PR-SSI

ACTIVIDAD 9: EL APARATO RESPIRATORIO

GUÍA DEL MAESTRO(A)

Nota: La siguiente actividad aparece en la Guía de los Maestros de sexto grado del programa PR-SSI. Queda a discreción del maestro utilizarla como exploración de los conceptos.

Tiempo sugerido: 150 minutos

Objetivos específicos:

1. Describir cómo funciona nuestro aparato respiratorio.
2. Determinar volumen pulmonar.
3. Determinar cuánto bióxido de carbono produce nuestro aparato respiratorio.
4. Construir un modelo del aparato respiratorio.
5. Diseñar un experimento para medir cantidad de CO_2 producido.

Conceptos: Pulmones, intercambio de gases (CO_2 – O_2), difusión

Procesos de la ciencia: Observación, medición, formulación de inferencias, formulación de modelos.

Método / Técnica de enseñanza: Aprendizaje cooperativo

Trasfondo:

El aparato respiratorio de los seres humanos y de otros mamíferos funciona de un modo similar. Durante la inhalación, el aire entra a los pulmones y durante la exhalación el aire sale de éstos. Cuando el aire entra a los pulmones, el intercambio de gases ocurre, en unas estructuras sumamente pequeñas llamadas alveolos.

Los alveolos aumentan grandemente el área de intercambio de gases en los pulmones. Si estos no tuvieran alveolos, su área sería sólo de dos pies cuadrados. El área de los pulmones es en realidad de 600 pies cuadrados debido a la presencia de los alveolos. Esto representa un área superficial de absorción de alrededor de 25 veces más grande que la piel.

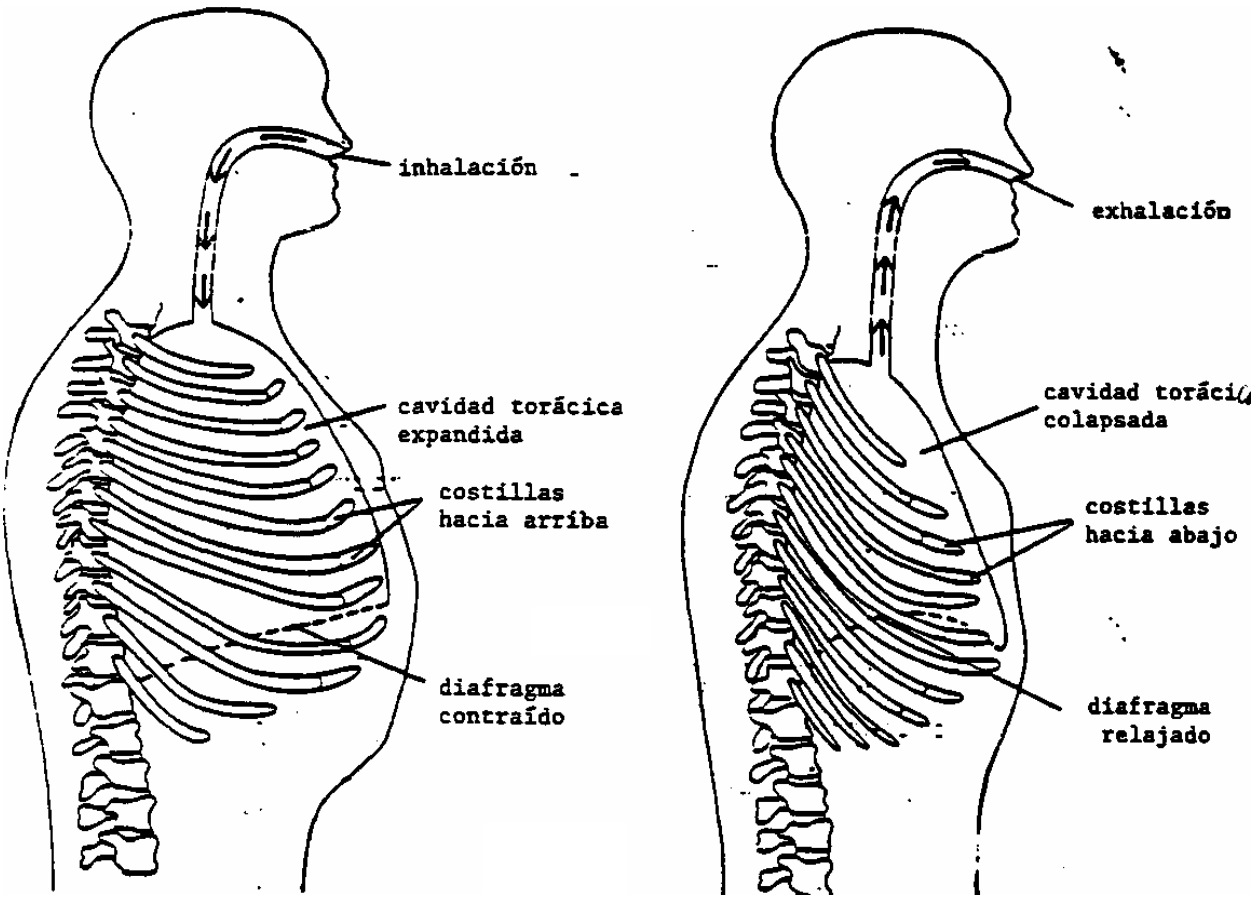
Los pulmones están localizados en la cavidad torácica. En la parte inferior de esta cavidad hay un músculo plano llamado diafragma. Este músculo asume una curva hacia el interior de la cavidad torácica cuando está relajado (observe la Figura #1). Cuando el diafragma se contrae, se mueve hacia abajo y las costillas se levantan y se mueven hacia arriba ayudadas por los músculos intercostales. Este movimiento causa que la cavidad torácica aumente su volumen y disminuya su presión interna. Al ser la presión atmosférica mayor que la presión interna, el aire entrará a los pulmones. Por

otro lado, cuando el diafragma se relaja, las costillas se colapsan y bajan y comprimen los pulmones y éstos se vacían en la exhalación.

El mecanismo descrito es el único responsable de que se llenen los pulmones de aire ya que éstos no están conectados físicamente a ningún músculo. La Figura #1 resume los pasos del proceso de inhalación y exhalación.

Cuando las personas fuman cigarrillos inhalan monóxido de carbono (CO), entre otras cosas. Este gas se pega a las moléculas sanguíneas (hemoglobina) y reduce la capacidad de transporte de oxígeno que éstas tienen. Es por eso que la cantidad de oxígeno que llega al corazón disminuye y si la reducción es severa, puede ocurrirle un ataque al corazón al fumador. Esta es una de las razones por la cual deben familiarizarse con tu sistema respiratorio. Discuta este aspecto con sus estudiantes al final de la actividad.

Figura 1
Inhalación y exhalación



El aire es mayormente una mezcla de gases: N_2 (78%), O_2 (21%) y CO_2 (0.04%). Cuando inhalamos, llevamos a los pulmones un volumen de aire que mantiene esta proporción; sin embargo, cuando exhalamos la proporción de O_2 y CO_2 es de 14.6% y 4.0%, respectivamente. Gran cantidad del oxígeno se queda en los pulmones y gran cantidad de CO_2 sale de los pulmones. Este intercambio de gases ocurre en los alveolos los cuales tienen paredes delgadas del diámetro de una sola célula aplanada. Rodeando los alveolos, hay redes de capilares a las cuales llega la sangre desoxigenada. El O_2 se difunde de los alveolos a la sangre en los capilares y el CO_2 se difunde de la sangre en los capilares a los alveolos (Ver figura 2).

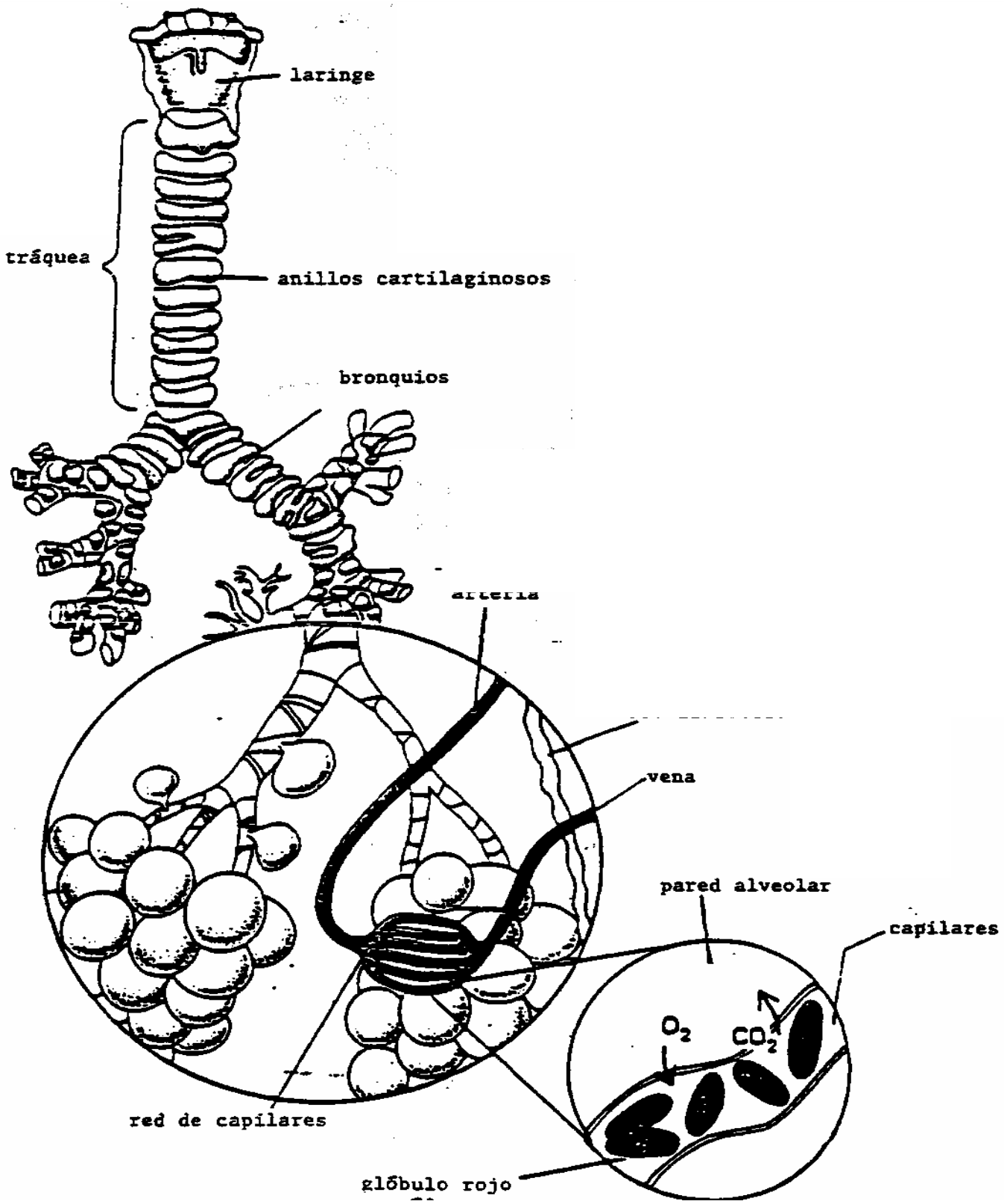
En una parte de esta actividad se utiliza bromotimol azul, el cual es una sustancia química que cambia de color en la amplitud de pH de 6.0 a 7.6. En el pH 6.0 es de color amarillo y en el de 7.6 es color azul. Cuando exhalamos aire con CO_2 dentro de una solución de bromotimol azul, éste va cambiando de color azul hasta llegar a amarillo. La razón de esto es que el exceso de CO_2 en solución se convierte en ácido carbónico (H_2CO_3) y el bromotimol cambia de color en presencia del ácido. A mayor cantidad de CO_2, más ácido se producirá. La reacción general es la siguiente: $CO_2 + H_2O$ H_2CO_3.

El ácido carbónico en la solución se neutraliza si se le añade una base como hidróxido de amonio (NH_4OH). Cuando todo el ácido se neutraliza, el bromotimol cambia nuevamente a color azul. Existe una relación directa entre la cantidad de NH_4OH que se necesita y la cantidad de H_2CO_3 presente. Esto es, que a mayor cantidad de H_2CO_3, más cantidad de NH4OH habrá que añadir. Esto último, a su vez, está relacionado con la cantidad de CO_2 que se añade a la solución. Por lo tanto, los estudiantes que utilicen más gotas de NH_4OH para neutralizar el bromotimol azul producirán más CO_2. Es importante que aclare a los estudiantes que éste método no determina todo el CO_2 añadido ni todo el CO_2 producido, pero que es un método que da, en términos generales, la producción de CO_2.

A partir del procedimiento anterior se puede hacer un estimado relativo de la capacidad pulmonar (volumen) de una persona, si tomamos una inhalación profunda y la exhalamos en un recipiente con agua. Cabe mencionar que la capacidad total o el volumen pulmonar no es una medida absoluta ya que al usar este método cuando exhalamos el pulmón siempre conservará una cantidad de aire que no se exhala. Sin embargo, para propósitos de esta actividad, es conveniente utilizar este método.

Tu sistema respiratorio es el sistema más importante para mantener tu vida. Es mediante este sistema que al inhalar obtienen oxígeno por el proceso de difusión. A través de tus pulmones el oxígeno llegará al sistema circulatorio el cual lo llevará a todas las células de tu cuerpo. Al recibir el oxígeno, las células podrán metabolizar los nutrientes y producir la energía que necesitas para mantener tu vida.

Figura 2
Esquema del intercambio de gases en los pulmones



Materiales:

Parte I (por grupo de tres o cuatro estudiantes):

- una botella de 2 litros de refresco
- un tapón de goma perforado que ajuste a la botella
- un pedazo de tubo de vidrio de 10 cm
- dos globos
- cinta adhesiva
- dos liguillas

Parte II (por grupo de tres o cuatro estudiantes):

- espirómetro
- dos tubos de vidrio de diferentes tamaños
- una probeta de 100mL
- una botella plástica de 2 litros
- un tubo de goma de 60 cm
- agua
- color vegetal

Parte III

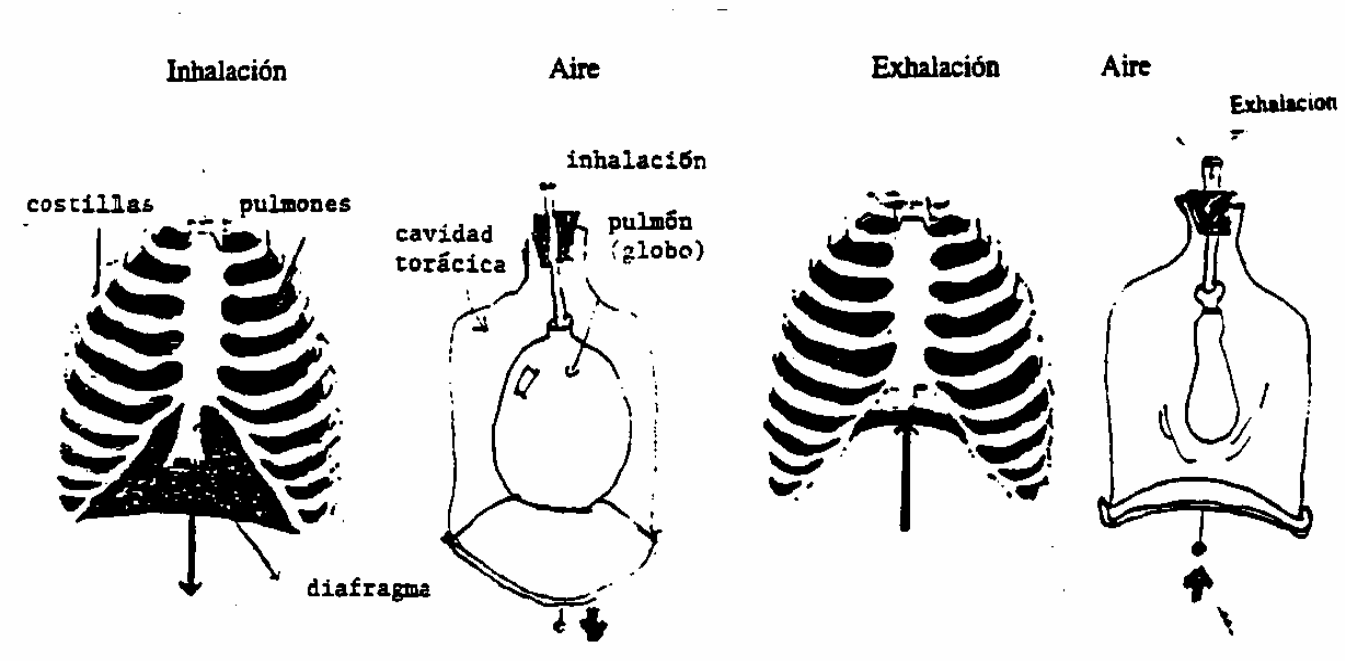
- vasos de análisis
- goteros
- solución de bromotimol azul
- solución de amonia
- sorbeto
- otros materiales que crea que pueda utilizar

Procedimiento:

Parte I – Construcción de un modelo del aparato respiratorio

1. En esta primera parte, los estudiantes construirán un modelo del aparato respiratorio para demostrar cómo funcionan los pulmones. Haga énfasis, en este caso, de que los pulmones se llenan de aire por presión diferencial al aumentar su volumen y se vacían al reducir su volumen. Además, le debe recalcar sobre la función del diafragma como músculo principal en el proceso de respiración.
2. Es importante que cada grupo de estudiantes construya su modelo del pulmón y la construcción del modelo es tan importante como la realización de la actividad. La Figura 3, ilustra la relación del modelo con el mecanismo de la respiración.

Figura 3
Relación entre el modelo del aparato respiratorio
y el proceso de respiración



Parte II – Midiendo mi volumen pulmonar

1. En esta parte, cada estudiante desarrollará un método indirecto de medir su volumen pulmonar.

2. Utilice un recipiente con un volumen conocido de agua y, por desplazamiento, mida el volumen de aire exhalado.

3. El aire exhalado causará que un volumen igual de agua se mueva a través del tubo más largo hasta llegar a la probeta calibrada.

Parte III – Midiendo cuánto bióxido de carbono (CO_2) se produce

1. En esta parte, los estudiantes usarán un indicador para determinar la presencia de ciertas sustancias.

2. Los estudiantes harán un diseño experimental en el cual controlarán diferentes variables. Es importante que determinen las variables que hay que controlar para así poder comparar sus resultados con los de sus compañeros. Dos variables importantes son la circunferencia del globo y la cantidad de bromotimol azul. En este caso, se utilizará bromotimol azul para indicar la presencia de bióxido de carbono (CO_2) e hidróxido de

amonio (NH_4OH) para medir, de un modo indirecto, la cantidad de CO_2 producido.

3. Los estudiantes determinarán si todas las personas eliminan la misma cantidad de CO_2 y además, inferirán los factores que pueden afectar la producción de CO_2.

4. Si los estudiantes no saben el nombre del gas que se produce, indíqueles que éste es bióxido de carbono (CO_2). Haga la conexión con la actividad #14 Dime con quién andas y te diré quién eres del bloque **Pensando y Trabajando como Científicos** de séptimo grado.

Preguntas de discusión:

Parte I

1. ¿Qué representan la botella plástica, el globo y el pedazo de goma de globo en tu modelo?

2. ¿Qué sucede cuando halamos hacia a bajo el pedazo de globo que está en el fondo de la botella? ¿Qué sucede cuando lo empujamos hacia arriba?

Parte II

1. ¿Qué volumen de aire tienen tus pulmones?

2. ¿Es tu volumen de aire mayor o menor que el de tus compañeros?

Parte III

1. ¿Cuánto CO_2 produjiste, medido en gotas de amonia?

2. ¿Qué variables hay que controlar para hacer el experimento?

3. ¿Cómo difiere o se asemeja la cantidad de CO_2 entre los distintos miembros del grupo? ¿Con todos los participantes?

4. ¿Para qué usas el bromotimol azul? ¿Qué nombre se da a una sustancia que se usa para indicar la presencia de otra?

5. ¿Para qué usamos la amonia?

Preguntas de evaluación:

1. Explica cómo funcionan los pulmones para que ocurra la inhalación y la exhalación.
2. ¿Cuál es la importancia de los alveolos en los pulmones? ¿Qué efecto tienen los millones de alveolos en el área pulmonar?
3. ¿Crees que sería posible para los seres humanos y otros animales respirar eficientemente sin los alveolos? Explica tu respuesta.
4. ¿Qué factores crees que afecten la producción de CO_2 en un ser humano? Escoge uno de esos factores y diseña un experimento para someterlo a prueba.
5. ¿Cómo compara la cantidad de CO_2 en el aire con la del aire de los pulmones?
6. ¿De dónde viene el CO_2, que tiene el aire que exhalas?
7. Si hicieras ejercicios, ¿cómo variaría el CO_2 de las exhalaciones?
8. Compara el sistema respiratorio humano con el de los organismos estudiados en la actividad anterior en términos de estructuras y procesos.
9. ¿Cómo se utiliza el CO_2 en la atmósfera?

Actividad de extensión:

Los estudiantes pueden seleccionar alguna variable que ellos consideren que afecta la producción de bióxido de carbono. Basándose en esta variable, podrían diseñar un experimento y llevarlos a cabo. Entre estas variable podemos sugerir:

a. la cantidad de ejercicio realizado
b. el género (masculino o femenino)
c. el peso
d. la condición física

ACTIVIDAD 9: EL APARATO RESPIRATORIO

GUÍA DEL ESTUDIANTE

Introducción:

Tu sistema respiratorio es el sistema más importante para mantener tu vida. Es mediante este sistema que al inhalar obtienes oxígeno por el proceso de difusión. A través de tus pulmones el oxígeno llegará al sistema circulatorio el cual lo llevará a todas las células de tu cuerpo. Al recibir el oxígeno, las células podrán metabolizar los nutrientes y producir la energía que necesitas para mantener tu vida.

Propósito:

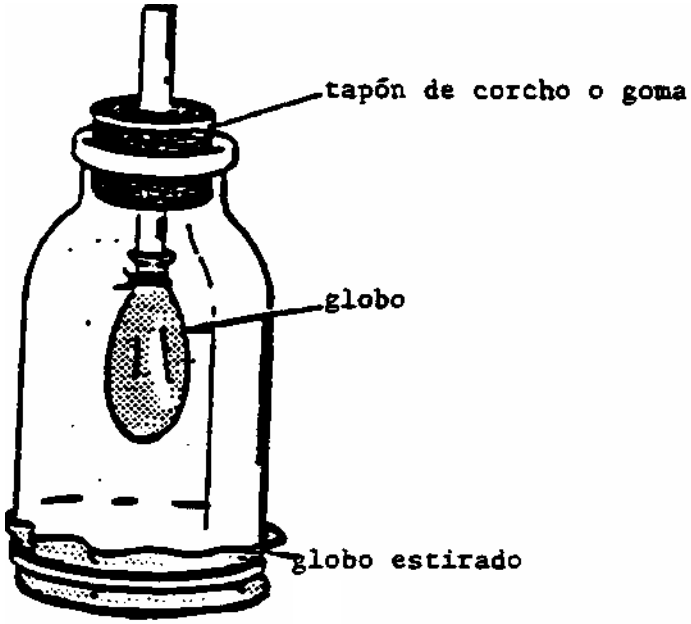
En esta actividad describirás cómo funciona nuestro aparato respiratorio, determinarás el volumen pulmonar e investigarás cuánto bióxido de carbono CO_2 producen distintas personas durante la respiración.

Procedimiento:

Parte I – Construcción de un modelo del aparato respiratorio

1. Corta la parte inferior de la botella plástica (observa la Figura 1). Debes tener cuidado de no cortarte.

Figura 1



2. Obtén de tu maestro o maestra el tapón de goma y el tubo de vidrio de 10 cm. Inserta el tubo de vidrio a través del tapón de goma. Debes humedecer el tubo de vidrio y el hueco del tapón para hacer esto. Usa un paño para empujar el tubo. Tu maestro o maestra te demostrará cómo hacerlo. Ten cuidado de no romper el tubo ya que puedes cortarte. Pasa el tubo como 5 cm a través del tapón.

3. Amarra con la liguilla uno de los globos al tubo de vidrio y coloca el tapón en la botella, según ilustra la Figura 1. Utiliza la cinta adhesiva y cubre el borde que se quedó en la parte inferior de la botella cuando cortaste.

4. Corta el otro globo con la tijera desde la boca hasta el fondo y despliégalo sobre la mesa. Corta la parte más estrecha (área de la entrada) y descártala.

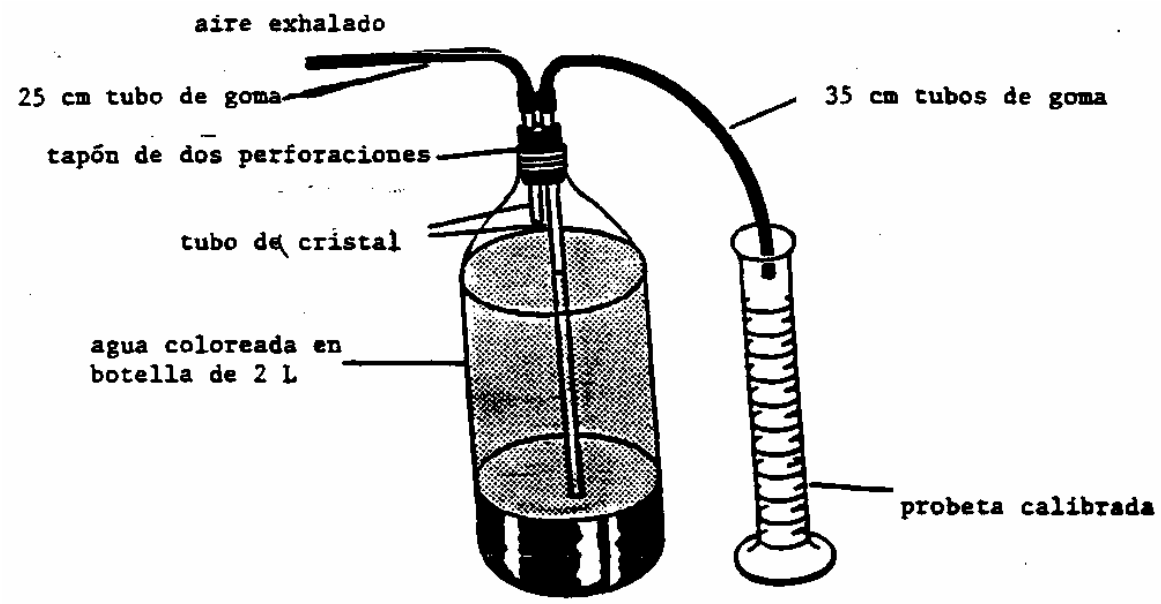
5. Expande el globo cortado y colócalo en la parte inferior de la botella como ilustra la Figura 1 y asegúralo con una liguilla. El globo debe quedar suficientemente estirado. Asegura el globo contra la botella usando cinta adhesiva.

6. Hala hacia abajo el pedazo de globo que pegaste. Observa y anota tus observaciones. Empuja hacia dentro de la botella el pedazo de globo. ¿Qué ocurre?

7. Contesta las preguntas que tu maestro o maestra anote en la pizarra.

Parte II: Midiendo mi volumen pulmonar (Ver la Figura 2)

Figura 2



En tu mesa de trabajo encontrarás un espirómetro. Un espirómetro es un instrumento que se utiliza para medir la capacidad pulmonar.

2. Coloca agua en una botella plástica de 2 litros hasta que esté llena con cuatro-quintas (4/5) partes de su capacidad. Añade unas gotas de colorante vegetal al agua. Utilizando un lápiz de cera, marca el nivel del agua en la botella.

3. Coloca el tubo elástico de goma como lo ilustra el diagrama.

4. Cubre la apertura del tubo elástico más corto con un pedazo de papel toalla y luego de inhalar normalmente, exhala dentro del tubo elástico.

5. Describe lo que sucede en la botella plástica cuando exhalas dentro del tubo de goma. Anota el volumen del agua recogida en tu tabla de datos.

6. En la botella plástica de 2 litros vierte el agua que recogiste en la probeta.

7. Repite los pasos 3 al 6 dos veces o más. Anota los resultados en tu tabla de datos.

8. Corre en el mismo lugar por dos minutos y exhala dentro del tubo elástico de goma. Anota el volumen de agua en el cilindro graduado.

9. Descansa por unos minutos hasta que tu respiración regrese a lo normal. Repite el paso 8 dos veces y anota los resultados. Calcula el promedio de las tres lecturas.

Preguntas:

1. ¿Por qué es importante medir el volumen de aire exhalado tres veces antes y después del ejercicio?

2. ¿Cómo compara el promedio de aire exhalado antes del ejercicio con el aire exhalado después?

3. ¿Qué efecto tiene el ejercicio sobre el volumen de aire exhalado?

4. ¿Qué gas inhalan las personas que fuman?

5. ¿Cómo interacciona el monóxido de carbono (CO) con la hemoglobina de la sangre?

6. ¿Qué efecto tiene el monóxido de carbono en el oxígeno?

7. ¿Puedes explicar por qué podría ocurrir un ataque al corazón a un fumador?

Parte III : Midiendo cuánto CO_2 se produce:

Aunque se te da un procedimiento para realizar el experimento, tienes que añadir a este diseño las variables que hay que controlar. Examina todo el experimento antes de comenzar y determinar qué variables tienes que controlar para obtener buenos resultados científicos. Pide a tu maestro o maestra algún material adicional, si lo necesitas.

Nota: Inserta el sorbete en el globo antes de llenarlo y sujétalo con una liguilla. Practica a llenar el globo; si no lo logras puede ser que la liguilla esté presionando demasiado el sorbete. Cotéjalo y arréglalo.

1. Llena un globo con aire de tus pulmones (exhalación). Insértales un sorbeto y deja burbujear el aire del globo lentamente dentro de un envase con bromotimol azul. Anota los resultados.

2. Llena nuevamente un globo con aire, utilizando una bomba de aire. Insértale un sorbeto y deja burbujear el aire del globo dentro de otro envase con bromotimol azul. Anota los resultados. Pide al maestro o maestra que ilustre cómo llenar el globo usando la bomba de aire.

3. Añade, gota a gota, una solución de amonia al envase donde ocurrió el cambio de color hasta conseguir el color original. Agita el envase cada vez que eches una gota. Anota el número de gotas que se necesitan para lograr el cambio de color nuevamente. Mientras más gotas tengas que añadir, más CO_2 contenía el envase con bromotimol. Cada miembro del grupo puede llenar el globo con aire de sus pulmones y repetir el procedimiento. Comparen los resultados.

4. Junto con tus compañeros, formula inferencias de los factores que pueden afectar la producción de CO_2.

5. Contesta las preguntas que anote tu maestro o maestra en la pizarra. Luego de discutir las respuestas, generarán unas conclusiones de ésta y todas las actividades anteriores a partir del análisis que hagan de la siguiente pregunta: ¿Cómo comparan los diferentes sistemas de transporte e intercambio gaseoso en todos los grupos de organismos estudiados (plantas y animales)?