

Comparem la respiració dels animals i dels vegetals

Full de treball de l'alumnat	Guia professorat. Aspectes didàctics i metodològics
<div data-bbox="309 427 1003 711" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="199 715 463 743">La respiració cel·lular</p> <p data-bbox="199 786 1088 1034">Després de menjar el nostre organisme digereix els aliments ingerits i els transformen en molècules suficientment petites com per poder ser utilitzades en les cèl·lules que el componen. En l'interior de les cèl·lules la glucosa, i altres molècules resultants de la digestió dels aliments, pateixen una sèrie de canvis químics en els que intervé l'oxigen que tenen com a conseqüència l'obtenció d'energia útil per a la realització de les funcions vitals de les cèl·lules i, per tant, de l'organisme.</p> <p data-bbox="199 1075 1084 1177">Cal tenir en compte que l'oxigen és poc soluble a la sang, però s'uneix a la hemoglobina (i llavors ja no és gas); i que el CO₂ sí que es dissol a la sang (tampoc és gas, doncs). D'aquesta manera, O₂ i CO₂ circulen pel cos.</p> <p data-bbox="199 1219 732 1248">La reacció global de la respiració cel·lular és:</p> <p data-bbox="199 1289 725 1321">$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 36 ATP$</p>	<p data-bbox="1128 357 1249 386">Objectius</p> <ul data-bbox="1178 395 2033 679" style="list-style-type: none"> • Utilitzar sensors d'O₂ i de CO₂ per mesurar la concentració d'aquests gasos • Dissenyar i realitzar experiments • Comparar dades reals en la relació O₂ consumit/ CO₂ produït durant la respiració de plantes i animals respecte a les esperades d'acord amb el model $(C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O)$ i explicar les diferències observades <div data-bbox="1196 715 1966 1200" data-label="Image"> </div>

Quantifiquem la respiració en els cucs de la farina:

Us proposem realitzar un experiment per calcular, a partir de dades reals, els grams d'oxigen que consumeixen els cucs de la farina i els grams de diòxid de carboni que formen i relacionar-los amb la reacció química del procés de respiració.

Disposem de cucs de la farina, un sensor d'O₂, d'un sensor de CO₂ i una cambra de respiració que ens permet encaixar aquests dos aparells:



- Dissenyeu un protocol de l'experiment que penseu realitzar

La finalitat és que els alumnes pensin com haurien de procedir amb els materials que tenen a l'abast, què mesuraran. També que pensin al la

- Quina magnitud mesuren els sensors i en quines unitats?
- Quina és la vostra pregunta de recerca?
- Quina és la variable independent? Quina és la dependent?

A tenir en compte en la realització de l'experiment:

- Col·loqueu els cucs en un recipient obert, no directament sobre la cambra de respiració
- Fixeu-vos que el sensor de CO₂ permet mesurar en dos rangs diferents (de 0 a 10,000 ppm i de 0 a 100,000 ppm), trieu la configuració 0-10.000 ppm (només cal moure el botó que hi ha a dalt del sensor)

Per a la connexió dels sensors:

- Programeu una recollida de dades de 15 min.
- Discussiu en grup si són suficients les dades d'un sol experiment per treure'n conclusions. Doneu arguments per a la vostra resposta.

necessitat de fer rèpliques (tot i que en poden no fer-se si es tenen problemes de temps i perquè es pretén obtenir valors aproximats i les rèpliques no aportarien canvis significatius).

És molt més educatiu que pensin abans com dissenyarien l'experiment que donar-los totes les instruccions tancades.

És important que l'alumne expliciti amb precisió la pregunta de recerca i identifiqui les variables que intervenen. Podria ser alguna cosa semblant a: "Com varien les concentracions de CO₂ i O₂ en la cambra de respiració on hem tancat una massa coneguda de cucs de la farina". On la variable independent serà el temps i les dependents les concentracions de CO₂ i O₂. Els alumnes també han d'identificar les magnituds que mesuren els sensors i les unitats en què s'expressen

Protocol per al professorat:

A continuació es descriu un protocol per obtenir dades amb els sensors, però la idea és que l'alumne no es posi a manipular immediatament, és important (com ja hem dit) que abans sigui conscient de a quina pregunta voldrà donar resposta i identifiqui quina és la variable independent i la dependent del seu experiment. Així com que identifiqui quines magnituds mesurarà i en quines unitats i relacioni les dades recollides amb la composició de l'aire atmosfèric.

Procediment 1:

- Poseu una quantitat coneguda de cucs de la farina en la cambra de respiració
- Inseriu el sensor d'O₂ i el de CO₂ en la cambra

Abans d'iniciar l'experiment:

- Feu una predicció del que espereu observar (podeu dibuixar la gràfica que espereu des del programa Logger Lite). Justifiqueu la vostra predicció.
- Escriviu detalladament el procediment que seguireu per fer l'experiment.

En acabar l'experiment analitzeu els resultats a partir dels gràfics obtinguts:

- Al llarg del temps, com varien les concentracions de cadascun dels gasos?
- Quina és la concentració inicial de d'oxigen a l'aire de la cambra en la que es realitza l'experiment?
- Escriviu la reacció química del procés de respiració. Quines substàncies intervenen? Quins són els reactius i quins els productes? Ajusteu l'equació. Quina relació molar hi ha entre l'oxigen que reacciona i el diòxid de carboni que es produeix?
- Com podríem calcular la taxa o velocitat de respiració a partir de l'oxigen consumit? A partir de quines dades experimentals? Utilitzeu les eines del Logger Lite.
- Reviseu la reacció de la respiració que heu escrit abans.
- Una vegada coneguda la quantitat d'oxigen consumit, calculeu la quantitat de CO₂ que, teòricament, caldria haver obtingut.
- Compareu la dada teòrica amb la realment obtinguda. Coincideixen? Expliqueu el resultat obtingut.

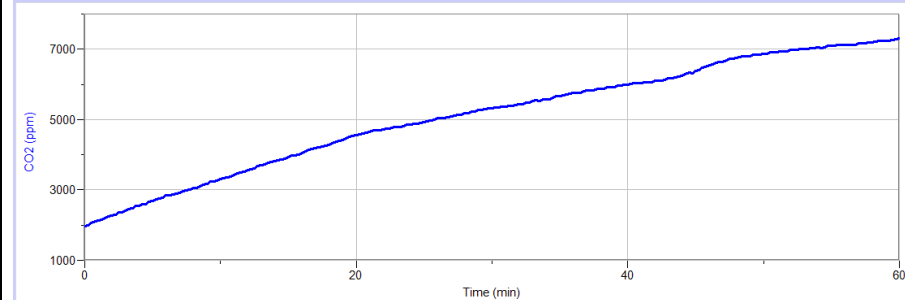
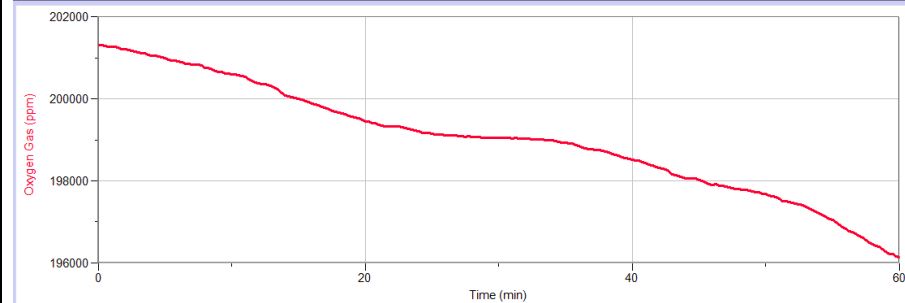
- Fixeu-vos que el sensor de CO₂ permet mesurar en dos rangs diferents (de 0 a 10,000 ppm i de 0 a 100,000 ppm), trieu la configuració 0-10.000 ppm (només cal moure el botó que hi ha a dalt del sensor)
- Connecteu el sensor de CO₂ al canal 1 de la LabQuest Mini i el d'O₂ al canal 2.
- Connecteu la LabQuest Mini a l'ordinador i obriu el programa Logger Lite.
- Programeu el Logger Lite per a recollir les dades de concentració de gasos en %
- Feu una predicció del que espereu observar (podeu dibuixar la gràfica que espereu des del programa Logger Lite). Justifiqueu la vostra predicció.
- Comenceu la recollida de dades. Recolliu dades durant 15 minuts

A l'eix y es mesura la composició d'oxigen i de CO₂ a l'aire de la cambra en % (V/V) i a l'eix x el temps en min.

El % d'oxigen a l'aire a l'inici de l'experiment serà aproximadament 20,90 %

El % d'oxigen a l'aire disminueix i el % de diòxid de carboni augmenta.

Aquestes són dades que hem obtingut, en aquest cas, vam agafar dades durant una hora:



Consum real de O₂:

201308,2 - 196127,8 = 5180,4 ppm/60 min;

en un recipient de 2L:

$(5180,4 \text{ L} / 10^6 \text{ L}) \cdot 2\text{L} = 10360,8 \cdot 10^{-6} \text{ L}$

és a dir: $10360,8 \cdot 10^{-6} / 60 = 172,68 \cdot 10^{-6} \text{ L/min d'oxigen}$

Com la densitat de l'oxigen a 25°C i 1 atm 1,331 kg/m³ (1,331 g/L)

els grams d'oxigen consumits són:

$172,68 \cdot 10^{-6} \text{ L/min} \cdot 1,331 \text{ g/L} = 229,83 \cdot 10^{-6} \text{ g}$

CO₂ produït esperable:

	<p>$229,83 \cdot 10^{-6} \text{ g O}_2 \cdot (1 \text{ mol O}_2 / 32 \text{ g O}_2) \cdot (6 \text{ mol CO}_2 / 6 \text{ mol O}_2) \cdot (44 \text{ g CO}_2 / 1 \text{ mol CO}_2) = 316,02 \cdot 10^{-6} \text{ g CO}_2$</p> <p>CO₂ mesurat a la realitat: 1979 ppm - 7304 ppm = 5325 ppm CO₂/60 min ; és a dir 88,75 ppm CO₂/min</p> <p>en un recipient de 2L:</p> <p>$88,75 \text{ L} / 10^6 \text{ L} \cdot 2 \text{ L} = 177,5 \cdot 10^{-6} \text{ L de CO}_2$ Densitat de diòxid de carboni a 25°C i 1 atm 1,842 kg/m³ (1,842 g/L)</p> <p>$177,5 \cdot 10^{-6} \text{ L} \cdot 1,842 \text{ g/L} = 326,955 \cdot 10^{-6} \text{ g}$</p> <p>El resultat real obtingut ($326,955 \cdot 10^{-6} \text{ g de CO}_2$) és molt semblant al calculat ($316,02 \cdot 10^{-6} \text{ g CO}_2$), per tant, una relació en volum O₂/CO₂ molt propera a 1 com era d'esperar d'acord amb la reacció general de la respiració.</p> <p>Les diferències observades es podrien explicar, a part de per possibles errors de mesura, perquè els càlculs s'han fet suposant que en la respiració s'estan oxidant hidrats de carboni, tanmateix en els organismes s'oxida una barreja de diferents nutrients (generalment glúcids i lípids).</p> <p>Mentre que en el cas de la respiració dels animals els resultats esperats i els obtinguts són bastant aproximats (amb algunes diferències fàcilment explicables com hem vist abans) és sorprenent la diferència entre els resultats esperats i els obtinguts realment en el cas de la respiració del</p>
--	---

- Seguiu el mateix procediment que heu dissenyat per obtenir dades sobre la respiració dels vegetals

En acabar l'experiment analitzeu els resultats a partir dels gràfics obtinguts:

- Al llarg del temps, com varien les concentracions de cadascun dels gasos?
- Quins intercanvi de gasos s'ha produït?
- Escriviu la reacció química del procés de respiració. Quines substàncies intervenen? Quins són els reactius i quins els productes? Ajusteu l'equació. Quina relació molar hi ha entre l'oxigen que reacciona i el diòxid de carboni que es produeix?
- Calculeu la quantitat de CO₂ que, teòricament, hauríeu d'haver obtingut.
- Compareu el resultat esperat amb l'obtingut. Coincideixen?

- Compareu ara els resultats esperats i obtinguts en el cas de la respiració dels animals i en el cas dels vegetals. Discussiu el resultat d'aquesta comparació.

vegetals.

Serà interessant reflexionar amb l'alumnat sobre les possibles explicacions a aquest fet. Cal tenir en compte que la respiració cel·lular té lloc en l'interior de la cèl·lula i nosaltres estem fent mesures externament a la planta (o a les fulles), els vegetals no tenen un sistema d'intercanvi de gasos tan eficient com els aparells respiratoris dels animals i donada la diferents solubilitat dels gasos (O₂ i CO₂) en l'aigua, les concentracions que registrem en l'exterior poden ser molt diferents de les que es podrien si poguéssim agafar les dades directament en el mitocondri. A més també cal tenir en compte altres factors com el tancament dels estomes en la foscor, l'estrès de la planta, que s'estiguin produint altres oxidacions...

