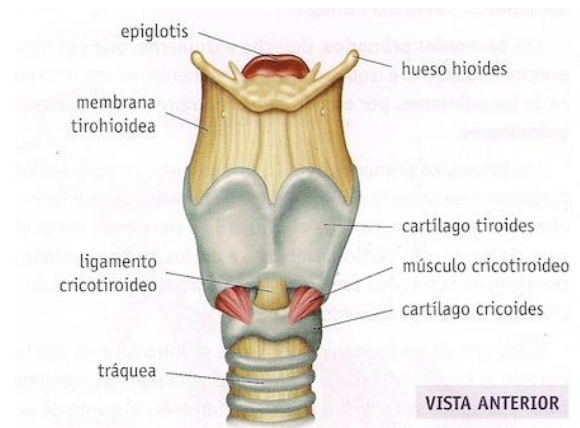
O larinxe é un conduto duns 4 cm de lonxitude que conecta a farinxe coa traquea. Está formada por **cartilaxes articuladas** movidas por músculos e ligamentos. Internamente ten unha abertura estreita, a **glote**, limitada lateralmente por unhas láminas membranosas, as **cordas vocais**, dúas a cada lado, dúas superiores, falsas ou pregos vestibulares, e dúas inferiores, verdadeiras ou pregos vocais.



As cartilaxes principais son:

- **Cartilaxe tiroides.** Ten forma de escudo e é o de maior tamaño. A superficie anterior forma un reborde grosso, denominado noz ou mazá de Adán, máis prominente nas persoas de sexo masculino.
- **Epiglote.** Ten forma de calzador. Durante a deglución, a larinxe ascende e a epiglote prégame sobre a glote, impedindo a entrada de líquidos ou alimentos sólidos ás vías respiratorias.
- **Cartilaxe cricoides.** Forma a parede inferior da larinxe.

As funcións da larinxe son protexer as vías respiratorias contra a entrada de substancias durante a deglución e producir a voz.



1.3.- TRAQUEA E BRONQUIOS PRIMARIOS

A **traquea** é un tubo resistente e flexible, cun diámetro de 2 a 2,5 cm e unha lonxitude de 11 cm, aproximadamente. No final, ramifícase dando lugar aos **bronquios primarios** dereito e esquerdo.

A parte interna da traquea está revestida dun tecido epitelial ciliado que produce mucus. Este retén as impurezas que proveñen do exterior e elimínas a través dos movementos reflexos da tose.

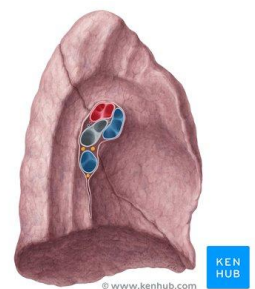
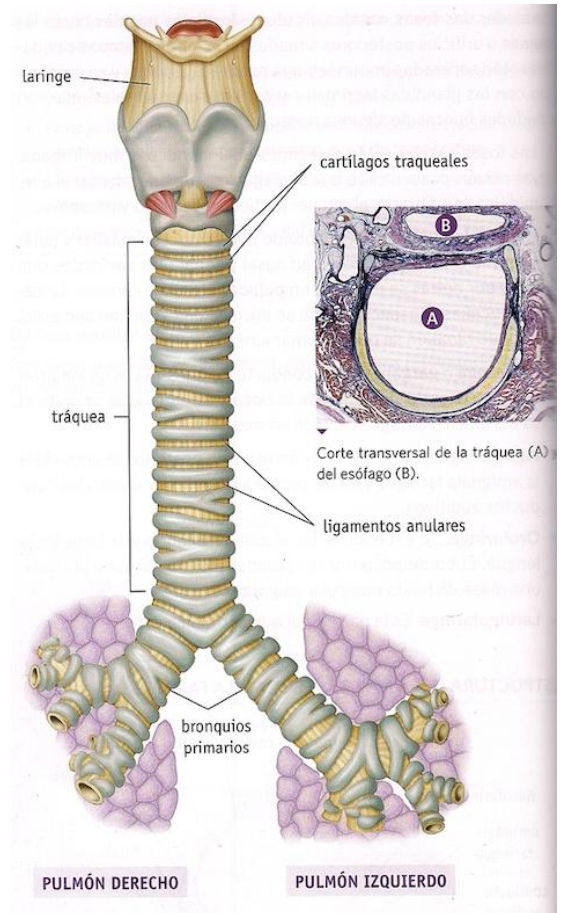
Ao longo do tubo traqueal dispóñense **15-20 cartilaxes traqueais**, con forma de "C", que proporcionan rixidez ás paredes da traquea e protéxena. Cada cartilaxe traqueal está unido ás cartilaxes veciñas por ligamentos elásticos con forma de anel. As cartilaxes tamén impiden que a traquea se estrangule ou se expanda excesivamente coas variacións de presión do sistema respiratorio. Como as cartilaxes non rodean totalmente á traquea, a parede traqueal posterior pode cambiar facilmente de forma durante a deglución, o que permite o tránsito de grandes masas de alimentos a través do esófago.

Os **bronquios primarios**, dereito e esquerdo, que van cara aos pulmóns dereito e esquerdo respectivamente, atópanse fóra dos pulmóns. A diferenza da traquea, posúen aneis cartilaxinosos de soporte en forma de "O". O bronquio primario dereito ten máis diámetro que o esquerdo e descende cara ao pulmón de forma máis vertical.

Cada un dos bronquios primarios introdúcese nunha fenda da zona media do seu correspondente pulmón, denominada **hilo**, e despois ramifícase. O hilo é, tamén, o punto de acceso para os vasos e nervios pulmonares. Ao grupo de todos eles denomínaselle **raíz do pulmón**.

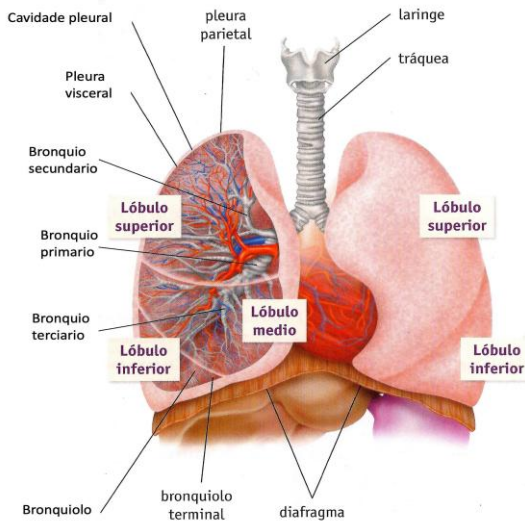
1.4.- OS PULMÓNS

Os **pulmóns** son dous órganos esponxosos con forma cónica, aloxados no tórax, co vértice dirixido cara arriba por encima da primeira costela e coa parte inferior ampla, que se apoia na superficie do diafragma. Están divididos en **lóbulos**, separados



por fendeduras finas e profundas; **tres** lóbulos o pulmón **dereito** e **dous** o **esquerdo**. Cada lóbulo pulmonar divídese en centos de **lobulillos**.

O **pulmón dereito** é máis ancho que o esquerdo porque o corazón e os grandes vasos están



desprazados cara á cavidade pleural esquerda. Con todo, o **pulmón esquerdo** é máis longo que o dereito debido a que o diafragma ascende no lado dereito para adaptarse á masa do fígado.

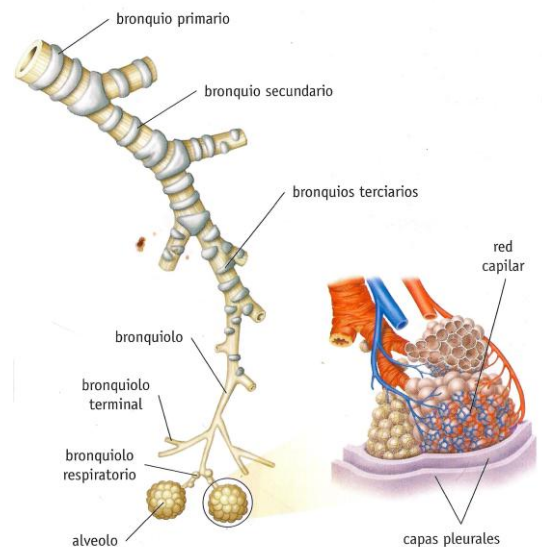
Cada pulmón está recuberto por dúas membranas denominadas **pleuras**, que limitan a **cavidade pleural**, en cuxo interior se encontra o **líquido pleural**. As pleuras protexen aos pulmóns e evitan rozamento coa cavidade torácica durante o proceso de inspiración e expiración do aire.

O interior do pulmón está recorrido internamente polos **bronquios secundarios**, resultado das sucesivas divisións dos bronquios

primarios. O bronquio primario **dereito** divídese en tres secundarios: superior, medio e inferior, mentres que o primario **esquerdo** divídese en dous secundarios: superior e inferior.

Os bronquios secundarios ramifícanse en **bronquios terciarios**. Cada un conduce aire a unha rexión específica do pulmón, denominada **segmento broncopulmonar**, onde se ramifica varias veces en **bronquíolos**, de calibre moi fino, que finalmente se conectan cos **alvéolos pulmonares**. Cada pulmón contén millóns de alvéolos, o que lle proporciona un aspecto esponxoso e unha gran superficie para o intercambio de gases entre os pulmóns e o sangue.

A parede alveolar está formada por un epitelio simple, cunha ou dúas capas de células planas, que facilitan o intercambio de gases entre os capilares e os alvéolos.



2.- FISIOLOXÍA DO APARATO RESPIRATORIO

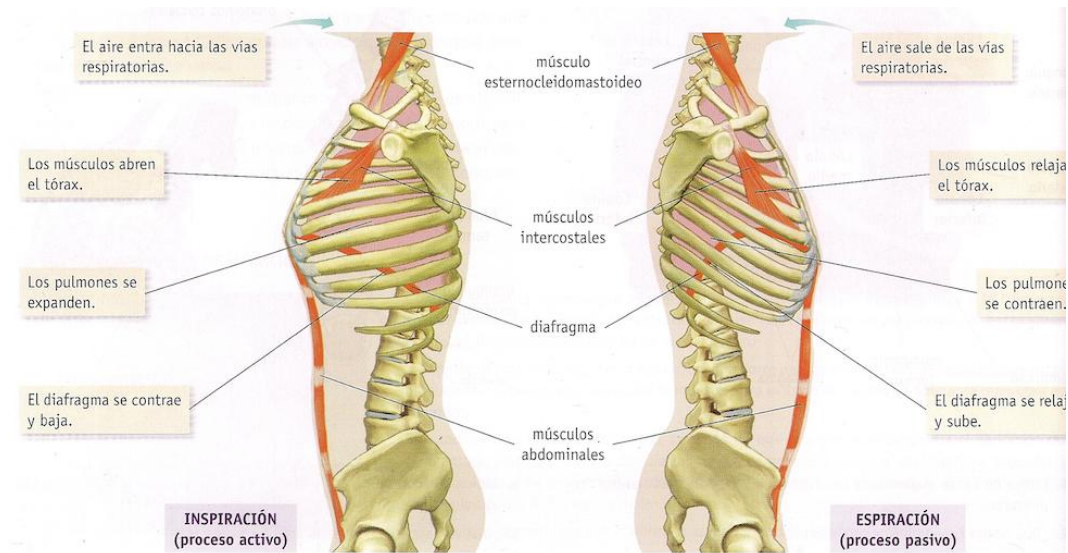
A función do aparato respiratorio é a realización da respiración pulmonar. A **respiración pulmonar** é o proceso de entrada de aire no corpo para a achega de osíxeno ás células e a eliminación do dióxido de carbono resultante dos procesos metabólicos celulares.

O **proceso respiratorio** comprende as seguintes etapas: a **ventilación pulmonar**, o **intercambio de gases entre os alvéolos e o sangue**, o **intercambio de gases entre as células e o sangue** e a **respiración celular** (procesos metabólicos).

2.1.- A VENTILACIÓN PULMONAR

A **ventilación pulmonar** ou **respiración mecánica** é un proceso cíclico que renova e mantén constante a presenza de aire dos pulmóns. Comprende **dúas fases**: a **inspiración**, que introduce o aire nos pulmóns, e a **expiración**, que o expulsa. Para iso interveñen: o **diafragma** e os **músculos intercostais**.

- Durante a **inspiración**, o **diafragma** e os **músculos intercostais** **contraéanse**. Ao contraerse, o diafragma empuxa as vísceras abdominais cara abaixo, e a contracción dos músculos intercostais provoca a **elevación** das **costelas** e o movemento do **esterno cara adiante**. Así, aumentan a caixa torácica e o volume dos pulmóns, e o **aire entra** cara aos pulmóns.
- A **expiración** prodúcese cando o **diafragma** e os **músculos intercostais** **reláxanse** e volven á súa posición habitual, o diafragma **elévase** e as **costelas** **descenden**, polo que diminúe o volume da caixa torácica e, en consecuencia, o dos pulmóns. Esta diminución de volume fai presión no aire dos pulmóns e fai que o aire sobrante **saia** ao exterior.



Durante a ventilación pulmonar, a presión dentro dos pulmóns varía en función da fase do ciclo respiratorio. Ao inspirar, o diafragma e os músculos intercostais contraen, aumentando o volume dos pulmóns. Esta expansión reduce a presión interna, creando unha presión negativa que permite a entrada de aire desde o exterior. Pola contra, ao expirar, os músculos se relaxan, o volume dos pulmóns diminúe e a presión interna aumenta, o que forza o aire a saír dos pulmóns. En resumo, a **presión no interior dos pulmóns diminúe durante a inspiración e aumenta durante a expiración**.

2.2.- O INTERCAMBIO DE GASES

O aire que **entra** nos alvéolos pulmonares é rico en osíxeno e pobre en dióxido de carbono. O aire que **sae** é pobre en osíxeno e rico en dióxido de carbono.

O intercambio de gases entre o aire dos alvéolos e o sangue, realízase por **difusión pasiva**, é dicir, pasa do lugar de maior ao de menor concentración, factor que determina a **presión parcial** que exerce un gas e o sentido da difusión:

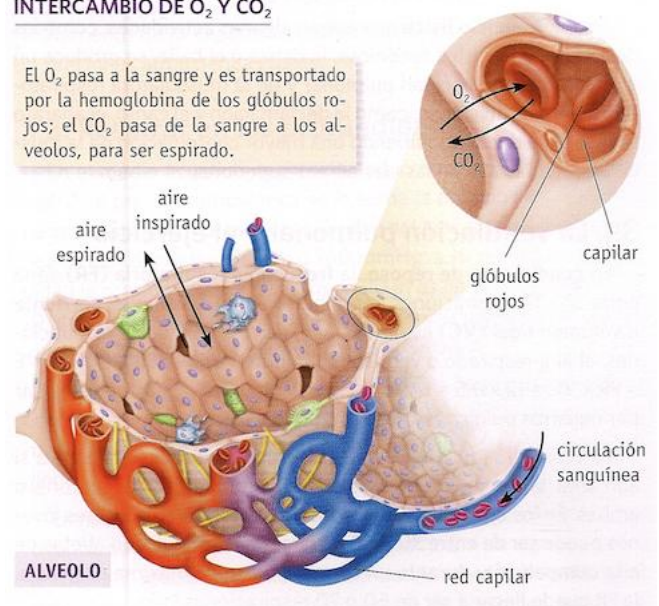
- O osíxeno está **maís concentrado** no aire alveolar que no sangue, polo cal pasa do alvéolo ao líquido sanguíneo.
- No aire alveolar, o dióxido de carbono está **menos concentrado** que no sangue e pasa do líquido sanguíneo ao alvéolo.

A **zona alveolar** de intercambio de gases marca a relación entre os sistemas respiratorio e circulatorio grazas a que:

- Os alvéolos están rodeados de capilares sanguíneos.
- O **sangue osixenado** sae dos alvéolos polas ramas das **veas pulmonares** cara ao corazón e de alí a todo o corpo.
- O **sangue pouco osixenado** chega aos alvéolos a través das ramificacións da **arteria pulmonar**.

INTERCAMBIO DE O₂ Y CO₂

El O₂ pasa a la sangre y es transportado por la hemoglobina de los glóbulos rojos; el CO₂ pasa de la sangre a los alveolos, para ser espirado.

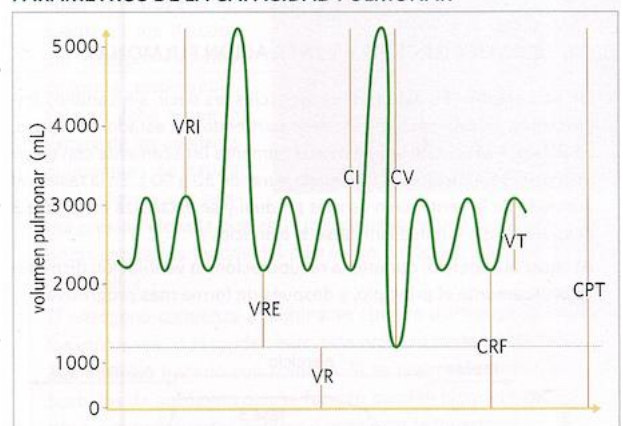


2.4.- A ESPIROMETRÍA

A **espirometría** é unha proba diagnóstica que mide os volumes pulmonares e avalía o funcionamento dos pulmóns. Para iso utilízase un **espirómetro**, instrumento que proporciona un gráfico ou **espirograma**. Nunha espirometría pódense medir diferentes valores da capacidade pulmonar, que varían coa idade, o sexo, o estado de saúde e a práctica de exercicio:

- **Volume de reserva inspiratorio (VRI)**. Aire que pode **entrar** no pulmón **forzadamente**, despois dunha inspiración normal (**3000 mL**).
- **Volume de reserva espiratorio (VRE)**. Aire que **sae forzadamente** do pulmón despois dunha expiración normal (**1200 mL**).
- **Volume corrente (VC)**. Volume de aire **inspirado e expirado** nun acto respiratorio **normal** (**500 mL**). Tamén se lle pode chamar volume tidal.
- **Volume residual (VR)**. Aire que queda nos pulmóns despois dunha **máxima expiración** (**1200 mL**). Este volume residual evita o colapso pulmonar nun momento de expiración máxima.

PARÁMETROS DE LA CAPACIDAD PULMONAR



En función destas medidas de volume, podemos definir distintas **capacidades pulmonares**:

- **Capacidade vital (CV).** Máximo volume de aire que pode ser **expulsado** despois dunha **inspiración máxima (4000-5000 mL)**.

$$CV = VRI + VRE + VC$$

- **Capacidade inspiratoria (CI).** Máximo volume de aire inspirado despois dunha **expiración normal (3500 mL)**.

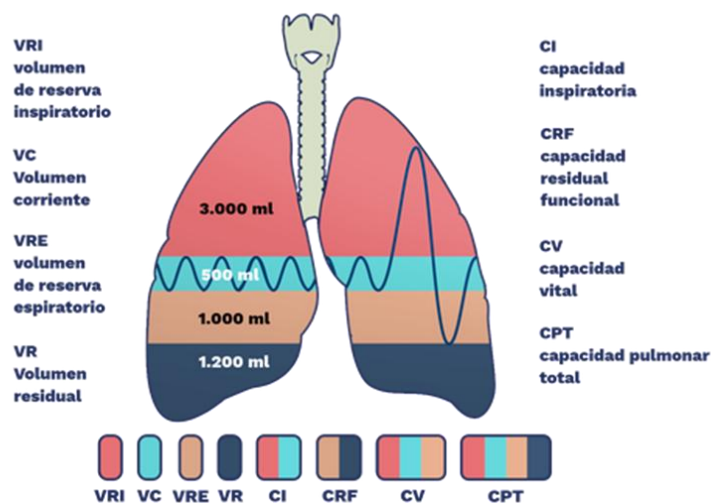
$$CI = VRI + VC$$

- **Capacidade residual funcional (CRF).** Cantidad de aire que queda nos pulmóns tras unha **expiración normal (2300 mL)**.

$$CRF = VRE + VR$$

- **Capacidade pulmonar total (CPT).** Volume de aire **contido nos pulmóns**, despois dunha inspiración máxima (**6000 mL**).

$$CPT = VC + VRI + VRE + VR$$



3.- ADAPTACIÓNS DO APARATO RESPIRATORIO

O aparato respiratorio e o aparato fonador adáptanse ás diversas situacións do corpo humano, segundo a actividade que se realice.

Ante o **exercicio físico** que esixen algunhas actividades, como as deportivas e as artes escénicas, a danza ou o baile, prodúcese un aumento da capacidade pulmonar e da musculatura respiratoria. Noutras actividades, como o canto, o aparato fonador adáptase adquirindo unha maior coordinación da musculatura implicada nas vías aéreas superiores.

3.1.- A VENTILACIÓN PULMONAR E O EXERCICIO

En **condicións de repouso**, a **frecuencia respiratoria (FR)** varía entre 15 e 20 respiracións por minuto. Como o volume corrente ou volume tidal (**VC**) é de 500 mL, para unha FR de 12 respiracións, o aire respirado ou **ventilación minuto (VE)** é de 6 L/min ($VE = FR \times VC = 12 \times 0,5 = 6 \text{ L/min}$). Polo tanto, cada día poden pasar polos nosos pulmóns ata 14000 litros de aire. A ventilación minuto pode aumentar de forma significativa se aumenta a frecuencia respiratoria, o volume corrente ou ambas.

Nos **exercicios de gran intensidade**, a FR en persoas novas pode ser de entre 30 e 40 respiracións/minuto. En atletas de alta competición, durante un exercicio físico de máxima esixencia,

a FR pode chegar a ser de 60 ou 70 resp/min, cunha VE que pode alcanzar valores de 100 L/min. Coa realización frecuente de exercicio, a VE pode experimentar un importante incremento por adaptacións propias do aparato respiratorio; mellóranse as condicións da musculatura ventilatoria, o que implica inspiracións e espiracións máis rápidas (aumenta FR) e potentes (aumenta VC).

Así, en **deportistas de resistencia** pódense alcanzar os 180 L/min de VE, e en **ciclistas** de resistencia por exemplo, determináronse valores de 220 L/min de VE.

3.2.- A ALTITUDE E O APARATO RESPIRATORIO

A **presión atmosférica diminúe** coa altitude. Considérase que a presión media a nivel do mar é de 760 mmHg e que decrece 1 mmHg cada 10 m de elevación; no Everest, a presión atmosférica é de 250 mmHg. Debido a esta diminución, as presións parciais dos gases do aire tamén decrecen, aínda que a composición gasosa do aire non cambia, xa que contén, igualmente, un 21 % de osíxeno. As presións parciais do osíxeno (P_{O_2}) nos dous casos serían:

- P_{O_2} a **nivel do mar**: $0,21 \times 760 \text{ mmHg} = 159,6 \text{ mmHg}$.
- P_{O_2} no **Everest**: $0,21 \times 250 \text{ mmHg} = 52,5 \text{ mmHg}$ (moitísimo menor que no mar).

Polo tanto, coa altitude, o aire que chega aos alvéolos contén menor P_{O_2} (**hipoxemia**) e difúndese menos osíxeno ao sangue, polo que hai menos osíxeno dispoñible para os tecidos (**hipoxia**). A presión arterial tamén diminúe.

Ante a menor dispoñibilidade de osíxeno, o organismo inicialmente **acomódase** mediante hiperventilación e taquicardia. Se a hipoxia continúa, o organismo remata por **aclimatare** da seguinte forma:

- Aumento da intensidade na contracción da musculatura da ventilación pulmonar.
- Aumento da cantidade de hemoglobina no sangue.
- Aumento da capacidade da hemoglobina de liberar osíxeno nos tecidos e captalo nos alvéolos.
- Incremento da riqueza vascular dos tecidos (ao proceso de formación de capilares nun tecido denomínaselle **anxióxénese**)
- Aumento da capacidade das células para utilizar osíxeno a presións atmosféricas baixas.

Porén, estas adaptacións non son instantáneas, requiren tempos relativamente prolongados de exposición a baixas presións. Entre as substancias que poderíamos destacar implicadas nesta adaptación teríamos o **2,3-difosfoglicerato (2,3-DPG)** que é producida polos glóbulos vermello para mellorar a liberación de osíxeno nos tecidos. A nivel hormonal destácase a **eritropoietina** (molécula frecuentemente empregada na dopaxe deportiva), unha hormona producida polos riles que estimula a produción dos glóbulos vermello na medula ósea.

Como manifestación da falta de osíxeno no sangue por mor da presión atmosférica, un dos problemas asociados á altitude é o **mal de altura**, que se pode manifestar ás 4 horas de chegada e a partir do 2500 m. Os síntomas son: dor de cabeza, perda de apetito, náuseas, vertixe, insomnio, disnea e diminución da produción de ouriños.

3.3.- RESPIRAR NAS PROFUNDIDADES

No medio acuático, a **presión increméntase** coa profundidade. Á presión atmosférica súmaselle a presión da columna de auga (**presión hidrostática**). A nivel do mar, a presión atmosférica é de 1 atmosfera (atm), ou 760 mmHg; a 10 metros de profundidade a presión total é de 2 atm; a 20 m é de

3 atm e a 90 m, de 10 atm. Este aumento de presión produce unha diminución do volume dos gases e un aumento da súa densidade.

Os efectos desta presión maniféstanse sobre o aire que se encontra no interior do noso organismo, de forma que ao aumentar a presión exterior comprimíranse os pulmóns e outras rexións do organismo.

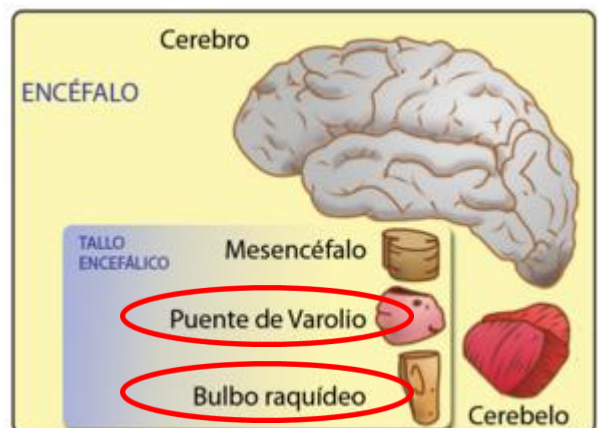
No noso corpo hai varias cavidades que conteñen aire, e polo tanto, que se comprimen cando mergullamos; se dalgunha maneira se conseguise igualar a presión interior coa exterior, non se notarán molestias, en caso contrario a diferenza de presións podería dar lugar a problemas de importancia. Por iso se usan bombonas de aire a alta presión.

O problema é que estas bombonas conteñen nitróxeno. Cando unha persoa que mergulla respira aire da bombona a alta presión durante moito tempo, a cantidade de **nitróxeno** disolto nos líquidos do corpo aumenta de forma considerable. Isto débese a que o sangue dos capilares pulmonares satúrase de nitróxeno á mesma presión elevada que na mestura respiratoria e ao cabo de varias horas satura os tecidos do corpo de nitróxeno disolto, que non se metaboliza.

O nitróxeno comeza a eliminarse cando diminúe a presión dos pulmóns, ao **ascender**, pero este proceso tarda varias horas polo que hai que **facelo con coidado**. Se se realiza de forma **brusca**, as burbullas de nitróxeno que se forman poden bloquear vasos sanguíneos, producir fortes dores ou ocasionar a morte.

4.- CONTROL DA RESPIRACIÓN

O control nervioso da frecuencia respiratoria está regulado principalmente polo centro respiratorio, que se atopa no tronco cerebral, concretamente no **bulbo raquídeo** e na **ponte de Varolio**. Estes centros teñen sensores chamados **quimiorreceptores** que detectan os niveis de dióxido de carbono (CO_2) no sangue. Cando a concentración de CO_2 aumenta, os quimiorreceptores envían sinais ao cerebro para que a respiración se acelere, permitindo que o corpo expulse máis CO_2 . Do mesmo xeito, cando os niveis de CO_2 baixan, a respiración volve a súa frecuencia normal. O envío de información dende o centro respiratorio ata o diafragma e os músculos intercostais pasa por dous nervios:



1. **Nervio frénico:** Este nervio nace da medula espiñal, na zona cervical (entre C3 e C5), e é o responsable de controlar o **diafragma**, o principal músculo implicado na respiración. O bulbo raquídeo envía sinais a través do nervio frénico para activar o diafragma e regular a inhalación.
2. **Nervio vago:** O nervio vago (ou nervio cranial X) tamén xoga un papel clave na regulación da respiración. O bulbo raquídeo utiliza este nervio para controlar a **frecuencia cardíaca** e tamén influír na **frecuencia respiratoria**. A través do nervio vago, os centros respiratorios no bulbo raquídeo poden influír na activación do sistema respiratorio, ralentizando ou acelerando a respiración segundo as necesidades do corpo.

Ademais, os **mecanorreceptores** nos pulmóns tamén detectan a distensión (a cantidade de aire nos pulmóns) e envían información ao cerebro para regular a profundidade e a frecuencia da respiración, asegurando que o corpo manteña un equilibrio de gases adecuado.

Este proceso é automático e está controlado por mecanismos involuntarios, aínda que tamén pode ser modulado de forma voluntaria, por exemplo, cando decidimos respirar máis profundamente ou reter a respiración. O control voluntario da respiración ten lugar grazas á **codia cerebral**, a parte do cerebro que está relacionada co pensamento consciente e a toma de decisións. A codia cerebral pode enviar sinais directos aos músculos responsables da respiración (diafragma e músculos intercostais), para controlar a frecuencia e a profundidade da respiración, de forma que a persoa poida respirar de maneira consciente. Este control voluntario pasa por enriba dos centros respiratorios automáticos (localizados no bulbo raquídeo e na ponte de Varolio), pero non os anula completamente. Isto significa que, mesmo que poidamos controlar a nosa respiración de maneira voluntaria, o corpo manterá o control automático se, por exemplo, se alcanzan niveis moi altos de CO₂ no sangue.

Un exemplo claro deste control voluntario é cando decidimos respirar profundamente, ou cando facemos técnicas de respiración en actividades como a meditación ou a práctica deportiva. Tamén, cando retemos a respiración, a codia cerebral está ao mando, pero se a concentración de CO₂ no sangue sobe demasiado, o sistema automático tomaría o control, forzándonos a respirar de novo.

Así que, en resumo, o control voluntario da respiración dáse a través da codia cerebral, pero sempre está subordinado ao sistema automático que regula a respiración en función dos niveis de gases no corpo.

5.- PATOLOXÍAS DO APARATO RESPIRATORIO

As **enfermidades do aparato respiratorio** son de diversos tipos, os seus **síntomas** máis frecuentes son:

- **Tose persistente, aguda ou crónica:** É un mecanismo reflexo de defensa, para expulsar secrecións e corpos estraños das vías respiratorias. Protéxenos de substancias prexudiciais e microorganismos.
- **Expectoración:** Implica a tose e a produción de **esputo**, a substancia mucosa que procede da boca, a farinxe, o nariz, os seos paranasais ou a árbore traqueobronquial.
- **Hemoptise:** É a expectoración de sangue que provén do tracto respiratorio.
- **Dor torácica:** A dor torácica causada por unha enfermidade respiratoria adoita ser debido a unha afectación da parede torácica ou da pleura parietal.
- **Disnea:** É a sensación de falta de aire en circunstancias inapropiadas, tales como o repouso ou ao realizar esforzos pequenos.

As patoloxías do sistema respiratorio clasifícanse en: **restritivas** e **obstrutivas**.

5.1.- ENFERMIDADES RESTRITIVAS

As **enfermidades restritivas** provocan unha diminución da capacidade de expansión pulmonar e dificultan principalmente a inspiración. A característica principal deste tipo de trastornos é a diminución da capacidade dos volumes pulmonares, como a capacidade vital (CV) e o volume de reserva inspiratoria (VRI).

As causas da **restrición respiratoria** poden orixinarse tanto dentro como fóra do organismo, Son enfermidades restritivas:

- **Cancro de pulmón:** Formación de tumores malignos (proliferacións descontroladas de células) no tecido pulmonar. A maior parte dos cancros de pulmón asóciase ao consumo de tabaco. En Galicia existe unha incidencia elevada deste tipo de cancro pola presenza de gas **radón**, emitido dende chans ácidos (como o de tipo granítico) ou como resultado da desintegración radiactiva de certos elementos.
- **Fibrose pulmonar difusa:** É unha enfermidade crónica e mortal que se caracteriza por unha cicatrización progresiva do pulmón (fibrose), que fai que perda flexibilidade e se deteriore o seu funcionamento ao longo do tempo.
- **Pneumotórax:** É a presenza de aire no espazo ou cavidade pleural que rodea os pulmóns, e ten como consecuencia unha perda do volume pulmonar. O pneumotórax pode deberse á rotura da pleura e do pulmón, coa consecuente comunicación entre ambos, por mor doutra enfermidade pulmonar ou por un traumatismo, como consecuencia dunha ferida penetrante debido a un accidente, ou por unha agresión con obxectos punzantes.

5.2.- ENFERMIDADES OBSTRUTIVAS

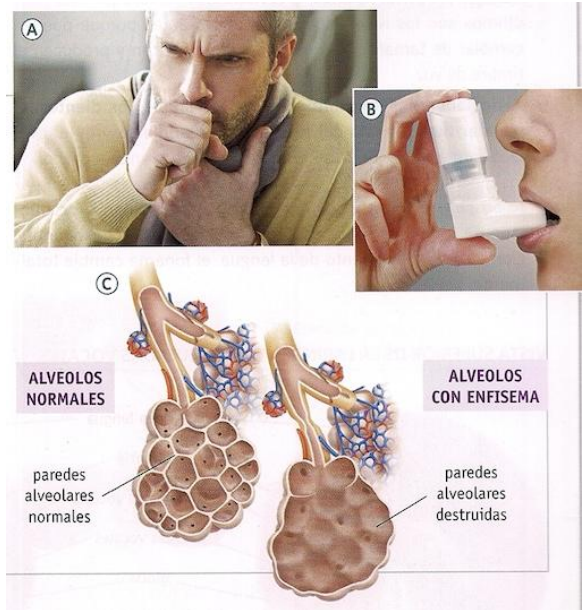
As enfermidades **obstrutivas** caracterízanse pola obstrución das vías respiratorias, o que dificulta a inspiración e a expiración. Afectan a diversas partes do sistema respiratorio. Unha gran parte orixínanse por infeccións víricas ou bacterianas e son de diversos tipos:

- **Sinusite:** Consiste na inflamación dos seos paranasais. En ocasións orixínase tras unha enfermidade causada por unha infección, como un catarro ou unha gripe.
- **Rinite, Farinxite e larinxite:** Son inflamacións das fosas nasais, farinxe e a larinxe, respectivamente. Todas elas son inflamacións ocasionadas normalmente por infeccións víricas ou bacterianas.
- **Cancro de larinxe:** Afecta principalmente os fumadores. Os seus síntomas son ronqueira e dor ao tragar, ambos persistentes.
- **Bronquite:** É unha inflamación da árbore traqueobronquial. Adoita ser de orixe infecciosa, máis frecuente na época invernal.
- **Pneumonía:** É unha infección aguda dos alvéolos pulmonares debida a diferentes microorganismos. É frecuente a **pneumonía bacteriana**, que é tratada con antibióticos.
- **Arrefriados e gripe:** Os arrefriados débense a diferentes virus, habitualmente un **rinovirus**, que xeralmente provocan secreción nasal, esbirros, tose... a gripe prodúcea o virus **Influenza**, que ademais dos anteriores síntomas soe producir febre, fatiga, dor muscular...
- **Tuberculose:** antigamente denominada **tise**, é unha das enfermidades máis coñecidas que afectan o sistema respiratorio. É unha enfermidade contaxiosa causada pola bacteria *Mycobacterium tuberculosis*, que destrúe o tecido pulmonar e a pleura. Contáxiase principalmente a través do aire, por medio de enfermos de tuberculosas ao tusir, esberrar, falar ou cantar.

Os síntomas son diversos e ás veces poden pasar inadvertidos. En xeral, aparecen algunhas décimas de febre, un mal estado xeral, suoración nocturna, dores de cabeza, tose seca ou con flemas, con pus ou con sangue, e dor torácica. É máis frecuente en países pouco desenvolvidos ou zonas marxinais dos países desenvolvidos. A tuberculose trátase con antibióticos.

- **Enfermidade pulmonar obstrutiva crónica (EPOC):** Comprende unha serie de enfermidades que provocan unha obstrución progresiva irreversible na circulación do aire inspirado. Os principais trastornos EPOC son:

- **Bronquite crónica (A)** Caracterízase pola excesiva produción de moco na árbore bronquial, que causa expectoración excesiva, sobre todo pola mañá. Ten unha duración de dous ou tres meses ao ano, durante sucesivos anos.
- **Asma (B).** É unha enfermidade que se caracteriza por unha disnea de grao variable, que obedece á inflamación e estreitamento xeneralizado das vías aéreas. Os estímulos que causan a resposta asmática poden ser o pole, os ácaros do po, a pel de algúns animais etc.
- **Enfisema pulmonar (C).** Orixínase pola destrución de tecido pulmonar. Os alvéolos aumentan de tamaño excesivamente e as súas paredes destrúense. O aire queda atrapado pero non se realiza o intercambio de gases. As persoas con enfisema senten unha progresiva falta de aire. O tabaquismo é unha das súas causas.



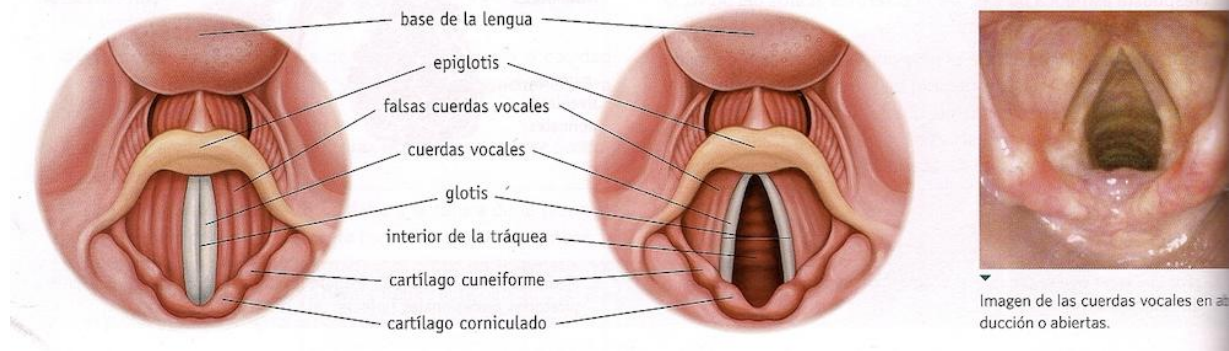
6.- O APARATO FONADOR

A **voz** é a forma de comunicación máis utilizada entre as persoas; é o son que se orixina pola vibración das cordas vocais situadas na larinxe e polo paso do aire proveniente dos pulmóns. Para algunhas persoas como o profesorado, os e as cantantes ou os actores e actrices, é o seu instrumento de traballo.

A emisión da voz lévase a cabo mediante o aparato fonador. Os elementos que o **compoñen** son:

- **Fol.** Está formado polas estruturas da caixa torácica baixo a glote, que determinan a maior ou menor presión do aire expirado: pulmóns e músculos, que proporcionan a enerxía ao aire expirado, e especialmente o diafragma.
- **Vibradores.** Están formados polas **cordas vocais**, que están situadas na larinxe e atrávesana de lado a lado. Regulan o paso do fluxo de aire procedente dos pulmóns, pechando e abrindo o espazo que existe entre elas: a **glote**. Na larinxe prodúcese o **ton** de voz fundamental e os seus **harmónicos**. As cordas vocais poden adquirir diversas formas: poden ser grosas e o son que se produce é grave, ou poden ser delgadas e planas e producir un son agudo.

VISTA SUPERIOR DE LA LARINGE Y DE LAS CUERDAS VOCALES



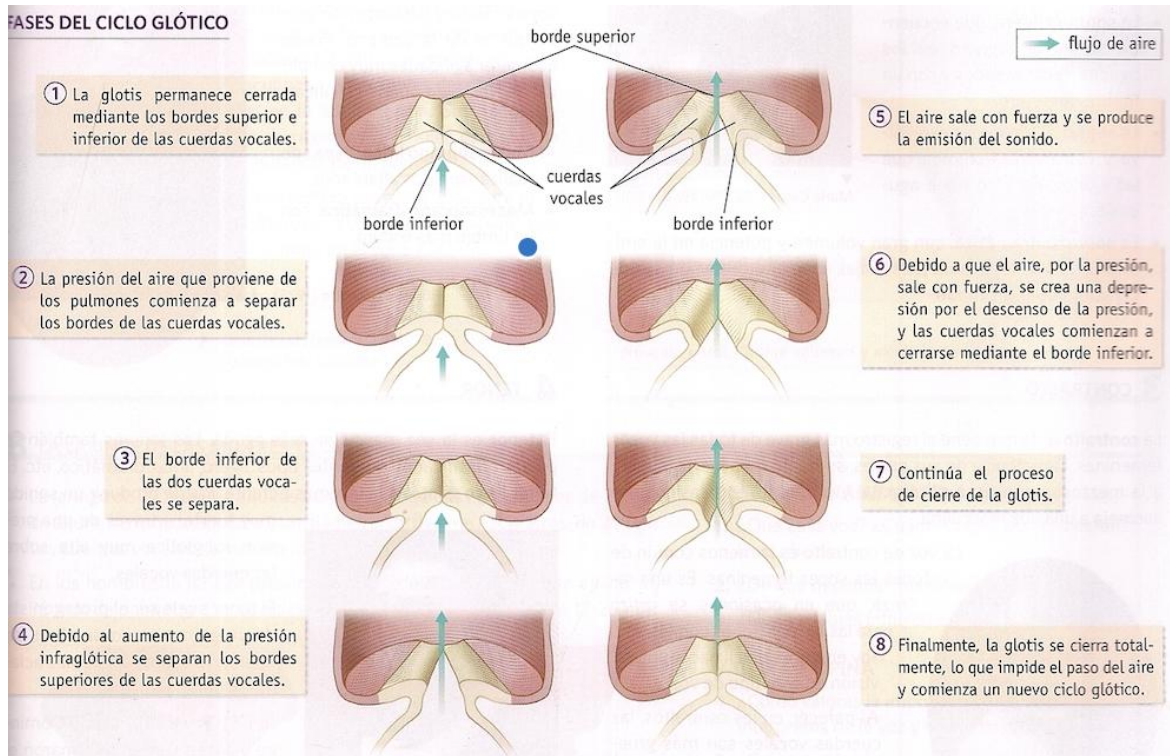
- **Resonadores.** Están formados principalmente por las cavidades nasales, los senos nasales, la cavidad oral y la faringe. Estos dos últimos son los resonadores más importantes porque pueden cambiar de tamaño. Los resonadores amplifican y producen el timbre de voz.
- **Articuladores.** Están formados por los **labios**, los **dientes**, el **paladar duro**, el **velo del paladar** y la **mandíbula** y la **lengua**. Dan forma al sonido procedente de la laringe y producen los fonemas, las sílabas y las palabras. La **lengua** es un elemento articulador muy importante, porque participa en la producción de todos los fonemas, tanto vocales como consonantes. Con un leve movimiento de la lengua, el fonema cambia totalmente.

6.1.- LA PRODUCCIÓN DE LA VOZ

La producción de la voz en el aparato fonador comienza en la laringe, donde se encuentran las cuerdas vocales. El proceso puede dividirse en varias etapas:

1. **Aire expulsado de los pulmones:** El proceso comienza cuando el aire es expulsado de los pulmones y pasa por la tráquea, llegando a la laringe. Aquí, el aire pasa a través de la glotis, que es la abertura entre las cuerdas vocales.
2. **Ciclo glótico:** Las cuerdas vocales están en un estado de tensión controlada, y cuando el aire las empuja, estas vibran, cerrándose y abriéndose de forma repetida. Este movimiento de abrir y cerrar las cuerdas vocales es el *ciclo glótico*.
 - o **Fase de cierre:** Las cuerdas vocales se cierran parcialmente o completamente cuando el aire pasa por ellas, creando presión.
 - o **Fase de apertura:** Al aumentar la presión del aire, las cuerdas vocales se separan brevemente, permitiendo que el aire pase a través de ellas, lo que genera el sonido.
3. **Frecuencia de vibración:** La velocidad de apertura y cierre de las cuerdas vocales (es decir, la frecuencia del ciclo glótico) determina el *tono* (altura) de la voz. Una vibración rápida produce sonidos agudos, mientras que una vibración más lenta produce sonidos graves.
4. **Modulación del sonido:** Una vez que el aire pasa por las cuerdas vocales y genera la vibración, el sonido resultante viaja por la cavidad de la boca, donde es amplificado y modelado por el paladar, la lengua y los dientes, convirtiéndose en diferentes vocales y consonantes.
5. **Control del aire:** La fuerza y la intensidad del sonido también dependen de la presión del aire y de la tensión de las cuerdas vocales. Un mayor control sobre el ciclo glótico puede variar el volumen de la voz.

En resumo, a produción da voz consiste en que o aire expulsado dos pulmóns fai vibrar as cordas vocais na larinxe, e despois o son xerado é modificado pola boca e os órganos articulatorios para crear a fala.



6.2- O APARATO FONADOR E O CANTO

As características da voz están directamente relacionadas coa constitución física do aparello fonador. Por exemplo, a partir de da pubertade, a lonxitude das cordas vocais, máis ou menos, é maior nos homes que nas mulleres. Por iso, unha primeira división das voces faise en **voces masculinas** e **voces femininas**.

En canto ás características da voz que podemos tipificar poderíamos falar das seguintes:

- A **altura** está relacionada coa percepción do ton, e depende da frecuencia ou número de vibracións por segundo. Canto máis tensas estean as cordas, maior será o número de vibracións. A maior frecuencia, máis aguda será a voz.
- A **intensidade** é o volume do son. Depende da amplitude das vibracións. A maior amplitude máis intenso será o son da voz.
- O **timbre** é a calidade do son que nos permite diferenciar as voces e os instrumentos. Cada un de nós ten unha voz persoal e distinta á dos demais. Por iso distinguimos un saxofón dun piano aínda que toquen a mesma melodía.

6.3.- OS TIPOS DE VOZ NA MÚSICA

Na música, existen distintos tipos de voz baseados no rango vocal e nas características de cada un. A continuación resúmense os principais tipos de voz, coas súas características e algúns exemplos de cantantes representativos:

1. Voz soprano:

- **Características:** É a voz máis aguda das voces femininas. Ten un rango amplo, que vai desde o *do* central ata os agudos máis altos. A soprano pode ter un son brillante e límpido.
- **Exemplo:** *Montserrat Caballé*, famosa soprano de ópera.



Freddie Mercury e Montserrat Caballé puxeron música aos xogos olímpicos do ano 1992 en Barcelona

2. Voz mezzo-soprano:

- **Características:** Sitúase entre o soprano e o contralto, cun rango vocal que se estende desde os graves medios ata os agudos. Ten unha sonoridade máis cálida e rica que a soprano.
- **Exemplo:** *Amy Lee*, cantante do grupo de rock *Evanescence*.

3. Voz contralto:

- **Características:** É a voz máis grave das voces femininas, cun rango que vai dos graves medios aos graves máis profundos. A súa sonoridade é profunda e rica.
- **Exemplo:** *Adele*, famosa cantante británica de música pop.

4. Voz tenor:

- **Características:** É a voz máis aguda das voces masculinas, cun rango que vai desde o *do* central ata o agudo. Os tenores teñen unha sonoridade brillante e nítida, especialmente en repertorios líricos e dramáticos.
- **Exemplo:** *Luciano Pavarotti*, famoso tenor de ópera.

5. Voz barítono:

- **Características:** Sitúase entre o tenor e o baixo. Ten un rango vocal que vai dos graves medios aos agudos. O barítono ten unha sonoridade rica e plena, ideal para rolos dramáticos e líricos.
- **Exemplo:** Moitos dos cantantes de música rock son considerados barítonos, por exemplo *Freddie Mercury* do grupo *Queen*.

6. Voz baixo:

- **Características:** É a voz máis grave das voces masculinas, cun rango que vai desde os graves profundos ata os medios. A súa sonoridade é profunda, resonante e robusta.
- **Exemplo:** *Leonard Cohen*, famoso cantautor canadense.

Cada tipo de voz ten as súas características propias, que dependen da anatomía das cordas vocais e a súa capacidade para producir sons en diferentes rangos de frecuencia. A elección do tipo de voz tamén inflúe na interpretación e no repertorio que un cantante pode executar con maior facilidade.