



PREPARATORIA ABIERTA PUEBLA

APARATO RESPIRATORIO

*Preparatoria*

---

*abierta*

ELABORÓ

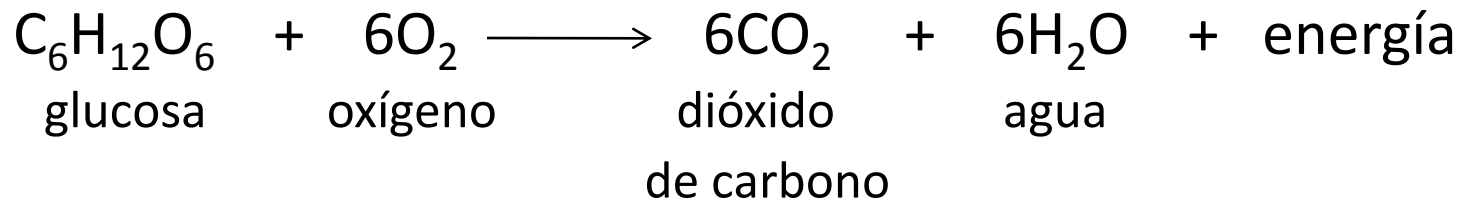
LUZ MARÍA ORTIZ CORTÉS

# Intercambio gaseoso

- Cuando a las células se les priva de oxígeno casi todas ellas mueren con rapidez, ya que ese elemento es necesario durante el proceso de oxidación biológica a través del cual las células obtienen la energía. Las neuronas cerebrales de los mamíferos son particularmente susceptibles a la falta de oxígeno y sufren daños irreparables cuando se les priva de ese elemento durante unos cuantos minutos; para satisfacer esa demanda de oxígeno, los gases deben ser intercambiados de manera continua entre el organismo y su ambiente.
- El oxígeno se toma del medio y luego se envía a las células del organismo mientras que el dióxido de carbono formado durante la respiración celular debe excretarse hacia el medio.

# Intercambio

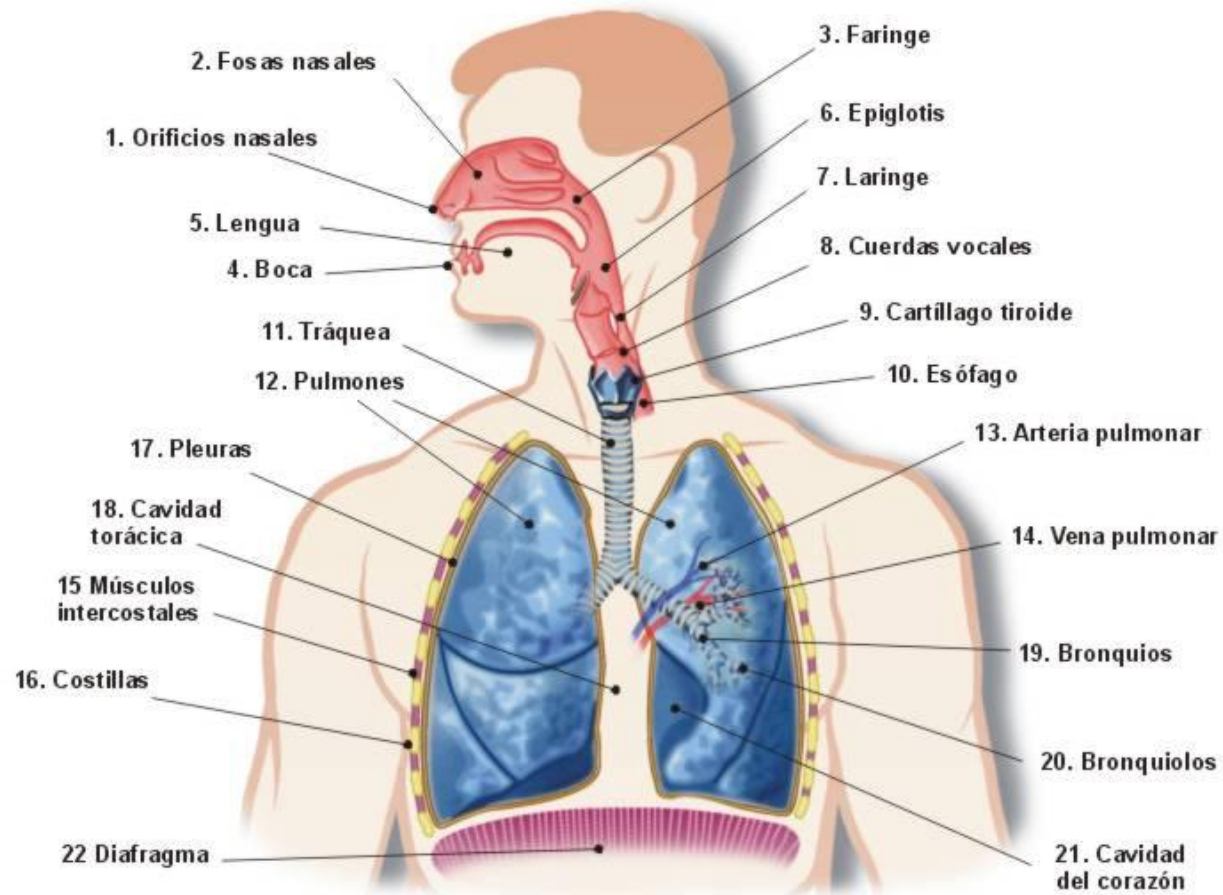
- Ese intercambio gaseoso entre el organismo y su ambiente se conoce como respiración, la cual se divide en dos fenómenos:
- **La respiración organísmica** es el proceso mediante el cual se introduce oxígeno en el cuerpo, para después llevarlo a las células, y se extrae de esas células al dióxido de carbono, que se expulsa hacia el entorno. **La respiración celular** es la compleja serie de reacciones a través de las cuales las células degradan las moléculas combustibles, liberando el dióxido de carbono y energía, mediante el consumo de oxígeno.



# Intercambio de gases

- El aparato respiratorio humano está formado por los pulmones y el sistema de tubos a través de los cuales llega el aire hasta aquellos. El aire inhalado pasa a través de nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos y alveolos.
- El aire ingresa en el cuerpo a través de las fosas nasales externas, que desembocan en las cavidades nasales pares, que se encuentran separadas por una pared de cartílago, el tabique nasal. Desde las paredes laterales de cada una de las cavidades nasales, asoman tres protuberancias, llamadas cornetes, cuya función es incrementar el área superficial por la que pasa el aire en su trayectoria hacia los pulmones. El epitelio olfatorio, que es el órgano del olfato, se localiza en el techo de la cavidad nasal.

# APARATO RESPIRATORIO



# APARATO RESPIRATORIO HUMANO

- Las cavidades nasales están recubiertas por un epitelio ciliado completo con células secretoras de moco. Dichas células producen más de 400 ml de moco al día, con lo que el epitelio siempre está recubierto por una delgada capa de moco en la que son atrapadas las partículas de polvo presentes en el aire inhalado. La actividad de los cilios mueve una banda continua de moco hacia la garganta, desde donde se deglute junto con la saliva. De esa manera, las partículas de polvo al aparato digestivo, que dispone de ellas, y la delicada región inferior del aparato respiratorio queda protegida del contacto con tales partículas.

# Intercambio gaseoso

- Las cavidades nasales se comunican con los senos, que son pequeñas cavidades de los huesos del cráneo. El moco producido por el recubrimiento epitelial de los senos escurre hacia la nariz. Cuando los capilares de los senos o las cavidades nasales se dilatan durante una infección o reacción alérgica, el líquido se acumula en los tejidos, que se hinchan. Esto último, junto con la secreción de cantidades extra de moco, producen la sensación de congestión que acompaña a los resfriados y la fiebre del heno.
- El aire pasa a través de las fosas nasales internas hasta la faringe. Ya sea que el aire ingrese a través de la nariz o la boca, finalmente llega hasta la faringe.

# Aparato respiratorio

- La respiración nasal es más adecuada que la bucal, ya que el aire que pasa por la nariz se filtra, humedece y tibia.
- Un orificio situado en el piso de la faringe conduce hacia la laringe, que externamente se observa como la manzana de Adán. En casi todos los mamíferos, la laringe contiene pliegues de epitelio que vibran y producen sonidos conforme el aire pasa sobre ellos, las **cuerdas vocales**. Ciertos músculos ajustan la tensión de las cuerdas, con lo que se logra producir sonidos de agudeza o gravedad (tono) variables. La **epiglotis** es un pliegue de tejido que cierra en forma automática la laringe en el momento de la deglución, de modo que ni el alimento ni el agua penetran en el conducto respiratorio.



# Aparato respiratorio

- De vez en cuando ese mecanismo falla y el alimento entra en la laringe. Cuando cualquier materia extraña se pone en contacto la laringe, se inicia un reflejo de la tos. La tos sirve para expulsar del aparato respiratorio los materiales extraños. Si la tos no empuja hacia fuera el alimento o lo que haya entrado, cabe la posibilidad de que la laringe se ocluya, lo que da por resultado un atragantamiento.
- Desde la laringe, el aire entra en la tráquea. Al igual que la laringe, la tráquea se sostiene por anillos de cartílago en sus paredes. Dichos anillos son necesarios porque la presión traqueal es menor que la presión atmosférica durante la inhalación.

# Aparato respiratorio

- A nivel de la primera costilla la tráquea se ramifica para originar dos bronquios cartilagosos, uno para cada pulmón.
- Dentro del pulmón, cada bronquio se ramifica en conductos cada vez más pequeños, los cuales, después de varias ramificaciones, dan origen a los delgados bronquiolos. Éstos se ramifican muchas veces hasta convertirse en conductos cada vez más pequeños, los cuales terminan en racimos de alveolos.

# Aparato respiratorio

- Las delgadísimas paredes de los alveolos (que solo tienen una célula de espesor) permiten que los gases se difundan través de ellos con gran facilidad. Los alveolos están cubiertos por una delgada película de una proteína lipídica. Cada alveolo está envuelto por una red de capilares. Así, solo hay dos membranas separando el aire del interior de los alveolos de la sangre: el epitelio de la pared alveolar y el endotelio de los vasos capilares.

# Aparato respiratorio

- Tanto la tráquea como los bronquios están recubiertos interiormente por un epitelio ciliado, el cual contiene células secretoras de moco. Las partículas de polvo y las bacterias quedan atrapadas por la película de moco que recubre las células. Luego el movimiento de cilios empuja el moco lleno de polvo hacia la faringe, donde es deglutido. Este mecanismo impide que las materias extrañas entren en los pulmones y podría describirse como un elevador de moco impulsado por cilios.

# Aparato respiratorio

- Sin embargo, no hay moco ni células ciliadas en los bronquiolos más delgados, ni en los alveolos, por lo que las partículas extrañas más finas, como las del humo del tabaco, ingresan hasta los alveolos y permanecen ahí por tiempo indefinido o hasta que son fagocitadas por los macrófagos. Esos macrófagos se acumulan en los nódulos linfáticos de los pulmones, ennegreciéndolos de manera permanente.

# Aparato respiratorio

- Los pulmones son grandes órganos esponjosos pares que ocupan la cavidad torácica. Cada pulmón, así como la cavidad en la que se encuentra, está cubierto por una delgada capa de epitelio liso llamada **pleura**.
- El espacio entre la pleura que reviste los pulmones y la que recubre la cavidad torácica recibe el nombre de cavidad pleural. La presencia de una delgada película de líquido sobre la pleura mantiene húmeda esa membrana y permite que el pulmón se mueva con facilidad dentro de la cavidad torácica durante los movimientos respiratorios y con fricción mínima.
- La inflamación de la pleura, pleuresía tiene como consecuencia la secreción de líquido hacia la cavidad pleural, ocasionando mucho dolor cuando la persona respira.

# Aparato respiratorio

- La cavidad torácica está cerrada y no se comunica con la atmósfera exterior ni con cavidad alguna. Se encuentra delimitada por arriba y a los lados por la caja torácica, formada por las costillas, mientras que por debajo la limita el diafragma, que es muy fuerte y tiene forma de un domo.
- Por dentro, cada pulmón consta de bronquiolos, alveolos y grandes redes de vasos capilares, todo sostenido por tejido conectivo rico en fibras elásticas.
- También están presentes tejidos linfáticos y nervios. El área superficial disponible para la respiración en los pulmones es de más de 50 veces el área de la piel, por lo que equivale aproximadamente a la superficie de una cancha de tenis.

# Aparato respiratorio

- Mecánica de la respiración

La respiración es el proceso mecánico por el cual se introduce aire en los pulmones (inhalación) y se extrae de ellos (exhalación). El oxígeno se está moviendo continuamente desde el aire que lleva los alveolos hacia la sangre, mientras que el dióxido de carbono se mueve en el sentido contrario. Para que la cantidad de oxígeno presente en los pulmones se mantenga relativamente constante, es necesario reemplazar de manera continua el aire alveolar por aire fresco. En el adulto en reposo, el ciclo normal de respiración se repite unas 12 veces por minuto.



# Mecánica de la respiración

- En los humanos y otros mamíferos, las costillas, músculos de pecho y diafragma, se mueven con facilidad, lo que permite incrementar o reducir el volumen torácico a voluntad. Durante la inhalación, los músculos de las costillas se contraen, tirando de los extremos frontales de las costillas hacia arriba y afuera, una acción que es posible gracias a la articulación tipo bisagra entre costillas y las vértebras. El diafragma se contrae a sí mismo, volviéndose menos convexo, lo que también incrementa el volumen de la cavidad torácica. Conforme el pecho se expande, la capa de líquido de la pleura tira de las paredes membranosas de los pulmones hacia fuera, junto con las paredes torácicas, lo que incrementa el espacio que hay dentro de cada pulmón.

# Mecánica de la respiración

- Las moléculas de aire presentes en el interior del pulmón, ahora disponen de más espacio donde moverse, de modo que la presión pulmonar interna se reduce hasta alcanzar 2 a 3 mmHg por debajo de la presión atmosférica. En ese momento, el aire proveniente de fuera del cuerpo penetra por las vías respiratorias y llenan los pulmones hasta que las dos presiones se vuelven a igualar.
- La exhalación se verifica cuando el diafragma y los músculos torácicos se relajan. Cuando los músculos intercostales se relajan, las costillas regresan a su posición original. El relajamiento simultáneo del diafragma permite que los órganos abdominales lo empujen hacia su posición original convexa.

# Mecánica de la respiración

- El volumen de la cavidad torácica disminuye de esa manera y, por tanto, la presión dentro de los pulmones aumenta (hasta 2 a 3 mmHg por encima de la presión atmosférica). Los alveolos distendidos recuperan su tamaño normal, expulsando el aire que fue inhalado y llevando la presión pulmonar al nivel atmosférico normal. Así, al inhalar, los millones de alveolos microscópicos se llenan de aire como si fueran globos mientras que al exhalar, el aire escapa de ellos, desinflándolos parcialmente.

# Volumen respiratorio

- La cantidad de aire que entra y sale de los pulmones en cada respiración normal, se denomina volumen de ventilación pulmonar. El volumen de ventilación pulmonar normal de un varón adulto joven es de unos 500 ml.
- La capacidad vital es la máxima cantidad de aire que una persona es capaz de exhalar después de haber llenado sus pulmones al máximo.
- Puesto que la capacidad vital es mayor que el volumen de ventilación pulmonar, los pulmones no se vacían por completo para llenarse otra vez con aire nuevo en cada respiración. Por ese motivo, el aire alveolar contiene menos oxígeno y más dióxido de carbono que el aire atmosférico.

# Volumen respiratorio

- El aire exhalado, sin embargo, tan solo perdió una cuarta parte de su oxígeno, por lo que puede inhalarse nuevamente, una verdadera fortuna para quienes necesitan respiración artificial de boca a boca.

## Composición de aire inhalado y de aire exhalado

	% de oxígeno O <sub>2</sub>	% de dióxido de carbono CO <sub>2</sub>	% de Nitrógeno N <sub>2</sub>
Aire inhalado Aire atmosférico	20.9	0.04	79
Aire exhalado Aire alveolar	14.0	5.60	79

# Volumen respiratorio

- Nota: como se indicó, el cuerpo usa aproximadamente un tercio del oxígeno inhalado. La cantidad de dióxido de carbono aumenta más de 100 veces porque ese gas se produce durante la respiración celular.

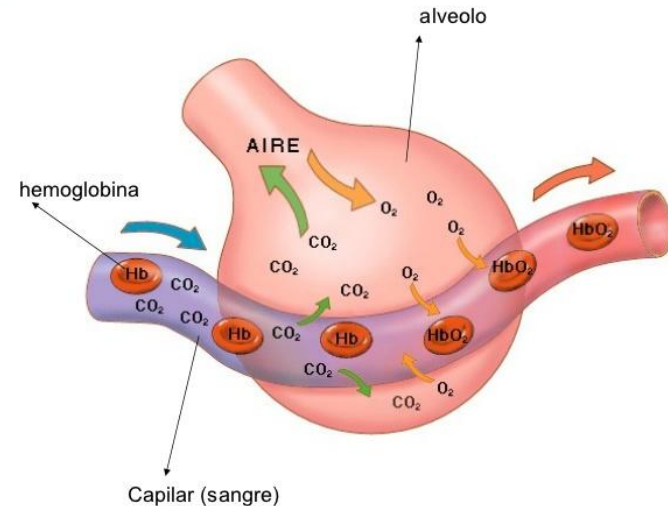
# Intercambio de gases en los pulmones

- Después de que los pulmones fueron ventilados, el oxígeno presente en los alveolos debe pasar a los capilares pulmonares, mientras que el dióxido de carbono presente en la sangre debe pasar hacia los alveolos. Puesto que suele haber una mayor concentración de oxígeno en los alveolos pulmonares que en la sangre de los capilares, ese elemento se difunde desde aquellos hacia éstos.
- Por el contrario, la concentración de dióxido de carbono suele ser mayor en la sangre de los capilares que en los alveolos, de modo que este gas se difunde en el sentido opuesto: de la sangre al aire alveolar.

# Intercambio de gases en los pulmones

- La concentración de oxígeno es mayor en los alveolos que en los capilares pulmonares, de modo que ese gas se desplaza de los alveolos a la sangre. El dióxido de carbono, está más concentrado en la sangre que en los alveolos, por lo que sale de los capilares y penetra en los alveolos.

intercambio de gases en los alveolos pulmonares





# Intercambio de gases en los pulmones

La presión parcial del gas es el factor que determina sentido y la velocidad de la difusión. Conforme a la ley de Dalton de las presiones parciales en una mezcla de gases, la presión total de la mezcla es igual a la suma de las presiones de los gases individuales. Cada gas ejerce independientemente de los demás, la misma presión que ejercería si estuviera solo. Puesto que la atmósfera contiene aproximadamente 21 % de oxígeno, la contribución de ese gas a la presión atmosférica total es de  $0.21 \times 760 \text{ mmHg} = 160 \text{ mmHg}$ . De ese modo, 160 mmHg es la presión parcial de oxígeno, lo que se abrevia  $P_{O_2}$ .

# Intercambio de gases en los pulmones

- La sangre pasa a través de los capilares pulmonares con tal rapidez que no es posible equilibrarla por completo con el aire de los alveolos. Así, la presión parcial del oxígeno en la sangre arterial es de unos 100 mmHg. La  $P_{O_2}$  en los tejidos, varía desde 0 hasta 40 mmHg, por lo que ese gas se difunde desde los capilares hacia los tejidos. No todo el oxígeno sale de la sangre, sin embargo, ya que el tránsito de ésta a través de los capilares de los tejidos es demasiado rápido para que se alcance un equilibrio; por ese motivo, la presión parcial de oxígeno en la sangre venosa que regresa a los pulmones es de unos 40 mmHg. El metabolismo continuo de la glucosa y otras sustancias en las células, da como resultado una continua producción de dióxido de carbono y una demanda de oxígeno igualmente intensa.

# Intercambio de gases en los pulmones

- Por lo tanto, la concentración de oxígeno en las células es menor que la de los capilares que llegan hasta los tejidos mientras que la concentración de dióxido de carbono es mayor en las células que en los capilares. De ese modo, al circular la sangre a través de los capilares de un tejido como el del cerebro o los músculos, el oxígeno se desplaza por difusión de los capilares a las células, mientras que el dióxido de carbono se difunde en el sentido opuesto.
- En todo el sistema orgánico, de los pulmones a la sangre y luego a los tejidos, el oxígeno siempre se mueve de una zona de alta concentración a otra de baja concentración: primero del aire a la sangre; luego, de ésta al líquido intersticial y por último, a las células que van a emplearlo.

# Intercambio de gases en los pulmones

- El dióxido de carbono también se desplaza de una zona de alta concentración a otra de baja concentración; es decir, va desde las células donde se está formando, a través del líquido tisular y la sangre, hasta los pulmones, de donde sale hacia el exterior.

# Transporte de oxígeno

- Cuando se encuentra en reposo, el cuerpo humano emplea unos 250 ml de oxígeno por minuto, lo que equivale a unos 300 L. cada 24 h. Cuando se hace ejercicio o trabajo, esa velocidad de consumo aumenta de 10 a 15 veces. Si el oxígeno se disolviera simplemente en el plasma, la sangre tendría que circular por todo el cuerpo a una velocidad de 180 L por minuto para poder satisfacer la demanda de ese elemento en las células en reposo. Eso se debe a que el oxígeno no es muy soluble en el plasma sanguíneo.
- La sangre de un ser humano en reposo circula a razón de 5 L por minuto y basta para satisfacer las demandas de oxígeno de todas las células.

# Transporte de oxígeno

- La razón de que se necesiten sólo 5 L por minuto en vez de 180 L por minuto, es la presencia de hemoglobina, el pigmento respiratorio de los glóbulos rojos. La hemoglobina transporta alrededor del 97 % del oxígeno, de manera que sólo 3 % se encuentra disuelto en el plasma.
- El plasma en equilibrio con el aire alveolar puede aceptar en solución únicamente 0.25 ml de oxígeno por cada 100 ml, pero las propiedades de la hemoglobina permiten que la sangre transporte unos 20 ml de oxígeno por cada 100 ml.
- En el pulmón, el oxígeno se difunde hacia los eritrocitos y se combina con la hemoglobina Hb para formar oxihemoglobina.

# Transporte de oxígeno

- La capacidad del dióxido de carbono de combinarse con la hemoglobina y ser liberado por la oxihemoglobina depende de varios factores. Entre ellos se encuentran: la concentración de oxígeno, la concentración de dióxido de carbono, el pH, la temperatura.
- El dióxido de carbono reacciona con el agua del plasma para formar ácido carbónico  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Un incremento en la concentración de dióxido de carbono eleva la acidez y reduce el pH de la sangre. La oxihemoglobina se disocia más fácilmente en un medio ácido. El lactato producido por los músculos en actividad reduce el pH de la sangre.

# Transporte de oxígeno

En el pulmón, el oxígeno se difunde hacia los eritrocitos y se combina con la hemoglobina Hb para formar la oxihemoglobina.



Si el cuerpo no pudiera tomar de ella el oxígeno, la hemoglobina sería de muy poca utilidad. Ese compuesto debe liberar el oxígeno cuando sea necesario. La reacción ocurre hacia la derecha en los pulmones, formando oxihemoglobina, y hacia la izquierda en los tejidos liberando oxígeno.

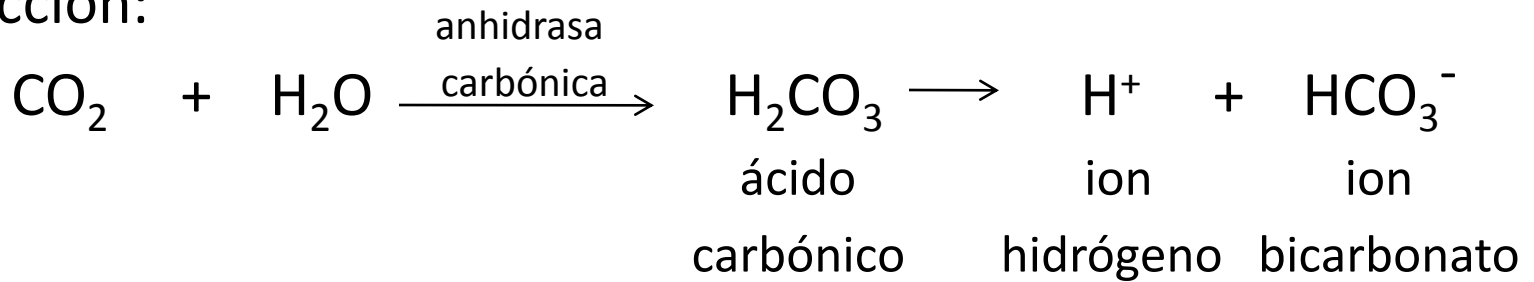


# Transporte de oxígeno

- La oxihemoglobina tiene color escarlata vivo, lo que confiere a la sangre arterial su intenso color rojo, la hemoglobina reducida es purpúrea por lo que da a la sangre venosa su tonalidad más oscura.

# Transporte de dióxido de carbono

- Cuando el dióxido de carbono ingresa en la sangre, un porcentaje pequeño de gas se disuelve en el plasma, ya que la mayor parte de él va a parar a los glóbulos rojos, donde una enzima llamada anhidrasa carbónica cataliza la siguiente reacción:



- Esta reacción es muy lenta en el plasma, pero la anhidrasa carbónica presente en los glóbulos rojos la acelera unas 5000 veces.

# Transporte de dióxido de carbono

- Casi todos los iones hidrógeno liberados por el ácido carbónico se combinan con la hemoglobina, que es un buen amortiguador. Muchos de los iones bicarbonato se difunden hacia el plasma. Los iones cloruro se difunden hacia los eritrocitos para reemplazar los iones bicarbonato perdidos, un proceso llamado desviación de cloruro.
- Parte del dióxido de carbono que ingresa en los glóbulos rojos, se combina con la hemoglobina. El enlace entre la hemoglobina y el dióxido de carbono es muy débil por lo que la reacción es reversible fácilmente. Alrededor del 70 % del dióxido de carbono es transportado como ion bicarbonato. Alrededor del 23 % es transportado en combinación con la hemoglobina y un 7 % va disuelto en el plasma.

# Transporte de dióxido de carbono

- Cualquier condición que interfiera con la eliminación de dióxido de carbono en los pulmones (como la neumonía), genera un aumento en la concentración de ese compuesto en forma de ácido carbónico y iones bicarbonato en la sangre. Esa condición recibe el nombre de acidosis respiratoria. Aunque el pH de la sangre no es ácido en realidad, cuando ocurre esa enfermedad,
- Cuando esa enfermedad ocurre, el pH de la sangre no es ácido realmente pero sí es menor que lo normal.

# REGULACIÓN DE LA RESPIRACIÓN

- Los centros respiratorios son grupos de neuronas y sinapsis que reciben información relevante para la respiración, la evalúan y envían mensajes a los músculos respiratorios. Esos centros respiratorios se localizan en la médula y puente del cerebro. Trabajan rítmicamente, de tal manera que en condiciones de reposo la frecuencia respiratoria es de 12 a 14 por minuto.
- Los individuos que dejaron de respirar por haberse ahogado, intoxicado con humo, sufrido un choque eléctrico o un paro cardíaco, pueden mantenerse con vida mediante respiración artificial de boca a boca hasta que vuelven a activarse sus propios reflejos respiratorios. La reanimación cardiopulmonar es una técnica que permite auxiliar a las víctimas de un paro respiratorio, cardíaco o cardiorespiratorio.

# Pigmentos respiratorios

- Los pigmentos respiratorios que poseen los animales se combinan de manera reversible con el oxígeno para incrementar la capacidad de la sangre de transportar oxígeno. Por ejemplo, la hemoglobina de la sangre humana incrementa la capacidad de ese tejido de transportar oxígeno hasta unas 75 veces. El oxígeno ingresa en los capilares pulmonares y se combina con la hemoglobina de los eritrocitos. Luego, conforme la sangre circula a través de los tejidos, donde la concentración de oxígeno es baja, la hemoglobina lo libera. El oxígeno se difunde luego hacia fuera de la sangre y penetra en las células tisulares.
- La hemoglobina es el pigmento respiratorio característico de los vertebrados, aunque también se le encuentra en muchas especies de invertebrados pertenecientes a varios phyla, como los anélidos, nemátodos, moluscos y artrópodos.

# Pigmentos respiratorios

- En algunos de esos animales, la hemoglobina está dispersa en el plasma en vez de estar confinada dentro de los glóbulos rojos.
- Hemoglobina es un nombre general para referirse a un grupo de compuestos emparentados, todos los cuales tienen un grupo de hierro y porfirina o grupo hem, unido a una proteína del tipo de las globinas. La porción proteínica de la molécula tiene variaciones en tamaño, composición de aminoácidos y propiedades físicas de una especie a otra.

# Pigmentos respiratorios

- Las hemocianinas son otros pigmentos respiratorios, son proteínas azules, que contienen cobre, presentes en muchas especies de moluscos y artrópodos. Dichos pigmentos carecen del grupo hem (porfirina). Cuando el oxígeno se combina con el cobre, el compuesto adquiere un color azul; sin oxígeno es incoloro. Las hemocianinas se encuentran dispersas en la sangre en vez de estar confinadas dentro de células.



# Vuelos a gran altura y buceo a grandes profundidades

- La presión barométrica disminuye progresivamente conforme aumenta la altitud sobre el nivel del mar. La concentración de oxígeno del aire se conserva a 21 %, la presión parcial de ese gas se va reduciendo junto con la presión barométrica. A una altitud de 6000 m sobre el nivel del mar, la presión barométrica es de unos 350 mmHg, por lo que la presión parcial del oxígeno es de solo 75 mmHg, por lo que la hemoglobina de la sangre arterial solo está saturada en un 70 % con oxígeno. A 10000 m sobre el nivel del mar, la presión barométrica es de apenas 225 mmHg, la presión parcial de oxígeno es de 50 mmHg y la saturación de la sangre arterial es de sólo 20 %. Consecuentemente, la obtención de suficientemente oxígeno a partir del aire se vuelve un problema cada vez mayor conforme aumenta la altura sobre el nivel del mar.

# Vuelos a gran altura y buceo a grandes profundidades

- Si una persona viaja a un lugar a gran altitud, el cuerpo se ajusta a las nuevas condiciones, después de un tiempo, mediante la producción de un mayor número de glóbulos rojos.
- Si una persona respira oxígeno puro a una altitud de 10000 m sobre el nivel del mar, ese oxígeno tendría una presión parcial de 225 mmHg, por lo que la hemoglobina estaría casi totalmente saturada con oxígeno. Por arriba de 13000 m sobre el nivel del mar, la presión barométrica es tan baja que ni siquiera la respiración de oxígeno puro bastaría para saturar por completo la hemoglobina arterial.

# Vuelos a gran altura y buceo a grandes profundidades

- El humano solo puede permanecer consciente mientras la saturación de oxígeno arterial sea superior a 40 o 50 %. Ese nivel se alcanza a una altitud de 7000 m sobre el nivel del mar.
- La hipoxia, una deficiencia de oxígeno, se manifiesta como somnolencia, fatiga mental, dolor de cabeza y, en algunos casos, euforia. La capacidad de pensar y tomar decisiones se ve afectada, y también se registra una pérdida de la capacidad de realizar tareas para las cuales se necesita coordinación muscular.

# Vuelos a gran altura y buceo a grandes profundidades

- Si un jet volara a unos 11700 m sobre el nivel del mar y sufriera una descompresión repentina, el piloto perdería el conocimiento en unos 30 s y entraría en estado de coma en un minuto.
- Además de los problemas de hipoxia, cualquier reducción brusca de la presión barométrica da por resultado la enfermedad por descompresión. Siempre que la presión barométrica descienda por debajo de la presión total de todos los gases disueltos en la sangre y otros líquidos del cuerpo, dichos gases tienden a salir de solución y forman burbujas dentro de los vasos sanguíneos. Un ejemplo conocido de ese fenómeno de gasificación se observa cada vez que alguien abre una botella de bebida gaseosa, con lo que se reduce la presión interna y el dióxido de carbono que estaba en solución en el líquido se gasifica formando burbujas.

# Vuelos a gran altura y buceo a grandes profundidades

- En el cuerpo humano, es el nitrógeno el gas que provoca ese fenómeno, pues sale de solución y forma burbujas que pueden obstruir los capilares, lo que interfiere con el flujo sanguíneo; también hay la posibilidad de que resulten dañados otros tejidos. Los efectos clínicos de la descompresión son dolor, mareo, parálisis, inconsciencia y hasta la muerte.
- La enfermedad por descompresión es mucho más común entre los buzos que entre los pilotos de aviones. Conforme el buceador desciende, la presión circundante aumenta tremendamente: una atmósfera por cada 10 m de agua. Para impedir que los pulmones colapsen, el buzo debe respirar aire a presión con lo que expone sus pulmones a presiones alveolares muy elevadas.
- A nivel del mar, un humano adulto tiene aproximadamente un litro de nitrógeno disuelto en la sangre, del cual, alrededor de la mitad se encuentra en la grasa y la otra mitad en los líquidos del cuerpo.

# Vuelos a gran altura y buceo a grandes profundidades

- Después de que el cuerpo de un buceador se ha saturado con nitrógeno a una profundidad de 100 m, los líquidos de su cuerpo contienen unos 10 litros de nitrógeno disuelto. Para evitar que ese nitrógeno salga violentamente de solución, formando burbujas y provocando la enfermedad por descompresión, el buzo debe ascender gradualmente hacia la superficie, deteniéndose en niveles de profundidad específicos, durante cierto tiempo. Eso permite que el nitrógeno se expulse lentamente a través de los pulmones. El envenenamiento con oxígeno puede ocasionarse por respirar aire comprimido. Uno de los peores efectos de esa afección son las convulsiones, que pueden ser mortales para los buzos cuando éstos se encuentran a gran profundidad.

# Buceo a grandes profundidades

Un buzo lleva tanques que contienen aire comprimido, con el fin de exponer sus alveolos a altas presiones alveolares de gas. Esto evita que los pulmones se colapsen en zonas profundas donde las presiones circundantes son muy elevadas.



# Vuelos a gran altura y buceo a grandes profundidades

- Todavía no se sabe por qué el oxígeno es tóxico, aunque se han sugerido varias hipótesis. Una de ellas afirma que las altas concentraciones de oxígeno pueden desactivar algunas de las enzimas respiratorias esenciales. También hay pruebas de que las altas concentraciones de oxígeno reducen el flujo sanguíneo a través del cerebro en un 25 % a 50 %. Una hipótesis más indica que el exceso de oxígeno ocasiona la producción de radicales libres oxidantes (un radical libre es una partícula que tiene un electrón desapareado y que es muy reactiva). Esos radicales libres pueden oxidar ciertos componentes esenciales de la célula, con lo que dañan sus mecanismos metabólicos.



# Realidades del Tabaquismo

- La vida de una persona de 30 años de edad que fuma 15 cigarros al día se acorta en más de cinco años.
- Si se fuma más de una cajetilla de cigarros al día, se tienen 20 veces más probabilidades de adquirir cáncer pulmonar que en el caso de una persona que no fuma. De acuerdo a la American Cancer Society, el tabaquismo es causa de más del 75 % de todas las muertes de cáncer pulmonar.
- Una persona que fuma tiene mayores probabilidades de padecer aterosclerosis y duplicar sus probabilidades de morir a causa de alguna enfermedad cardiovascular.
- Cuando una persona fuma las probabilidades de que padezca bronquitis crónica y enfisema son 20 veces mayores que en el caso de una persona no fumadora.

# Realidades del tabaquismo

- Los fumadores tienen una propensión siete veces mayores a las úlceras gástricas (sobretudo las úlceras malignas) que las personas que no fuman.
- Las personas con el hábito del tabaco tienen 5 % menos oxígeno circulando en el cuerpo (debido a la presencia de monóxido de carbono combinado con la hemoglobina) que las personas sin ese hábito.
- Cuando una mujer embarazada fuma, el recién nacido pesa 180 g menos que los neonatos promedio y existe el doble riesgo de aborto o de muerte del producto poco antes del nacimiento o poco después .

# Realidades del tabaquismo

- Los trabajadores que fuman una o más cajetillas de cigarros al día, se ausentan de sus labores a causa de enfermedades un 33 % más seguido que las personas que no fuman.
- Los riesgos se incrementan en las siguientes circunstancias: al aumentar el número de cigarrillos que se fuman al día, al aumentar la profundidad de las inhalaciones, al fumar el cigarro hasta que se termina y al consumir cigarros sin filtro o con alto contenido de nicotina y alquitrán. Los fumadores de habanos y pipa corren menos riesgo que los fumadores de cigarrillos, ya que no inhalan tanto humo.
- Las personas que no fuman pero que se ven obligadas a permanecer en habitaciones, oficinas, automóviles u otros lugares donde hay fumadores, se ven adversamente afectadas por el humo.

# Realidades del tabaquismo

- Por ejemplo, cuando los padres de un recién nacido fuman, el niño tiene el doble de riesgo de contraer neumonía o bronquitis durante el primer año de su vida, que los niños cuyos padres no son fumadores.

# Actividad experimental

Demostración de que en la respiración se libera  $\text{CO}_2$

Objetivo: Que el estudiante comprenda y compruebe los conceptos relacionados con la respiración.

Que desarrolle las competencias genéricas:

Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.

Atributo: Sintetiza evidencias obtenidas a partir de la experimentación para producir conclusiones y formular nuevas preguntas.

# Actividad experimental

- Competencias experimentales:

Obtiene, registra y sistematiza la información obtenida consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.

Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.

Diseña prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades y demostrar principios científicos.

Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo.

# Actividad experimental

Demostración de que en la respiración se libera  $\text{CO}_2$ .

Fundamento:

La respiración es un proceso mecánico en el que llega el aire hasta los pulmones (inhalación) y sale de ellos (exhalación). El aire que sale de los pulmones lleva dióxido de carbono gaseoso.

Material:

1 pipeta de 5 ml o un popote  
1 tubo de ensayo  
2 vasos de precipitados de 250 ml  
papel filtro

Substancias:

Solución de hidróxido de calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

# Actividad experimental

- La solución de hidróxido de calcio se prepara disolviendo este compuesto en agua destilada, la cual se filtra antes de utilizarla para la realización de la actividad experimental.



# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

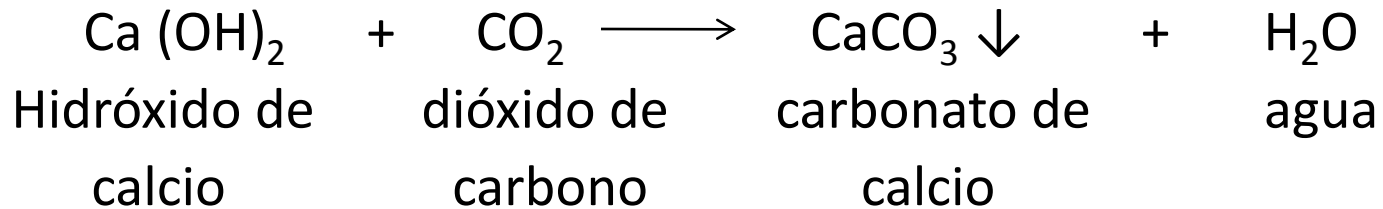
- Procedimiento:
  1. Colocar unos mililitros de solución de hidróxido de calcio en un tubo de ensayo.
  2. Burbujear vigorosamente el aire de tu respiración durante unos minutos, a través de la pipeta.
  3. Observar.

¿Qué ocurrió a la solución en el tubo de ensayo? ¿Por qué?

El dióxido de carbono de la respiración reaccionó con el hidróxido de calcio de la solución formando un precipitado blanco de carbonato de calcio.

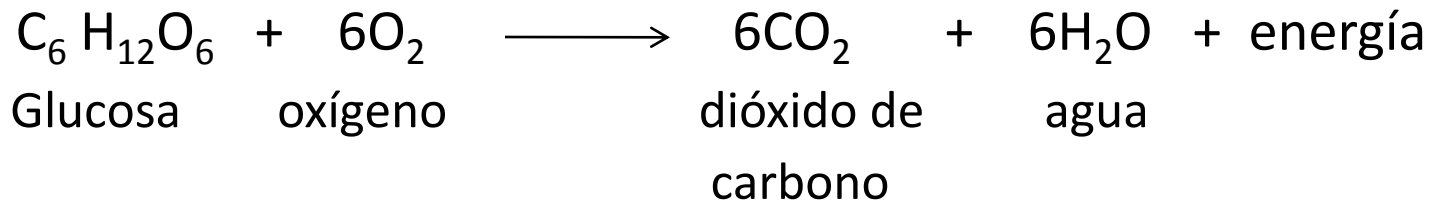
# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Reacción:



La flecha hacia abajo indica la formación de un precipitado.

El dióxido de carbono proviene de la reacción de la respiración celular que ocurre en el interior de las mitocondrias, en la que se quema la glucosa con oxígeno para obtener energía.



# Actividad experimental

Un precipitado es un producto sólido que se separa de una mezcla de reacción.

# Bibliografía

- Biología.

Claude A. Villee. Solomon P. Eldra. Martin E, Charles.

Editorial: Interamericana/McGraw-Hill.

1992.