



Dossier per gli insegnanti: aria

Aria, un alimento?

1. Di cosa si tratta?	2
2. Obiettivi	2
3. Termini chiave	2
4. Proposte per l'insegnamento	2
5. Soluzioni e suggerimenti per il quaderno delle attività	3
6. Soluzioni degli esperimenti.....	9
6.1 Esperimento: bicchiere d'acqua – Immergere la carta nell'acqua senza bagnarla.....	9
6.2 Esperimento: volume di aria respirata – Calcola il volume dell'aria che respiri	10
6.3 Esperimento: aria inspirata ed espirata – Prova della candela e dell'acqua calcarea	12



1. Di cosa si tratta?

- Conoscenze di base sull'aria (gas, miscele)
- Funzionamento della respirazione e dell'apparato respiratorio
- Analisi dell'aria respirata paragonandola ad alimenti e a nutrienti

2. Obiettivi

Gli allievi....

- sanno descrivere il percorso dell'aria inspirata ed espirata e spiegare l'importanza dell'atto respiratorio;
- conoscono le più importanti composizioni gassose dell'aria e sanno spiegare le differenze essenziali tra aria inspirata e aria espirata;
- sanno confrontare le caratteristiche dell'aria (inspirazione attraverso il corpo, disponibilità, percezione) con quelle degli alimenti.

3. Termini chiave

Aria respirata, gas/miscele gassose, ossigeno (O_2), diossido di carbonio (CO_2), azoto (N_2), polmoni, bronchi, ciglia vibratili, nutrienti/alimenti.

4. Proposte per l'insegnamento

Contenuti web: ca. 30 minuti

Quaderno delle attività: ca. 90 minuti

- Discussione (10')
- Approfondimento: se dovessi ordinare aria (20')
- Il percorso dell'aria che respiriamo (10')
- La composizione dell'aria (20')
- Approfondimento: aria in abbondanza? (20')
- Approfondimento: aria, un alimento? (15')

Esperimenti: ca. 120 minuti

- Esperimento: bicchiere d'acqua – *Immergere la carta nell'acqua senza bagnarla* (15')
- Esperimento: volume dell'aria respirata – *Calcola il volume dell'aria che respiri* (45')
- Esperimento: aria inspirata e espirata – *Prova della candela e dell'acqua calcarea* (45')



5. Soluzioni e suggerimenti per il quaderno delle attività

Discussione (10 minuti)

Cosa hanno in comune questi oggetti: un bicchiere vuoto, una scatola vuota, un contenitore portavivande vuoto, un palloncino gonfio, una bottiglia in PET vuota e chiusa e un imballaggio con cuscini ad aria?

Nessuna idea? Procurati i diversi recipienti ed esaminali. Cosa hanno in comune tutti questi recipienti?

Scrivi qui sotto le riflessioni e le nozioni più importanti scaturite dalla discussione.

Possibili soluzioni:

Tutti gli oggetti contengono aria.

Bicchiere, scatola, recipiente portavivande, bottiglia in PET vengono percepiti come vuoti e quindi definiti in tal senso.

Se un recipiente contiene aria e non contiene ciò per cui è stato concepito, viene considerato vuoto.

Nei palloncini gonfi e negli imballaggi con cuscini ad aria, l'aria ha una funzione specifica. È parte dell'oggetto e lo forma.

Suggerimenti per gli insegnanti

Nell'ambito della discussione, gli allievi devono riconoscere che l'aria spesso non viene percepita.

Ulteriori domande per la discussione

- *Perché spesso non percepiamo l'aria?*
- *Quando ci rendiamo conto della presenza di aria (per esempio tenendo la mano fuori dal finestrino di una vettura in corsa)?*



Approfondimento: se dovessi ordinare aria (20 minuti)

Supponiamo che l'aria sia un alimento che ti viene fornito quotidianamente. Quanti litri ne dovresti ordinare ogni giorno?

Annota le tue riflessioni.

*Si effettuano circa 12-15 respiri al minuto, ca. 0,5 litri ogni respiro → da 6 a 7,5 litri di aria al minuto $24h * 60 min * 6$ o $7,5 litri$ → tra 8640 e 10 800 litri di aria al giorno*

Il mio ordine giornaliero in litri: *tra 8640 e 10 800 litri.*

L'ordine rimane uguale ogni giorno? Motiva la tua risposta.

No, si respira più oppure meno intensamente a seconda delle attività che si svolgono (p.es. se si pratica sport o se si guarda la televisione), di conseguenza cambia anche il volume di aria che respiriamo.

Se dovessi ordinare soltanto l'ossigeno contenuto nell'aria respirabile, quanti litri te ne servirebbero?

*$10\,800\,litri * 0,21$ (21% di ossigeno nell'aria) = 2268 litri*

Se dovessi ordinare soltanto l'ossigeno che assimili, quanti litri te ne servirebbero ogni giorno?

*$10\,080\,litri * 0,04$ (4% di ossigeno, assimilato con ogni respiro) = 432 litri*



Il percorso dell'aria che respiriamo (10 minuti)

Indica nel disegno il percorso dell'aria dall'esterno fino agli alveoli polmonari.

Scrivi i nomi delle diverse parti delle vie respiratorie.

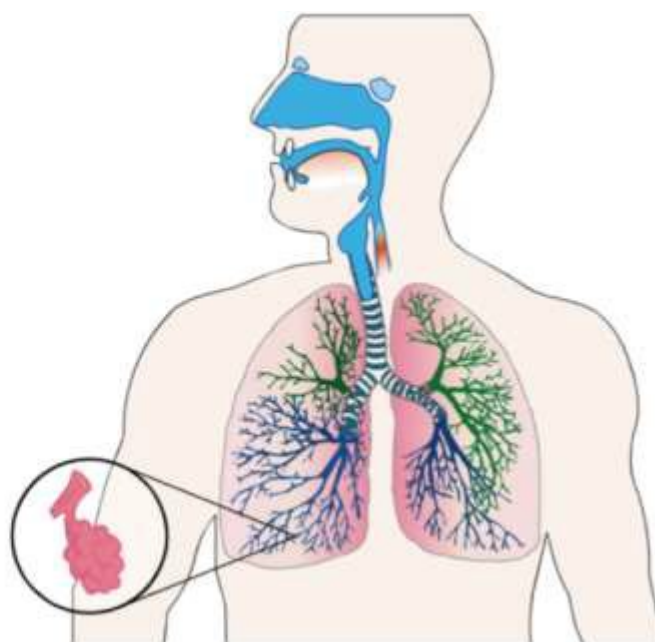


Figura 1 – Organi di respirazione. Fonte: UFAM (2014)

Narici, fosse nasali, faringe, laringe, trachea, bronchi, vasi polmonari (alveoli)



La composizione dell'aria (20 minuti)

Disegna nelle caselle sottostanti la composizione dell'aria nel processo di inspirazione ed espirazione (10 cm = 100%):

Aria inspirata:

78% N₂ (nero), 21% O₂ (bianco), 0,04% CO₂ (grigio), altri gas (bianco e nero)



Aria espirata:

78% N₂ (nero), 17% O₂ (bianco), 4% CO₂ (grigio), altri gas (bianco e nero)



In che modo cambia la composizione dell'aria nel processo di inspirazione ed espirazione?

Nell'aria espirata il contenuto di ossigeno è più basso. Aumenta invece la concentrazione di CO₂.

Ricerca cosa succede all'ossigeno dopo che è stato inspirato dai polmoni. Da dove proviene il CO₂ che espiriamo?

Il sangue trasporta l'ossigeno agli organi e ai muscoli del nostro corpo, dove viene usato, ad esempio, per il metabolismo energetico. Da questo processo si genera CO₂.



Approfondimento: aria in abbondanza? (20 minuti)

L'atmosfera è uno strato protettivo sottile e vulnerabile attorno alla terra, che puoi illustrare nel modo seguente.

Prendi un portamine e controlla il diametro della mina. Disegna ora un cerchio su un foglio: se lo spessore della linea simboleggia lo spessore dell'atmosfera e il diametro del cerchio il diametro della terra, quanto misura il raggio del cerchio disegnato?

Per lo spessore dell'atmosfera, ipotizza un'altitudine di 50 km.

Disegna qui sotto il tuo risultato:

<i>Spessore dell'atmosfera terrestre fino alla stratopausa:</i>	<i>50 km = 50 000 000 mm</i>
<i>Spessore della linea tracciata da una mina: p.es. 0,5mm</i>	<i>Scala: $0,5/50\,000\,000 = 1/100\,000\,000$</i>
<i>Diametro della Terra:</i>	<i>12 750 km = 1 275 000 000 cm</i>
<i>Diametro del disegno:</i>	<i>$1\,275\,000\,000 / 100\,000\,000 = 12,75$ cm Raggio = 6,375 cm</i>

Quale scala hai applicato per disegnare la Terra e la sua atmosfera?

Il rapporto di rappresentazione tra lo spessore della mina e lo spessore dell'atmosfera terrestre è pari a $0,5/50\,000\,000$. Ciò corrisponde a una scala di 1:100 milioni.

OPPURE

Considerando uno spessore della linea di 0,5 mm (0,5 mm per lo spessore dell'atmosfera) il disegno della Terra presenta un diametro di 12,75 cm. Ciò corrisponde a una scala di 1:100 milioni.



Approfondimento: aria, un alimento? (15 minuti)

Discussione: cos'è l'aria? Un alimento, un nutriente o cos'altro? Motiva le tue risposte.

Al contrario degli alimenti l'aria viene assimilata dai polmoni e in seguito espirata.

Gli alimenti vengono mangiati oppure bevuti e in seguito assimilati dall'apparato digerente.

L'aria è vitale, come gli alimenti e l'acqua. Pertanto l'aria può essere considerata un nutriente.



6. Soluzioni degli esperimenti

6.1 Esperimento: bicchiere d'acqua – La carta immersa nell'acqua senza bagnarsi

Breve descrizione

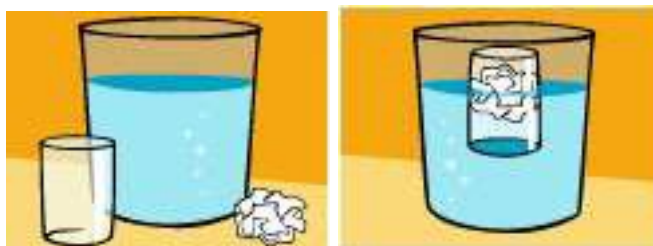
Un bicchiere contenente della carta viene spinto sott'acqua, senza che la carta si bagni.

	Tempo: 10-15 minuti
Domande chiave <ul style="list-style-type: none">Immergendo un contenitore acqua, si riempirà sempre?	Materiale per ogni gruppo <ul style="list-style-type: none">Contenitore, bacinella in plastica o scodella in vetroBicchieriCannucciaCarta appallottolata (A5)
Possibili obiettivi <p>Gli allievi</p> <ul style="list-style-type: none">sanno spiegare il risultato delle loro soluzioni al problema;osservano e riconoscono il fatto che l'aria ha bisogno di spazio.	

Esperimento: lavoro a gruppi (2-4)

Preparazione:

Il contenitore viene riempito di acqua. La carta viene appallottolata e inserita all'interno del bicchiere.



Domanda 1: Perché la carta non si bagna?

Risposta: *Anche se non si vede, il bicchiere è pieno di aria. Quando il bicchiere tocca la superficie dell'acqua e viene spinto verso il basso, l'aria contenuta nel bicchiere viene «bloccata». L'acqua non raggiunge la carta, in quanto l'aria occupa il suo spazio.*

Domanda 2: Perché abbiamo bisogno del bicchiere?

Risposta: *Il bicchiere impedisce la fuoriuscita dell'aria. Non appena si inclina la posizione del bicchiere, l'aria può fuoriuscire e quindi far posto a un corrispondente volume di acqua.*



6.2 Esperimento: volume dell'aria respirata – Calcola il volume dell'aria che respiri

Breve descrizione

Calcolo del volume dell'aria respirata. Gli allievi stabiliscono in primo luogo un procedimento. Con una serie di misurazioni calcolano poi il volume medio di ogni respiro.

	Tempo: 30-45 minuti
Domande chiave <ul style="list-style-type: none">• Come si può misurare un certo quantitativo di aria?• Qual è il volume di un respiro?• Come si definisce un respiro normale?• Qual è la capacità massima di un respiro?	Materiale per ogni gruppo <ul style="list-style-type: none">• Bottiglia in PET (1,5 o 2 l) oppure campana di vetro• Cilindro graduato o misurino• Bacinella/catino (acquario) con acqua• Tubo in plastica (10-15 mm di diametro e ca. 80-100 cm di lunghezza)• Pennarello resistente all'acqua• Cronometro (orologio)
Possibili obiettivi <p>Gli allievi</p> <ul style="list-style-type: none">• sanno spiegare in che modo calcolano il volume di aria respirata;• possono dimostrare come sono arrivati a definire un respiro «normale».	

Esecuzione

- Ogni gruppo cerca la soluzione migliore per calcolare, con il materiale a disposizione, il volume dell'aria usato per ogni respiro.

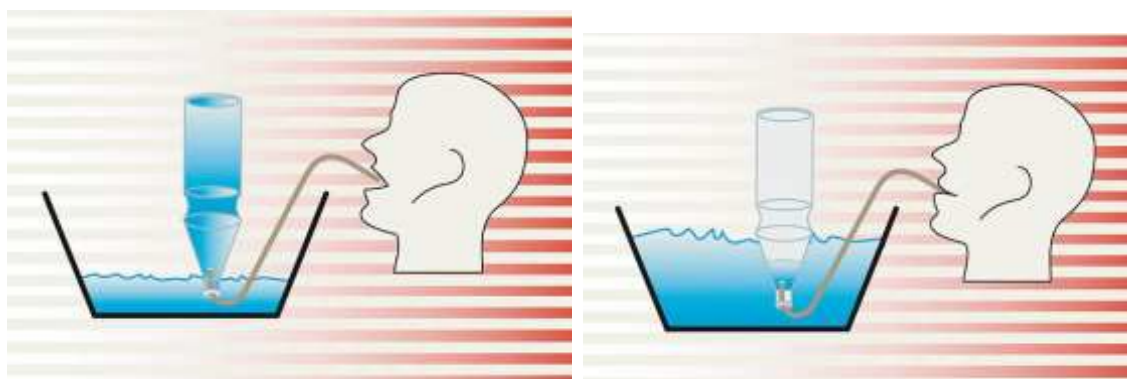


Figura 2 – Decorso esperimento calcolo volume polmonare. Fonte Menshealth.de (2008)

- Ognuno esegue una misurazione. Una persona per ogni gruppo ripete per cinque volte le misurazioni.



- Calcolo del volume medio di aria necessaria per ogni respiro.
Questo calcolo viene eseguito nel modo seguente:

Soluzione: (misurazione 1 + misurazione 2 + ... + misurazione 5) / 5 = circa 0,5 litri

- Riflessione: da cosa dipendono i risultati dei vostri esperimenti?
I risultati sono influenzati tra l'altro da:
 - *frequenza dell'atto respiratorio (il volume di aria dipende dall'attività svolta);*
 - *dimensione del diametro interno del tubo in plastica (resistenza fluidodinamica da superare);*
 - *esattezza della misurazione e della registrazione.*

Approfondimento

- Qual è il volume di aria respirato da una classe durante ogni lezione?

Soluzione

Misurazione dei respiri medi per ogni minuto: circa 16 volte

Calcolo del volume di aria respirata da ogni studente in ogni lezione:

(16 respiri) x (volume aria di 0,5 litri) x (45 min) = 360 litri per lezione

Calcolo del volume di aria respirata dalla classe per ogni lezione: (numero allievi) x (volume aria respirata da ogni studente, per ogni lezione)

- Qual è il volume di aria respirata

- ... ogni giorno calcolata rispetto al «volume dell'aula scolastica»?

Soluzione: (16 respiri) x (volume aria di 0,5 litri) x (24 h x 60 min) = 11 520 litri al giorno

Ipotesi del volume dell'aula: 10 m x 7 m x 3 m = 210 m³ = 210 000 litri

1 m³ = 10 x 10 x 10 dm³ = 1000 litri

210 000 litri = 100%

1 litro = 100 % / 210 000 litri

*11 520 litri corrispondono a (100 % / 210 000) * 11 520 litri = 5,5 %*

Risposta: 11 520 litri corrispondono al 5,5 % dell'aria presente nell'aula scolastica

- ... ogni settimana calcolata rispetto al «volume della palestra»?

Ipotesi del volume della palestra: 27 m x 18 m x 8 m = 3888 m³ = 3 888 000 litri

Volume aria respirata settimanalmente: 7 x 11 520 litri = 80 640 litri

3 888 000 litri = 100 %

1 litro = 100 % / 3 888 000 litri

*80 640 litri corrispondono a (100 % / 3 888 000 litri) * 80 640 = 2,07 %*

Risposta: 80 640 litri corrispondono al 2,07 % dell'aria presente nella palestra



6.3 Esperimento: aria inspirata ed espirata – Prova della candela e dell'acqua calcarea

Breve descrizione

Mediante la prova della candela e dell'acqua calcarea gli allievi possono constatare che l'aria espirata non ha le stesse caratteristiche dell'aria inspirata.

	Tempo: 30-45 minuti
Domande chiave <ul style="list-style-type: none">• In che cosa consiste la differenza tra l'aria inspirata e espirata?• Che cosa indica la prova della candela?• Da che cosa si capisce l'esito positivo della prova con la candela??• Qual è la conoscenza acquisita con le due prove?	Materiale per gruppo (prova candela) <ul style="list-style-type: none">• Becher da 500 – 1000 ml con coperchio in cartone• Catino/bacinella• Candela con filo metallico per portacandela• Fiammiferi• Cronometro• Elastico per capelli• Foglio supplementare/quaderno Materiale per ogni gruppo (acqua calcarea) <ul style="list-style-type: none">• Due provette con tappo• Portaprovette• Due bottigliette in PET (1,5 l)• Tubo in plastica con tappi per bottigliette• Catinella/bacinella• Acqua calcarea ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) bottiglietta contagocce o pipetta• Pennarello per scrivere sui fogli trasparenti (resistente all'acqua)• Occhiali di protezione
Possibili obiettivi <p>Gli allievi possono</p> <ul style="list-style-type: none">• redigere e applicare un semplice piano dell'esperimento (prova della candela);• spiegare perché la candela si spegne;• eseguire la prova dell'acqua calcarea seguendo le istruzioni;• trarre conclusioni utili dai risultati degli esperimenti effettuati.	

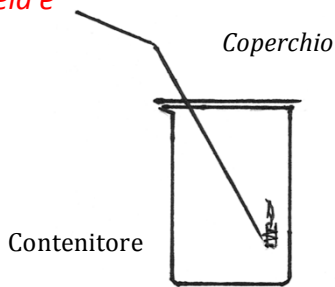


Parte 1: prova della candela (durata di combustione)

Descrizione del problema per il gruppo di lavoro (2-3)

Gli allievi esaminano il materiale disponibile e sviluppano un piano dell'esperimento (foglio supplementare o quaderno). La bozza viene verificata dall'insegnante per stabilirne la fattibilità e gli eventuali rischi.

Piano dell'esperimento prova della candela (*Proposta di soluzione*)

Aspettative	<ul style="list-style-type: none">• <i>Da conoscenze, riflessioni o esperimenti precedenti (durata di combustione in contenitori di differente grandezza) si ipotizza che la durata di combustione dipenda dalla quantità di ossigeno presente.</i>• <i>Se la durata della combustione della candela a contatto con l'aria espirata dovesse cambiare rispetto a quella con l'aria inspirata, ciò significherebbe una differente percentuale di ossigeno nei due campioni di aria.</i>• <i>Siccome le persone assimilano ossigeno durante il processo di respirazione (vedi Laborat-aria.ch), la durata di combustione con l'aria espirata dovrebbe essere inferiore.</i>
Preparazione	<p><i>Avvolgere il filo metallico attorno alla candela e sistemarlo in maniera tale che la candela possa bruciare all'interno del contenitore in posizione verticale.</i></p> 
Consigli di sicurezza	<p><i>Misure antincendio</i></p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Rilevatore di fumo: informare il bidello</i>• <i>Nessun materiale combustibile nelle vicinanze dell'esperimento</i>• <i>Raccogliere i capelli lunghi dietro la testa (elastico)</i>• <i>Non indossare scialli/foulard o cravatte, evitare i vestiti a manica larga</i>• <i>Coperta antincendio, eventualmente acqua per spegnere le fiamme</i>• <i>Procedura in caso di emergenza</i>



Procedura	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Tenere la candela accesa nel contenitore pieno d'aria, chiudere con il coperchio e misurare la durata della combustione.</i> 2. <i>Soffiare l'aria espirata tramite il tubo nel contenitore immerso nell'acqua. Chiudere il contenitore con il coperchio in cartone.</i> 3. <i>Prova della candela a contatto con l'aria espirata.</i> 			
Verbale di misurazione		<i>Durata della combustione</i>		
		<i>Misurazione 1</i>	<i>Misurazione 2</i>	<i>Misurazione 3</i>
	<i>Aria inspirata</i>			
	<i>Aria espirata</i>			

Valutazioni

- Scambiare e confrontare le aspettative con i risultati ottenuti.
La durata della combustione a contatto con l'aria espirata è sensibilmente inferiore. Nel caso in cui, prima di espirare, si trattenga il respiro per circa 30 secondi, ciò potrebbe eventualmente influenzare in modo significativo la durata della combustione.
- Discutere con la classe la qualità del sistema di misurazione (costanza nel modo di procedere, misurazioni singole/valore medio ecc.).

Elaborazione successiva

- La riflessione sulla propria procedura e il processo di confronto con gli altri gruppi sono di massima importanza nell'ambito dei successivi esperimenti scientifici.

Parte 2: prova dell'acqua calcarea

Descrizione del problema per il gruppo di lavoro (2-3)

L'acqua calcarea ha la caratteristica di diventare opaca-lattea quando viene a contatto con l'anidride carbonica o l'acido carbonico. Una caratteristica utile per la prova dell'acqua calcarea.

Prova dell'acqua calcarea (suggerimenti)

Informazione tecnica	<p><i>Il biossido di carbonio reagisce a contatto con l'acqua. Si forma l'acido carbonico.</i></p> $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ <p><i>L'acqua calcarea è una soluzione satura di idrossido di calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).</i></p> <p><i>L'acido carbonico reagisce a contatto con la calce, difficilmente solubile, producendo un precipitato → intorbidimento di colore bianco-latte.</i></p> $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \Rightarrow \text{CaCO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$
Preparazione	<p>Gli allievi esaminano il materiale disponibile e cercano di capire come svolgere l'esperimento.</p> <p><i>Procedere come per l'esperimento aria: prova bicchiere e aria respirata</i></p>



Aspettative	Gli allievi cercano di capire in quale provetta l'acqua calcarea diventerà di color latte-opaco: in quella in cui si inserisce aria fresca o in quella dell'aria proveniente dai polmoni.
Documentazione	<i>Eventualmente fotografare con il telefonino il piano dell'esperimento</i>
Suggerimenti di sicurezza 	<p><i>L'acqua calcarea è corrosiva! Frasi H: H318, P305+P351+P338+P313</i> <i>Evitare il contatto con gli occhi, le mucose (naso, bocca) e la pelle!</i> <i>Non bere!</i> <i>→ Indossare gli occhiali di protezione, evitare gli spruzzi!</i> <i>→ In caso di incidente risciacquare con molta acqua.</i></p> <p><i>Smaltimento dei prodotti residui: il contenuto delle provette può essere diluito con l'acqua e versato nel lavandino.</i></p>
Procedura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contrassegnare una provetta con I (aria inspirata) e una con E aria espirata (pennarello per fogli trasparenti). 2. Aggiungere in ogni provetta circa 2 cm di acqua calcarea. 3. <i>Miscelare l'acqua calcarea con i campioni d'aria</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Inserire l'aria fresca nella provetta I mediante la bottiglietta in PET con tubo e tappo (n. 5) o tramite pompa per materassini o bicicletta.</i> • <i>Inserire l'aria espirata nella provetta E mediante la bottiglietta in PET con tubo e tappo, riempita sott'acqua (no.5).</i>

Valutazione

Prova acqua calcarea			
Provetta	Campione	Osservazione	Risultato prova
E	<i>Aria espirata</i>	<i>Intorbidimento bianco-latte</i>	<i>positivo</i>
I	<i>Aria inspirata o fresca</i>	<i>Nessun intorbidimento</i>	<i>negativo</i>

Approfondimento

- Cosa avete dimostrato con la prova della candela e dell'acqua calcarea?

Prova candela: *dimostra che l'aria espirata contiene meno ossigeno dell'aria respirata normalmente.*

Prova acqua calcarea: *dimostra che l'aria espirata contiene una percentuale superiore di biossido di carbonio rispetto all'aria respirata normalmente.*



- Cosa ne concludete/supponete?

Conclusione: *il corpo assimila ossigeno e libera anidride carbonica.*

Supposizione: *nel corpo l'ossigeno aggregato all'anidride carbonica si trasforma in biossido di carbonio.*