

C5 Respiración

Experimento parcial C5.1 Nuestro pulmón

Experimento parcial C5.2 Los alvéolos de nuestros pulmones

1 Pregunta central

A continuación se formulan las preguntas guía para la acción, que son la base para los experimentos parciales:

- ¿Cuáles estructuras son necesarias para nuestra respiración y cómo se construyen?
- ¿Cómo funciona nuestro sistema respiratorio?
- ¿Cómo ingresa el aire a nuestros pulmones y dónde se lleva a cabo el intercambio gaseoso?
- ¿En qué medida la construcción de las estructuras define su función?
- ¿Por qué hay alvéolos en los pulmones?

2 Información de trasfondo

2.1 Relevancia para el plan de estudios

El estudio de algunos órganos y sistemas funcionales del cuerpo humano despierta en los alumnos y alumnas la sensibilidad por su propio cuerpo. Les ayuda a conocerlo mejor y obtienen una noción del modo en que funcionan los órganos. La reflexión acerca del propio cuerpo permite, además, dirigir la mirada hacia aspectos importantes para la salud. La fascinación y la apreciación del propio cuerpo, aquí resultantes, llevan a un comportamiento apropiado para mantener la salud. Para el experimento parcial C5.2 se trabaja detalladamente con un principio importante en la biología, el del aumento de la superficie. Este principio también se utiliza ampliamente en la tecnología y en la arquitectura.

Con relación al tema Medio Ambiente de Experimento | 8+, en particular al tema de la contaminación atmosférica, pueden establecerse muchas conexiones con la respiración. En ese sentido puede ser conveniente tratar ambos temas de manera consecutiva.

Temas y terminología

Alvéolos pulmonares, bronquios, diafragma, dióxido de carbono, intercambio gaseoso, lóbulos pulmonares, oxígeno, pulmón, presión alta, presión baja, superficie, superficie pulmonar, tráquea, volumen.

2.2 Conocimientos a adquirir

Los alumnos y alumnas ...

- obtienen una mejor comprensión de los sistemas funcionales humanos, especialmente de la respiración.
- aprenden lo importante que es el sistema respiratorio del ser humano.
- adquieren seguridad a la hora de abordar procesos técnico-científicos, como la medición y la lectura de magnitudes.
- pueden desarrollar su comprensión física.
- pueden ampliar sus capacidades de construcción.

3 Información complementaria sobre el experimento

Para preparar o profundizar en este experimento encuentra medios complementarios en el Portal de Medios de la Siemens Stiftung:

<https://medienportal.siemens-stiftung.org>

4 Realización

Nota: El equipo y los materiales, tanto los entregados de antemano como los suministrados en cajas, están diseñados para que experimente **un** grupo de alumnos y alumnas de máximo **cinco** niños. En total, el material de la caja alcanza para **diez** grupos de estudiantes.

4.1 Experimento parcial C5.1 Nuestro pulmón

4.1.1 Equipos y materiales

A adquirir previamente

Materiales	Cantidad
botella de plástico, 1,5 litros, vacía	10

Incluido en el material entregado

Materiales	Cantidad	No. de la caja
bolsa hermética, 200 x 300 mm	1	13
cinta aislante	20 cm	6
globo rojo	2	13
plastilina	1 pieza (aprox. 1 cuchara pequeña llena)	3
tijera	1	5
tubo de conexión en forma de "Y"	1	12
tubo delgado	10 cm	suelto en la caja

4.1.2 Aspectos organizativos

Lugar en donde se realizan los experimentos	En el salón de clases sobre una mesa sencilla o al aire libre.
Tiempo necesario	Aprox. 45 minutos
Indicaciones de seguridad	Véase la carpeta de manuales "Advertencias de seguridad sobre el tema Salud"
Limpieza	Si la situación en cuanto a materiales lo permite, usted puede dar a los alumnos y alumnas los modelos para que se los lleven a sus casas. De lo contrario, los modelos se desmontan al final: Los globos que se inflaron se deben desechar por razones higiénicas. Las piezas en "Y", así como los tubos, se colocan de nuevo en la caja. La plastilina puede ser recogida y también devuelta. Las botellas de plástico deben ser recicladas.

4.1.3 El experimento parcial en el contexto explicativo

Los alumnos y alumnas se familiarizan con la estructura y el modo de funcionamiento del sistema respiratorio humano. Basados en el modelo de construcción propia, pueden sacar conclusiones para sus propios cuerpos y recopilar valiosos conocimientos sobre el vacío y el volumen.

Información técnica

Los niños y niñas en edad escolar (de 8 a 10 años) respiran unas 20 veces por minuto. Cuanto más adulto se es, menor será la frecuencia respiratoria. A pesar de esto, casi nunca nos preguntamos por el formidable trabajo que nuestros pulmones realizan continuamente. El cuerpo no puede almacenar mucho oxígeno y por eso necesitamos respirar continuamente. El tronco cerebral, más específicamente el bulbo raquídeo, controla la respiración. Por lo tanto, una falla en esta estructura, por ejemplo mediante la lesión de la columna cervical superior, causa la muerte.

Visión general del proceso de la respiración

El diafragma se contrae durante la inhalación y como resultado desciende. También se contraen los músculos intercostales, expandiendo la caja torácica: aumenta el volumen del tórax. Como resultado, se crea un vacío y el aire ingresa gracias a esta fuerza de succión a través de la boca, la tráquea y los bronquios, hasta llegar a los alvéolos pulmonares. El intercambio de gases tiene lugar en los alvéolos pulmonares; el oxígeno inhalado es liberado en la sangre y pasa a través del torrente sanguíneo a todos los órganos y células. Al exhalar, se relajan el diafragma y los músculos intercostales, por lo que el volumen del tórax disminuye y el aire exhalado es llevado hacia el exterior mediante el aumento de presión.

El ensanchamiento del tórax, gracias a los músculos intercostales, no puede ser representado en este modelo de respiración, como si lo hace la importante reducción del diafragma.

4.1.4 Verificar los conocimientos previos y las concepciones de los alumnos y alumnas

Los alumnos y alumnas deben conocer la estructura de las vías respiratorias y la ruta de acceso del aire a través del cuerpo. En caso de tratarse de un tema nuevo, usted puede discutir la imagen en las instrucciones para los alumnos en conjunto con los alumnos y alumnas. Por lo general, los alumnos y alumnas conocen al menos el nombre de las estructuras individuales.

En cuanto al proceso de respiración, probablemente los alumnos y alumnas poco han tenido que ver con él, fuera de los intentos de contener la respiración el mayor tiempo posible. Pero esta experiencia resulta suficiente para abordar la automaticidad de la respiración. Recuérdeles sobre la última vez que se sumergieron. Todo el mundo sabe que no se puede aguantar la respiración más allá de un cierto punto. La urgencia de respirar finalmente va en aumento.

Por lo general, los alumnos y alumnas tienen la idea de que el aire llega a los pulmones por sí solo. La realización del modelo de respiración ayuda a los alumnos y alumnas a cambiar esta noción.

No se deben utilizar los términos presión baja y presión alta. En lugar de, presión baja usted puede hablar de una fuerza de succión o de una aspiración; y hablar simplemente de presión, en lugar de presión alta. El principio de la presión baja y la presión alta los conocen los alumnos y alumnas, por ejemplo, por la succión en un pitillo o mediante el uso de una pipeta.

4.1.5 El ciclo de investigación

Aspectos e información importantes acerca de las etapas del proceso del ciclo de investigación en el experimento del estudiante:

<p>La pregunta de investigación</p> 	<p>Para la pregunta de investigación formulada en las instrucciones para los alumnos son posibles las siguientes alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Descubre cómo funciona la respiración pulmonar. ▪ ¡Construye un modelo para la respiración pulmonar!
<p>Reunir ideas y conjeturas</p> 	<p>Las posibles conjeturas podrían ser:</p> <p>Para la pregunta de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ “El aire fluye dentro de los pulmones.” ▪ “Los pulmones aspiran el aire.” ▪ “Mi boca/mi nariz chupa el aire.” ▪ “El aire entra en el cuerpo a través de la abertura de la boca.” <p>Para el experimento:</p> <p>“Comprimo el aire desde el exterior en el globo.”</p> <p>Pase de las conjeturas al experimento.</p>
<p>Experimentar</p> 	<p>Construcción del experimento:</p> <p>Por medio de la figura en las instrucciones para los alumnos, los alumnos y alumnas aprenden o repasan la construcción de los órganos respiratorios de los seres humanos. Deje que sigan el recorrido del aire con el dedo; eso los vuelve más conscientes del recorrido del aire en el modelo de respiración. Por lo general, los alumnos y alumnas conocen el término “bronquios” por causa de las enfermedades respiratorias, por ejemplo, la bronquitis.</p> <p>Todos los globos deben ser primero inflados y desinflados de nuevo, antes de que sean colgados sobre la pieza en “Y”. Como resultado, son más elásticos y reaccionan incluso, por ejemplo, en caso de que los globos rojos no se aspiren tanto aire.</p> <p>Realización:</p> <p>Los alumnos y alumnas construyen un modelo de respiración y experimentan en él, la forma de funcionamiento del sistema respiratorio humano. Ellos intercambian opiniones durante la construcción del modelo y hablan acerca del producto terminado.</p>

<p>Observar y documentar</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se anima a los alumnos y alumnas a asignar a los componentes del modelo, los nombres de las estructuras en el cuerpo (partes del cuerpo). ▪ Por medio del modelo, los alumnos y alumnas aprenden cuáles procesos son fundamentales para garantizar que la respiración humana funcione. ▪ Tienen la oportunidad de simular la respiración, y de ese modo entienden la función de los lóbulos pulmonares. <p>Las observaciones más importantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparación modelo de respiración/cuerpo: <table border="1" data-bbox="560 667 1390 994"> <thead> <tr> <th>Componente del modelo de respiración</th> <th>Parte del cuerpo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Botella</td> <td>Tórax</td> </tr> <tr> <td>Pico de la botella</td> <td>Boca</td> </tr> <tr> <td>Tubo</td> <td>Tráquea</td> </tr> <tr> <td>Tubo de conexión en forma de "Y"</td> <td>Bronquios</td> </tr> <tr> <td>Dos globos en el interior</td> <td>Dos lóbulos pulmonares</td> </tr> <tr> <td>Fondo de bolsa hermética</td> <td>Diafragma</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Si se tira hacia abajo la bolsa hermética, los globos interiores se llenan de aire a través del pedazo de tubo. Si se empuja adentro de la botella, el aire de los globos interiores se escapa de nuevo. 	Componente del modelo de respiración	Parte del cuerpo	Botella	Tórax	Pico de la botella	Boca	Tubo	Tráquea	Tubo de conexión en forma de "Y"	Bronquios	Dos globos en el interior	Dos lóbulos pulmonares	Fondo de bolsa hermética	Diafragma
Componente del modelo de respiración	Parte del cuerpo														
Botella	Tórax														
Pico de la botella	Boca														
Tubo	Tráquea														
Tubo de conexión en forma de "Y"	Bronquios														
Dos globos en el interior	Dos lóbulos pulmonares														
Fondo de bolsa hermética	Diafragma														
<p>Evaluar y reflexionar</p> 	<p>Los alumnos y alumnas se dan cuenta de que el diafragma (en el modelo: la bolsa hermética en la parte inferior de la botella) juega un papel importante en la respiración. Ésta debe ser elástica, de modo que se pueda presentar un cambio de volumen. Como resultado se crea una presión baja/succión que aspira aire dentro de los pulmones. Al faltar este vacío, se lleva a cabo la exhalación.</p> <p>Resultados esperados (solución del texto con espacios para completar):</p> <p>Si tiro hacia abajo la bolsa hermética en la parte inferior de la botella, el espacio (volumen) de la botella es <u>mayor</u>. Esto crea una <u>succión</u> y los globos rojos se llenan de aire a través del <u>tubo</u>. Cuando empujo la bolsa de vuelta hacia adentro de la botella, el espacio (volumen) es de nuevo <u>menor</u>. Esto crea una <u>presión</u> sobre los globos rojos, y el aire se escapa de nuevo a través del <u>tubo</u>.</p>														

4.1.6 Ideas complementarias

En las instrucciones para los alumnos

<p>Así puedes continuar la investigación</p> 	<p>Cuando las personas ya no pueden respirar por sí mismas debido a una enfermedad o a cuidados intensivos (por ejemplo, coma), necesitan respiradores. Para esto existen en principio dos posibilidades: O bien se realiza desde el exterior una regulación de la expansión de la caja torácica (palabra clave: pulmón de acero, ventilación tipo coraza), de modo que se tiene como resultado la alternación entre presión negativa y positiva. O el aire es forzado a ingresar dentro de los pulmones por medio de una presión alta. Deje que los alumnos y alumnas discutan de qué manera podría funcionar una máquina de apoyo a la respiración.</p>
---	---

4.2 Experimento parcial C5.2 Los alvéolos de nuestros pulmones

4.2.1 Equipos y materiales

A adquirir previamente

Materiales	Cantidad
regla o cinta métrica	1
Experimento adicional	
agua	aprox. 200 ml
pastilla efervescente	2

Incluido en el material entregado

Materiales	Cantidad	No. de la caja
cartulina (de dos colores diferentes)	4 hojas	17
cinta adhesiva	1	7
Experimento adicional		
vaso de plástico, 500 ml	2	suelto en la caja

4.2.2 Aspectos organizativos

Lugar en donde se realizan los experimentos	En el salón o al aire libre.
Tiempo necesario	Aprox. 45 minutos
Variantes de ejecución	Sería ideal una visualización de la superficie total de los cilindros pequeños. Tal vez se puede trabajar en exteriores y delimitar la superficie total en el suelo con una tiza, por lo que se tiene la superficie visible incluso sin los pedazos de cartulina. También sería válida una demarcación en el suelo utilizando cinta adhesiva.
Indicaciones de seguridad	Véase la carpeta de manuales "Advertencias de seguridad sobre el tema Salud"
Limpieza	Retire las tiras adhesivas o corte las que sobresalen. Los pedazos de cartulina pueden reutilizarse.

4.2.3 El experimento parcial en el contexto explicativo

Mediante la difusión de un modelo de alvéolos pulmonares, los alumnos y alumnas entienden que muchos pequeños cuerpos geométricos, como los alvéolos, juntos y con el mismo volumen, tienen una superficie significativamente más grande que un cuerpo geométrico mayor.

Información técnica

En el pulmón se encuentran muchísimos saquitos agrupados en racimos, los alvéolos. En ellos tiene lugar el vital intercambio de gases entre el aire y la sangre. Durante este intercambio, la sangre absorbe oxígeno del aire y cede al aire dióxido de carbono como producto residual, de forma que éste no pueda acumularse en cantidades tóxicas en el cuerpo. El número de alvéolos pulmonares se estima en unos 300 millones y su superficie total, entre 80 y 120 metros cuadrados. Por lo tanto, se puede acomodar una superficie muy grande sin cambiar el volumen

de la caja torácica. De esta manera, una gran cantidad de oxígeno puede ser absorbido en la sangre por difusión, en el límite entre los alvéolos pulmonares y las paredes de los vasos sanguíneos (capilares). Este principio en biología se denomina principio de la ampliación de la superficie. Se encuentra en muchos otros contextos. Constantemente se amplía la superficie total, por ejemplo, haciendo pliegues o dividiendo un volumen mayor en muchos espacios pequeños. Otro ejemplo son los pliegues de la pared interior intestinal: De ese modo las vellosidades intestinales aseguran que muchos nutrientes pueden filtrarse hacia la sangre a través de las paredes de los vasos sanguíneos.

4.2.4 Verificar los conocimientos previos y las concepciones de los alumnos y alumnas

Los alumnos y alumnas ya deberían haber acumulado alguna experiencia con las distintas formas y cuerpos como, por ejemplo, la diferencia entre círculo y esfera, así como entre cuadrado/rectángulo y cubo. Así pueden detectar la superficie y el volumen como área o espacio. Además, se debe conocer la estructura del sistema respiratorio.

Los alumnos y alumnas deben estar familiarizados con la medición exacta, con el uso de regla o una cinta métrica.

4.2.5 El ciclo de investigación

Aspectos e información importantes acerca de las etapas del proceso del ciclo de investigación en el experimento del estudiante:

<p>La pregunta de investigación</p> 	<p>Para la pregunta de investigación formulada en las instrucciones para los alumnos son posibles las siguientes alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Averigua por qué el intercambio de gases se produce en los alvéolos pulmonares. ▪ Compara, por medio de un modelo, la superficie del pulmón con la superficie de todos los alvéolos pulmonares juntos.
<p>Reunir ideas y conjeturas</p> 	<p>Las posibles conjeturas podrían ser:</p> <p>Para la pregunta de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ “Si estalla un alvéolo, hay muchos más.” ▪ “Porque se puede aspirar más aire.” ▪ “Para un gran alvéolo pulmonar los vasos sanguíneos también deberían ser grandes.” ▪ “Debe tener algo que ver con la sangre.” <p>Para el experimento:</p> <p>“Pongo un montón de esferas una junto a la otra.”</p> <p>Pase de las conjeturas al experimento.</p>

<p>Experimentar</p> 	<p>Construcción del experimento:</p> <p>Prepare previamente para los alumnos y alumnas la cartulina grande y los pedazos pequeños de cartulina. Idealmente, el color del papel grande debe ser diferente al de los pedazos pequeños de cartulina. Haga evidente frente a los alumnos y alumnas la idea de que esto se trata sólo de un modelo para la construcción del experimento: Algunas cosas se pueden mostrar con el modelo (relación superficie/volumen), otras no (los vasos sanguíneos, el tamaño real). Los resultados obtenidos a partir de un modelo cilíndrico pueden extrapolarse a un modelo esférico.</p> <p>Si los estudiantes no conocen el término “cilindro” para el objeto geométrico que ellos construyen en este experimento, presente el término mediante comparación con los objetos cotidianos (por ejemplo, latas de bebidas, columnas publicitarias, tubo de agua). También es fácil de retener la comparación con el cubre cabeza cilíndrico como “sombbrero sin ala”.</p> <p>Realización:</p> <p>Diferencie siempre entre el modelo y la realidad. No denomine a los pedazos de cartulina “pulmón” o “alvéolos pulmonares”.</p>
<p>Observar y documentar</p> 	<p>Los alumnos y alumnas observan que el modelo de pulmón casero, con los alvéolos pulmonares que contiene, ocupa mucho menos espacio sobre la mesa, que los materiales cuando se habían desplegado anteriormente sobre la misma. (Como alternativa, sobre el piso o en el exterior sobre el suelo.)</p> <p>Resultados esperados de las mediciones:</p> <p>Superficie de los pulmones: $45\text{ cm} \times 15\text{ cm} = 675\text{ cm}^2$</p> <p>Alvéolos pulmonares: máx. 10 veces $15\text{ cm} \times 10\text{ cm} = 1.500\text{ cm}^2$</p>
<p>Evaluar y reflexionar</p> 	<p>Resultado esperado:</p> <p>El área total de los cilindros pequeños es mayor que el área del cilindro grande.</p> <p>Los alumnos y alumnas aprenden que dentro del cilindro grande se obtiene un área mayor dividiendo el espacio, que con solo la envoltura del cilindro.</p> <p>Cierre el ciclo creando una referencia con el tamaño en el propio cuerpo: La superficie de los alvéolos pulmonares en el ser humano es de 80 a 120 m^2. Para generar una comparación, delimite un área visible, como el aula, por ejemplo, y explique que con sus alvéolos pulmonares se podrían “embaldosar” por ejemplo, 1,5 aulas. ¡Haga también una referencia a la función! Esta gran área superficial se necesita para el intercambio de gases.</p> <p>La transferencia de conocimiento desde el experimento modelo, al cuerpo humano, se debe realizar mediante conversación con los alumnos y alumnas.</p>

4.2.6 Ideas complementarias

En las instrucciones para los alumnos

<p>Así puedes continuar la investigación</p> 	<p>Los alumnos y alumnas pueden observar también el fenómeno del aumento de la superficie comparando el comportamiento de disolución en agua de una pastilla efervescente entera, con el de una pastilla efervescente triturada. Esta última se descompone mucho más rápido, ya que una superficie más grande entra en contacto y reacciona con el agua.</p>
---	--

Otros

Para los diseñadores astutos usted puede discutir al final las diferentes formas.

- ¿Qué pasa si se modifica la forma de los alvéolos individuales?
- ¿Cómo se comportan por ejemplo, los cuerpos cuadrados, en la forma alada del pulmón? (Los bordes no pueden ser llenados de manera óptima.)

Pruébalo con los alumnos y alumnas y saque conclusiones sobre la forma óptima.