



JACQUELINE QUEIROZ
MARIELLE SCHNEIDER

GUIA DE ATIVIDADES

Atividades didático-experimentais para o ensino
de respiração celular



Produto educacional resultado da dissertação de mestrado da aluna Jacqueline Santos Ferreira de Queiroz, orientada pela Prof^a. Dr^a. Marielle Cristina Schneider, no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO/UFMT – Campus de Cuiabá – Instituto de Biociências.

Lucas do Rio Verde– Mato Grosso, 2020.

GUIA DE ATIVIDADES DIDÁTICO-EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO DE RESPIRAÇÃO CELULAR

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



Sumário

Energia e trabalho _____	7
TEXTO 01- Conceitos da termodinâmica nos sistemas biológicos _____	9
Experimento 01- A probabilidade e a desordem _____	11
TEXTO 02- O Caos e a ordem _____	13
Experimento 02- Qualquer grão vira pipoca? _____	16
TEXTO 03- Como o milho vira pipoca? _____	17
Moléculas, ligações químicas e nutrientes _____	18
TEXTO 04- A Química começa a explicar fenômenos da Biologia _____	22
Experimento 03- Combustão _____	24
TEXTO 05- Energia dos combustíveis _____	26
Nutrientes , respiração celular e obtenção de energia _____	30
TEXTO 06- Os combustíveis do exercício _____	32
Experimento 04- Digestão de carboidratos _____	41
Experimento 05- Digestão de proteínas _____	43
Experimento 06- Digestão/emulsificação de gorduras _____	45
Experimento 07- Presença de gás carbônico na expiração _____	48
Quebra cabeças respiração celular _____	53
Atividade de reconhecimento das etapas da respiração celular _____	55
Experimento 08- Respiração celular qualitativa _____	59
Experimento 09- Teor de oxigênio no ar _____	61
Referências Bibliográficas _____	68
Gabarito _____	71



Apresentação

As atividades didático-experimentais sobre o tema de respiração celular resultantes do Trabalho de Conclusão de Mestrado do Programa de Mestrado em Ensino de Biologia — ProfBio — foram agrupadas na forma de um guia de aula prática para o professor, o qual inclui questões que devem ser discutidas com os alunos, textos bases para o professor e alunos, e experimentos, todos com abordagem investigativa, além de dicas de textos complementares, experimentos extras e links para softwares. Todas as atividades exigem uma mediação bastante precisa do professor, e conceitos anteriores como requisito. Portanto, é preciso a análise do produto para saber se os alunos já possuem os requisitos ou se eles precisarão ser trabalhados, o que poderá demandar mais aulas para execução. No total, são 12 aulas previstas para esse tema divididas em três etapas:



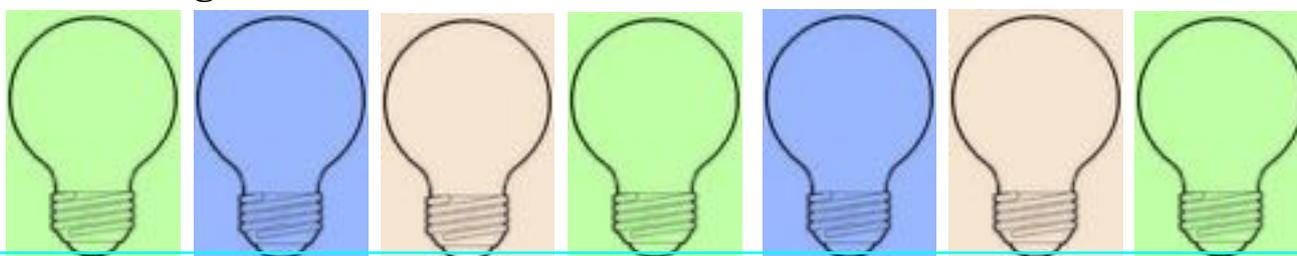
Energia e trabalho;



Moléculas, ligações químicas e combustíveis



Nutrientes, respiração celular e obtenção de energia .



Como avaliar ?

Durante o processo são inúmeras as possibilidades de avaliação das aprendizagens dos alunos mas todas elas devem partir do princípio de que os objetivos avaliativos não perpassam apenas pelos conhecimentos conceituais, mas também as atitudes e valores demonstrados no processo. A valorização do que foi possível ser construído, e a intervenção sobre o que não foi compreendido são essenciais para bons resultados. As habilidades científicas desenvolvidas ou aprimoradas ao longo de todo o processo deve ser a maior prioridade do processo de avaliação das atividades deste Guia.

Zompero e Laburú (2019), desenvolveram em seu estudo um instrumento avaliativo de atividades investigativas que põem ser importantes para a verificação das aprendizagens. A criação do instrumento foi guiada pelos estudos de Pedaste *et al.* (2015), e apoiada na abordagem científica.

	ETAPAS INVESTIGATIVAS	
	ETAPAS/DOMÍNIO	DESCRIÇÃO
Conceitualização	Problema	Identificação dos elementos constituintes do problema
	Hipóteses	Emissão de hipóteses com base no problema
Investigação	Planejamento para investigação/ Confronto de hipóteses	Realiza um planejamento de atividades coerente com a hipótese emitida
	Percepção de evidências	Identificam evidências e as relacionam para confirmar ou não as hipóteses
	Registro e análise de dados	Registra e analisa dados com base em evidências
Conclusão	Estabelecem conexão entre evidências e conhecimento científico	Explicam as evidências com base nas evidências e conhecimento científico
	Comunicação dos resultados	Coordena dados com o problema e hipóteses e conhecimento científico para elaborar uma conclusão (elementos da investigação)

Quadro de habilidades comuns as abordagens investigativas pelo método científico. Fonte: Zompero e Laburú (2019).

É possível avaliar cada etapa do processo com base nos descritores da tabela de Zompero e Laburú (2019) organizando uma ficha para o aluno, que pode ser preenchida durante a aplicação dos experimentos, comparando suas explicações iniciais com as pós

discussões, a reelaboração das concepções alternativas, a forma como o aluno manuseia equipamentos e resolve problemas, como trabalha em equipe. Em algumas atividades talvez não cumpram-se todas as etapas, o que não descaracteriza o processo investigativo.

Para construção dos conceitos da Física, Química e Biologia necessários ao desenvolvimento das habilidades serão realizadas atividades investigativas, que orientadas e mediadas pelo professor, devem possibilitar que o aluno responda uma pergunta fundamental para compreensão da vida:

**CONSIDERANDO OS CONHECIMENTOS DAS
CIÊNCIAS NATURAIS, COMO E DE ONDE OS
SERES VIVOS OBTÊM ENERGIA?**

Essa é a questão que orienta todo guia e as atividades são ferramentas para que o aluno construa essa resposta. No final deste guia existe uma proposta de avaliação pós aplicação, que pode verificar a transposição dos conhecimentos construídos ao longo da sequência.

Bom trabalho!!

"Compreender como a ciência é organizada, sua natureza, seus alcances e suas limitações auxiliam os cidadãos nas tomadas de decisão em uma sociedade tecnológica e os colocam em posição de influenciar que recursos públicos a nação deve destinar à produção de conhecimento científico e a seus desdobramentos tecnológicos. No mundo contemporâneo, a nação que não der prioridade à educação científica de sua população estará comprometendo seu desenvolvimento e o futuro da sociedade".

José Mariano Amabis (2009)



ENERGIA E TRABALHO

Na primeira parte desta sequência serão construídos os conceitos de energia e trabalho, para que seja possível compreender como os princípios da Termodinâmica se relacionam com a manutenção dos organismos vivos. Para desenvolver esta atividade não será necessário nenhum ambiente diferenciado e precisaremos de aproximadamente duas aulas. São utilizados três textos que devem ser disponibilizados para os alunos. É importante que o professor faça a leitura dos textos e familiarize-se com o assunto, para que possa orientar as discussões solicitadas na atividade. Existem materiais diversos que podem orientar o professor a aprofundar os conceitos da Física entremeados no conhecimento. Há ainda dois experimento simples, com materiais de fácil acesso, que demonstram conceitos a 2ª lei da Termodinâmica, em que se percebe a necessidade de energia para que um determinado estado da matéria seja alterado.

OBJETIVOS

- ⇒ Discutir os conceitos de energia e trabalho.
- ⇒ Identificar a 2ª lei da Termodinâmica e relacioná-la aos sistemas biológicos.

METODOLOGIA

O professor deve explicar para os alunos que os seres vivos possuem uma organização biológica construída ao longo do processo evolutivo, que tornou possível que os sistemas se mantivessem organizados em relação ao meio em que estão inseridos. Para isso, os sistemas biológicos realizam trabalho constantemente, e todo trabalho envolve a utilização de energia. Neste sentido, as analogias são válidas, comparando de maneira cuidadosa os organismos com sistemas físicos como motores ou máquinas. Essa analogia será retomada e reconstruída com os conceitos corretos. Posteriormente, os alunos devem ser questionados sobre estes conceitos.



O que é trabalho?
O que é energia?

Os questionamentos feitos aos alunos servem para orientar o raciocínio, estimular a reflexão e devem ser registrados. O registro pode ser feito pelo professor na forma de nuvem de conceitos, ou pelo próprio aluno, no caderno. Através dos registros será possível observar posteriormente se houve mudança na linguagem, compreensão dos conceitos, reconhecimento de etapas do método científico, reelaboração do constructo.

Para compreender como os seres vivos utilizam energia e convertem seu consumo energético em funcionamento celular é preciso conhecer, ainda que superficialmente, para o nível básico de ensino, alguns conceitos da física e da química. Os princípios da Termodinâmica são importantes para que o aluno compreenda por que os

sistemas organizados biológicos ou não, precisam de energia. Os textos e experimento a seguir devem fomentar as discussões e trabalhar os conceitos de entalpia, entropia e conversão de energia. Deve-se introduzir assunto com uma atividade lúdica e após esta introdução com uma discussão sobre os pontos interessantes do vídeo, professor deve orientar os alunos a lerem o texto que segue.



Sessão pipoca



Os alunos deverão assistir a um vídeo e comer pipoca. O professor tem algumas opções para promover essa atividade: pode planejar com a cozinha da escola, pode trazer a pipoca pronta de casa ou pode combinar com os alunos para que eles tragam a pipoca pronta. No dia combinado, o vídeo intitulado “Por que você está vivo - Vida, Energia & ATP” disponível no link <https://www.youtube.com/watch?v=QImClD9YubE> deve ser apresentado aos alunos.



TEXTO 01: Conceitos da termodinâmica nos sistemas biológicos

Por: Jefferson Alvarenga - nov. 2016.

O sol é a principal fonte de energia para o acontecimento da vida na terra.

Todos os processos biológicos levados a termo pelos seres vivos são atividades que acontecem proporcionadas pela realização de TRABALHO. Para realizar trabalho é necessária ENERGIA. Energia é um conceito que em física indica a capacidade de realizar trabalho. Mas trabalho também pode gerar energia.

Em física, trabalho é definido como o deslocamento de uma força. FORÇA é um agente que pode provocar deformações ou alterar o estado de repouso ou de movimento de um objeto. A força surge da interação entre dois corpos. Forças só existem nos campos. Então todo trabalho acontece ao nível dos campos.

CAMPO é o local ou região no espaço onde a energia interage com os corpos gerando forças. A energia atua gerando forças que provocam deformações, deslocamentos ou qualquer alteração produzindo trabalho. Segundo a teoria dos campos, os corpos interagem com os campos e não diretamente entre si. A matéria não atua diretamente molécula com molécula, mas cada molécula ou átomo interage com o campo de outra.

Existem três tipos de campos, o CAMPO GRAVITACIONAL (G), o CAMPO ELETROMAGNÉTICO (EM) e o CAMPO NUCLEAR (N).

Todo trabalho é de natureza física. A atividade biológica dos biosistemas é o resultado do trabalho em função de um consumo de energia. Todo sistema que realiza trabalho tem um decréscimo ou perda de energia, ou seja, a energia é degradada, perdendo sua qualidade na forma de desprendimento de calor. Nenhuma transformação de energia é 100% eficiente.

Os seres ao realizarem o trabalho que faz funcionar os seus processos biológicos, utilizam, transportam, trocam ou transformam energia, que ao final é transformada em energia térmica. As transformações e trocas energéticas que acontecem entre os sistemas vivos e o meio ambiente e vice-versa, são regidos pelos postulados da TERMODINÂMICA.

A Termodinâmica tem como objeto de estudo todas as transformações ou processos que ocorrem no universo envolvendo a produção de calor.

A ENTALPIA (H) é um princípio da termodinâmica que estabelece a quantidade de energia presente em um sistema. Esse princípio nos informa que a energia não pode ser criada nem destruída e sim transformada.

Os seres vivos se empenham em manter um equilíbrio interno ou HOMEOSTASE em todas as suas estruturas, mantendo a sua energia interna, ou seja, a sua entalpia constante. A realização de trabalho requer gasto de energia, o que faz variar a entalpia (ΔH), considerando o sistema antes e depois da realização do trabalho. Toda a energia utilizada na biosfera é proveniente da radiação eletromagnética da luz solar. Os organismos vivos obtêm esta energia através da nutrição.

Os seres autotróficos produzem seu próprio alimento, transformando a energia do sol em energia contida nos compostos de carbono hidratados que fabricam. Os heterotróficos obtêm a energia do sol transformada pelos AUTOTRÓFICOS se alimentando diretamente deles ou indiretamente de outros seres heterotróficos. A quantidade de energia de um sistema é medida pela variação de entalpia após se analisar as alterações que ocorrem antes e depois das transformações ou trocas que propiciam a realização de trabalho sendo, portanto, uma medida da alteração do conteúdo de calor antes e depois de uma

reação. A variação de entalpia ΔH informa então, a quantidade de calor trocado pelos sistemas.. Os seres vivos são sistemas termodinâmicos abertos, ou seja, são capazes de realizar trocas de energia com o meio externo.

Outro princípio importante da termodinâmica que define o funcionamento da vida é a ENTROPIA (S). O trabalho é o que mantém os sistemas biológicos funcionando equilibradamente de forma ordenada e cíclica. Se a energia capaz de realizar trabalho decresce, então os sistemas se desequilibram, os processos vitais entram em desordem, podendo chegar ao colapso, ou seja, causando a morte dos seres vivos.

A entropia é a energia que não é mais capaz de realizar trabalho. É a energia que não mais é suficiente para ser EFICIENTE para sustentar a ordem interna, capaz de garantir o funcionamento dos processos biológicos em sua normalidade pela contínua realização de trabalho. Este princípio define o grau de indisponibilidade da energia em um sistema. Menos energia disponível, significa vulnerabilidade do sistema. A entropia é uma medida da desordem, do desequilíbrio na natureza. Quando a entropia é alta o sistema se desorganiza, pelo fato de existir uma grande quantidade de energia não disponível. Quando a entropia é baixa, a quantidade de energia não disponível é pequena e o sistema realiza trabalho de forma ordenada e equilibrada, atributos necessários à manutenção da vida pelos sistemas biológicos.

O que é ENERGIA LIVRE ΔG ? A energia livre de Gibbs é a quantidade de energia capaz de realizar trabalho, sob condições de temperatura e pressão constantes. A fórmula a seguir define esta grandeza física. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, onde, ΔH é a variação de entalpia. T é a temperatura absoluta em graus Kelvin ($K = ^\circ C + 273$). ΔS é a variação de entropia. Portanto, os conceitos de entalpia e de entropia estão relacionados aos processos biológicos de sustentação da vida e com a eficiência energética dos seres vivos.

Fonte: <https://www.biotadofuturo.com.br/conceitos-da-termodinamica-nos-sistemas-biologicos/>

Após a leitura, os alunos devem comparar os conceitos tratados no texto com as respostas elaboradas para as perguntas realizadas inicialmente. De posse das informações do texto, os alunos devem registrar as respostas para as perguntas iniciais e verificar se houve mudança a partir do seu conceito inicial.

Numa segunda etapa, o professor irá realizar um experimento sobre “ A probabilidade e a desordem”. Adaptado de: A entropia e a segunda lei da termodinâmica. GASPAR, A. Compreendendo a física. 3ª ed. São Paulo: Ática, 2016.



Atividade experimental 01: “A probabilidade e a desordem”

Duração: 15 min

Objetivo: Representar a comportamento das partículas ao receberem energia através da agitação do sistema, associar a desorganização do sistema com o aumento da entropia,

Materiais necessários:

- ✘ Recipiente transparente ou 2 caixinhas de mesmo tamanho coladas e com um canal entre elas
- ✘ 2 colheres de contas coloridas de 2 cores diferentes, ou grãos de feijão, milho etc.
- ✘ 1 pedaço pequeno de EVA

Procedimentos:

Divida o recipiente em duas partes iguais, com o auxílio de uma borracha, pedaço de EVA, etc. (Fig. 1A).

Pegue um punhado de miçangas de uma cor (Fig. 1B) e coloque em um dos lados do recipiente. No outro lado coloque outro punhado de uma cor diferente (Fig. 1B).

Tampe o conjunto e mantendo-o apoiado na mesa (Fig. 1C). Nesta situação há ordem: todas as contas estão numa só gaveta, portanto a entropia é pequena.

Retire o material que divide o recipiente ao meio e agite o sistema (Fig. 1C). Agitando a caixa várias vezes e observando o resultado estamos aumentando a entropia, pois aumentamos o nível de desordem (Fig. 1C). Agitar vigorosamente significa fornecer mais energia e aumentar cada vez mais a entropia. Para manter este sistema ordenado também será necessária energia.

Após o experimento, os alunos devem responder às questões abaixo:

1. O que aconteceu com as miçangas?
2. Para conservar as miçangas sempre do mesmo lado seria necessário gasto de energia. No início do experimento como estava a entropia do sistema, baixa ou alta?
3. Que aconteceu com a entropia deste sistema, aumentou ou diminuiu?
4. O que este pequeno experimento demonstra em relação às leis da termodinâmica?

Figura 1A . Recipiente utilizado no experimento.



Figura 1B. Contas coloridas do experimento.



Figura 1C. Sistema organizado e desorganizado após agitação



Para a discussão das questões acima o professor pode retomar a analogia com máquinas feita no início da etapa e ler o texto a seguir com os alunos, ou apenas apresentá-lo e discutir.

As máquinas térmicas, origem do estudo da Termodinâmica, são, ainda hoje, sua mais importante aplicação tecnológica. A máquina térmica, como a maior parte das máquinas ou motores, funciona em ciclos, o que significa uma série de transformações sucessivas que recolocam o sistema em seu estado inicial com a realização de trabalho. Ou seja, executa etapas que se repetem periodicamente. Utilizando como base o enunciado da segunda lei da Termodinâmica formulado por Boltzmann, de que a tendência de qualquer sistema físico tende a desordem, parece incompatível com os sistemas biológicos. No entanto, a segunda lei não proíbe o estabelecimento ou restabelecimento da ordem, diz apenas que esses processos não são espontâneos, portanto, necessitam de energia para acontecer. A energia não pode ser criada nem destruída, ela é sempre transformada, e sua quantidade total no universo não aumenta ou diminui, permanece sempre constante. (GASPAR, 2016, p. 264).

Todo organismo vivo é essencialmente uma máquina térmica criada pela natureza, porém, como ocorre com algumas máquinas térmicas criadas pelo ser humano- o motor a explosão é um exemplo típico disso- as fontes quentes não aparecem explicitamente.

Nos seres vivos, os alimentos são essas fontes quentes. Ao serem ingeridos por esses organismos, tornam-se a fonte quente no momento em que são queimados ou metabolizados em seu interior, do mesmo modo que os combustíveis se tornam a fonte quente dos motores a explosão ao serem queimados no interior dos cilindros. É por isso que uma das características mais relevantes de um alimento é seu valor energético, ou seja, o calor que determinada quantidade desse alimento pode fornecer a um organismo. (GASPAR, 2016, p. 265)

Após a finalização da discussão a respeito das respostas elaboradas pelos alunos deve-se prosseguir com a leitura do texto abaixo, que trata da 2ª lei da Termodinâmica em sistemas biológicos. Ao final existem questões a serem respondidas pelos alunos.



TEXTO 02: O Caos e a ordem

Por: Adilson de Oliveira – 18 de agosto de 2006.

A vida em grandes metrópoles – como São Paulo, Tóquio, Nova York e Paris – apresenta uma série de vantagens que tornam essas cidades especiais. Nelas encontramos muitos dos atributos que consideramos sinônimos de progresso, como facilidades de acesso aos bens de consumo, oportunidades de trabalho, lazer, serviços, educação, saúde etc.

Por outro lado, em algumas delas, devido à grandiosidade dessas cidades e aos milhões de cidadãos que ali moram, existem muito mais problemas do que benefícios. Seus habitantes sabem como são complicados o trânsito, a segurança pública, a poluição, os problemas ambientais, a habitação etc. Sem dúvida, são desafios que exigem muito esforço não só dos governantes, mas também de todas as pessoas que vivem nesses lugares. Essas cidades convivem ao mesmo tempo com a ordem e o caos, com a pobreza e a riqueza, com a beleza e a feiúra.

A tendência das coisas a se desordenarem espontaneamente é uma característica fundamental da natureza. Para que ocorra a organização, é necessária alguma ação que restabeleça a ordem. É o que acontece nas grandes cidades: despoluir um rio, melhorar a condição de vida dos seus habitantes e diminuir a violência, por exemplo, são tarefas que exigem muito trabalho e não acontecem espontaneamente. Se não houver qualquer ação nesse sentido, a tendência é que prevaleça a desorganização.

Em nosso cotidiano percebemos que é mais fácil deixarmos as coisas desorganizadas do que em ordem. Quando espalhamos objetos pela casa, temos muito trabalho para colocarmos as coisas em ordem. Organizar é sempre mais difícil que bagunçar. A ordem tem seu preço.

Entropia

A existência da ordem/desordem está relacionada com uma característica fundamental da natureza que denominamos entropia. A entropia está relacionada com a quantidade de informação necessária para caracterizar um sistema. Dessa forma, quanto maior a entropia, mais informações são necessárias para descrevermos um sistema.

Para facilitar a compreensão desse conceito, podemos fazer uma analogia com algo bastante comum: cartas de baralho. Se inicialmente tivermos o baralho com as cartas organizadas de acordo com a sua sequência e naipes, o nosso sistema (baralho) contém um certo grau de informação. Rapidamente descobrimos qual é a regra que está organizando as cartas.

Por outro lado, quando embaralhamos as cartas, bastam apenas alguns movimentos para que a sequência inicial seja desfeita, ou seja, as cartas ficam mais desorganizadas. Para recolocá-las na ordem inicial, necessitamos de muito mais informações a respeito da posição da carta (teremos que descobrir onde está o 5 de copas para colocá-lo após o 4 de copas). As cartas embaralhadas apresentam, então, uma entropia maior do que a das cartas organizadas.

A tendência do aumento da entropia está relacionada com uma das mais importantes leis da física: A segunda lei da termodinâmica. Essa lei mostra que, toda vez que realizamos algum trabalho, parte da energia empregada é perdida para o ambiente, ou seja, não se transforma em trabalho útil. Ao organizarmos as cartas, gastamos energia e, conseqüentemente, liberamos algum calor para o meio ambiente. A energia liberada ajudará a desorganizar as moléculas de ar ao nosso redor, aumentando a entropia ao nosso redor. Dessa forma, para diminuir a entropia de um determinado lugar é necessário aumentar a entropia em outro. A manutenção da vida é um embate constante contra a entropia. A luta contra a desorganização é travada a cada momento por nós. Desde o momento da nossa concepção, a partir da fecundação do óvulo pelo espermatozoide, nosso

organismo vai se desenvolvendo e ficando mais complexo. Partimos de uma única célula e chegamos à fase adulta com trilhões delas, especializadas para determinadas funções. A vida é, de fato, um evento muito especial e, até o momento, sabemos que ela ocorreu em um único lugar do universo – o nosso planeta.

Entretanto, com o passar do tempo, nosso organismo não consegue mais vencer essa batalha. Começamos a sentir os efeitos do tempo e envelhecer. Nosso corpo já não consegue manter pele com a mesma elasticidade, os cabelos caem e nossos órgãos não funcionam mais adequadamente. Em um determinado momento, ocorre uma falha fatal e morremos.

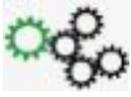
Como a manutenção da vida é uma luta pela organização, quando esta cessa, imediatamente o corpo começa a se deteriorar e rapidamente perde todas as características que levaram muitos anos para se estabelecer. As informações acumuladas ao longo de anos, registradas em nosso cérebro a partir de configurações específicas dos neurônios, serão perdidas e não poderão ser novamente recuperadas com a completa deterioração do nosso cérebro.

A entropia nos mostra que a ordem que encontramos na natureza é fruto da ação de forças fundamentais que, ao interagirem com a matéria, permitem que a mesma se organize. Desde a formação do nosso planeta, há cerca de cinco bilhões de anos, a vida somente conseguiu se desenvolver às custas de transformar a energia recebida pelo Sol em uma forma útil, ou seja, capaz de manter a organização.

Para tal, pagamos um preço alto: grande parte dessa energia é perdida, principalmente na forma de calor. Dessa forma, para que existamos, pagamos o preço de aumentar a desorganização do nosso planeta. Quando o Sol não puder mais fornecer essa energia, dentro de mais cinco bilhões de anos, não existirá mais vida na Terra. Com certeza a espécie humana já terá sido extinta muito antes disso.

O universo também não resistirá ao embate contra o aumento da entropia. Em uma escala inimaginável de tempo de 10^{100} anos (10 seguido de 100 zeros!), se o universo continuar a sua expansão, que já dura aproximadamente 15 bilhões de anos, tudo o que conhecemos estará absolutamente disperso. A entropia finalmente vencerá. Mas essa história fica para um outro dia.

Fonte: http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2832/n/o_caos_e_a_ordem



Após a leitura, solicitar que os alunos exemplifiquem fenômenos cotidianos (em sua casa, na sala de aula, na natureza) nos quais podem observar os princípios da Termodinâmica, ou seja, fenômenos em que há consumo ou produção de energia, em que há trocas de calor ou em que a desordem de um sistema aumenta ou diminui.

Para o fechamento desta etapa vamos tratar de um fenômeno cotidiano em que podemos observar aspectos da termodinâmica. É uma atividade descontraída e o professor pode iniciar perguntando aos alunos se gostam de pipoca.

Para desenvolver esta atividade o professor tem duas opções: pode iniciar a discussão e solicitar que os alunos façam o experimento em casa, ou pode solicitar a utilização da cozinha da escola, fazendo uso de outros espaços, caracterizando-a como espaço alternativo de aprendizagem.

A pipoca é resultado da cocção dos grãos de uma variedade da espécie *Zea mays*. A receita é bem simples: em uma panela coloque grãos de pipoca, óleo, e leve ao fogo. Os alunos devem registrar sua resposta para a pergunta:



Como o milho vira pipoca?

Depois o professor pode estimular o debate sobre o vídeo e perguntar ainda se:



Qualquer grão pode virar pipoca? Explique. Podemos testar essas possibilidades?



No link https://www.youtube.com/watch?v=p_7Qi3mprKQ é possível ver uma pipoca estourando em câmera lenta. Mostre aos alunos ou peça para que assistam no próprio celular.



Atividade experimental 02 - Qualquer grão vira pipoca?

Duração: 40 min

Objetivo: Identificar quais as condições necessárias para a transformação do milho em pipoca e analisar se estas condições ocorrem em qualquer grão/semente. Associar os fatores de transformação identificados na 2ª lei da Termodinâmica.

Materiais necessários:

- ✘ Meio copinho de café de milho para pipoca
- ✘ A mesma medida de outros grãos. Sugestão: arroz, feijão, milho comum, girassol, alpiste, gergelim, etc.
- ✘ 1 copinho de café de óleo de cozinha
- ✘ Uma panela com tampa
- ✘ Fogão

Procedimentos:

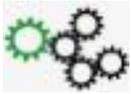
Coloque um punhado de grãos de milho numa panela e aguarde estourar. Coloque a pipoca em uma bacia e observe se todos os grãos estouram. No caso da pipoca, se todos os grãos estouram ótimo, este é um “bom” milho para pipoca.

Continuando o experimento utilizar arroz, feijão, girassol, gergelim, alpiste, grão de bico, lentilha, entre outros. Anotar os resultados numa tabela.

Grão	Tempo de cozimento	Virou pipoca?

Após o registro os alunos devem ser questionados e as respostas podem ser orais ou escritas.

- 1.Quanto aos diferentes grãos, eles estouraram?
- 2.Refletindo sobre o teste realizado explique por que os grãos estouraram ou não.
- 3.Que condições devem existir para que o grão estoure?
- 4.Qual a relação entre cocção da pipoca e a termodinâmica?



Em relação as perguntas pós experimento é importante que haja sempre uma discussão dos resultados para que o conhecimento seja reelaborado e o aluno desenvolva a habilidade da comunicação.

Finalizado o debate esse pequeno texto deve ser apresentado aos alunos, no formato de slide para leitura, para que possam confrontar suas explicações com o conhecimento científico apresentado numa linguagem simples.

TEXTO 03: Como o milho vira pipoca?

Por: Kakao Braga — julho de 2009.

Mágica? Que nada, é física pura! Tudo depende de dois fatores: a transferência de calor para o interior do grão e a grande força mecânica da camada exterior do grão. Todo grão de milho é composto por três partes: o embrião, onde fica o material genético; o endocarpo (parte interior) e o pericarpo (exterior), compostos principalmente de amido e água.

A diferença do milho de pipoca é que ele tem menos água (cerca de 14,5%) do que o milho verde e seu pericarpo tem uma casca quatro vezes mais resistente que a dos milhos que usamos para comer e fazer canjica.

Ao colocar a pipoca na panela ou no micro-ondas, o calor faz com que a água dentro do grão se transforme em vapor dentro do endosperma, e isso cria muita pressão. Mas, como o pericarpo é superduro, o grão não explode, e a pressão continua aumentando.

O pericarpo resiste, resiste, até que a pressão fica tão grande que ele não consegue mais aguentar e...pop! A pressão é tanta que a casca estoura! Em contato com o ar, os grânulos de amido, dentro do endocarpo, se expandem super-rápido, criando aquela textura fofa e branca da pipoca. Somadas, a pressão do vapor d'água e do amido chegam a 10 kg/cm², cinco vezes mais que a de um pneu de carro!

Os "pipocologistas" dizem que o que determina a "explosão" ideal é a porcentagem de umidade dentro do grão, que deve ser de 11% a 14%. Se o grão estiver muito seco, a pressão criada não é suficiente para a "pipocação". E se estiver muito úmido, o milho pipoca antes do amido estar bem cozido.

Quando o pericarpo tem rachaduras ou é pouco duro, o vapor d'água escapa, a pipoca não vinga e surge o piruá. Outro motivo para a pipoca não estourar é quando o grão tem água a mais ou a menos na composição.

Fonte: <https://revistadeciframe.com/2009/07/01/como-o-milho-vira-pipoca/>

Após o experimento com a pipoca, o professor deve fazer com que os alunos correlacionem os conhecimentos: a pipoca encontrava-se em um estado inicial e após o aquecimento ela passa por uma transformação e adquire um estado final diferente do inicial, além de ter consumido energia e liberado energia durante o processo.

Os estudantes devem comparar os conceitos tratados no texto com as respostas elaboradas para as perguntas realizadas inicialmente relacionando os exemplos com os princípios da Termodinâmica.



MOLÉCULAS, LIGAÇÕES QUÍMICAS E NUTRIENTES

Esta segunda parte da sequência tratará de conceitos da Química como moléculas, ligações químicas, e reações químicas. Nesta sequência existem pequenos textos com questões para que os alunos elaborem suas hipóteses e verifiquem. Existe um experimento que envolve a supervisão direta de um adulto, ou pode ser uma prática demonstrativa, o que não necessariamente descaracteriza a investigação. Para essa etapa serão utilizadas aproximadamente quatro aulas.

Mais uma vez é preciso estar atento ao conhecimento do professor como mediador, é preciso estar munido de conhecimentos, ou ferramentas que proporcionem informação em tempo real, para oferecer segurança para o professor e os alunos. É claro que a intenção não é abarcar todos os conhecimentos dos outros componentes curriculares, mas é importante estar atento para as necessidades que poderão surgir no decorrer do processo. Embora a interdisciplinaridade não seja o objetivo primordial destas atividades, talvez seja válido deixar os professores de Química e Física cientes do que está acontecendo e caso surjam dúvidas que exijam maior nível de aprofundamento, eles podem estar prontos para auxiliar os alunos.

METODOLOGIA

O professor deve retomar os processos trabalhados na primeira etapa para instigar os alunos a relacionar o que foi observado no experimento com as miçangas com o comportamento dos átomos. O propósito é ligar o conhecimento trabalhado na primeira etapa e os conceitos químicos que serão trabalhados agora, tornando a sequência coesa, promovendo a ideia de continuidade. Uma forma de fazer isso, é levantar o seguinte questionamento:



Anteriormente representamos o conceito de termodinâmica aplicado em uma escala observável através das contas coloridas. Se pudéssemos observar as partículas (átomos) que constituem a matéria, como seria seu comportamento?

O texto a seguir é uma breve introdução ao assunto e serve ao professor, que se achar necessário pode disponibilizá-lo ao aluno, ou utilizar-se da referência indicada para aprofundar o entendimento.

OBJETIVOS

- ⇒ Identificar os níveis de organização da matéria.
- ⇒ Relacionar a ocorrência das reações químicas com formação de novos compostos.
- ⇒ Associar os processos de combustão de combustíveis e combustão dos nutrientes.



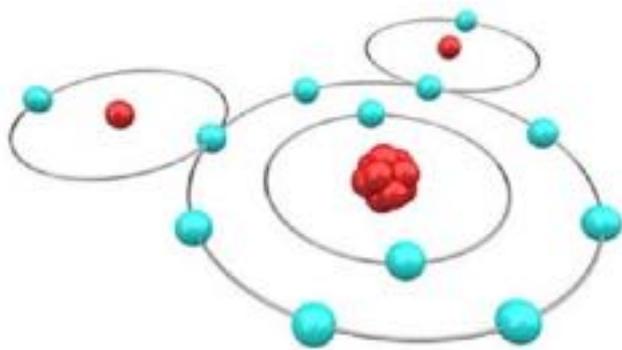
TEXTO– Organização da matéria

Jacqueline Queiroz– dez de 2019.

No primeiro experimento realizado (pág. 9), cada recipiente representa os possíveis microestados de organização que a matéria pode assumir no processo de desorganização de partículas, aumentando a entropia. Se fosse necessário restaurar o estado original haveria grande gasto energético.

Na natureza a organização, as reações que diminuem o nível de entropia dos sistemas, não costumam ocorrer de forma espontânea. A organização, desorganização e reorganização da matéria é processo contínuo nos seres vivos, que são sistemas fechados em que ocorre troca constante de matéria e energia. Para compreender como isso se processa, precisamos entender a constituição da matéria.

Os átomos são as partículas fundamentais constituintes da matéria como a conhecemos. São partículas muito pequenas, muitas vezes menores do que estruturas que podem ser observadas em microscópios superpotentes. Ainda menores são as partículas que os constituem, organizadas em um núcleo e uma eletrosfera. O núcleo compõe-se de prótons e nêutrons, e a eletrosfera de elétrons. Os elétrons são partículas subatômicas, que orbitam os núcleos em níveis energéticos



que podem interagir com o meio, ou seja, elétrons que estão em níveis energéticos mais externos, podem ser perdidos, ganhos ou compartilhados. Quando esse fenômeno acontece temos uma ligação química ocorrendo.

A água, substância abundante em nosso planeta e que, segundo os conhecimentos construídos ao longo de décadas, possibilitou o surgimento da vida, é um exemplo simples de ligação química.

Distribuição eletrônica da molécula de água. Fonte:
<https://alunosonline.uol.com.br/quimica/regra-octeto-nas-ligacoes-quimicas.html>.

Os elementos encontram-se, em seu estado natural, eletricamente neutros, com cargas positivas e negativas em

mesma quantidade. Na constituição da molécula de água existem dois átomos de hidrogênio ligados a um átomo de oxigênio (H_2O). O elemento hidrogênio é constituído por um próton e um elétron. O oxigênio possui 8 prótons e 8 elétrons.

Segundo a teoria do octeto observada nos estudos químicos, todos os elétrons de um mesmo elemento encontram-se distribuídos em níveis energéticos, e cada nível comporta uma quantidade específica de elétrons. Os elementos cujos níveis energéticos não tem sua capacidade máxima preenchida, encontram-se instáveis e propensos a interagir com outros elementos estabilizando-se. Para isso, podem ganhar, perder, ou compartilhar elétrons dos níveis mais externos de sua eletrosfera.

Em nosso exemplo temos então para o hidrogênio na camada de valência, um elétron, e para o oxigênio 6 elétrons. O nível mais externo do hidrogênio comporta 2 elétrons e o do oxigênio 8 elétrons. No caso da água, os elétrons mantêm as eletrosferas unidas, sendo compartilhado pelos dois elementos, caracterizando uma ligação covalente.

Uma vez que as camadas eletrônicas não totalmente preenchidas são menos estáveis do que as camadas totalmente preenchidas, os átomos que possuem uma camada mais externa incompleta têm uma tendência maior a interagirem com outros átomos de modo a ganharem ou perderem certo

número de elétrons para completar a camada eletrônica mais externa. Essa troca de elétrons pode ocorrer tanto por transferência de elétrons de um átomo a outro quanto pelo compartilhamento de elétrons entre dois átomos. Essas duas estratégias levam a dois tipos de ligações químicas que ligam os átomos uns aos outros. Quando elétrons são doados de um átomo a outro, ocorre a formação de uma ligação iônica; quando dois átomos compartilham um mesmo par de elétrons, há a formação de uma ligação covalente. Frequentemente, no caso de ligações covalentes, o compartilhamento do par de elétrons não é equitativo, de modo que um dos átomos pode atrair os elétrons compartilhados mais do que o outro átomo; isso resulta em ligação covalente polar (ALBERTS *et. al.*, 2011, p.42-43).

Sendo formada pelo compartilhamento de elétrons as ligações covalentes formam as moléculas e a atração eletrostática entre os elementos pode tornar uma molécula polar, o que significa que a concentração de cargas pode gerar um pólo positivo e outro negativo. Esse fator influencia diretamente na força de atração entre as moléculas, mantendo-as unidas, o que para a biologia é extremamente importante, pois a estabilidade ou instabilidade das moléculas determinam sua afinidade química que permeia todo o metabolismo da célula que é a unidade fundamental dos seres vivos.

Após uma breve explicação sobre os átomos, os alunos devem listar exemplos de substâncias conhecidas que podem representar uma ligação entre elementos químicos.

Neste momento o professor pode apresentar um modelo de átomo representado por bolas de isopor, pintadas de cores diferentes, cada cor representando um elemento químico e simular diversos arranjos moleculares a partir dos exemplos dados pelo próprio aluno (Fig. 2).

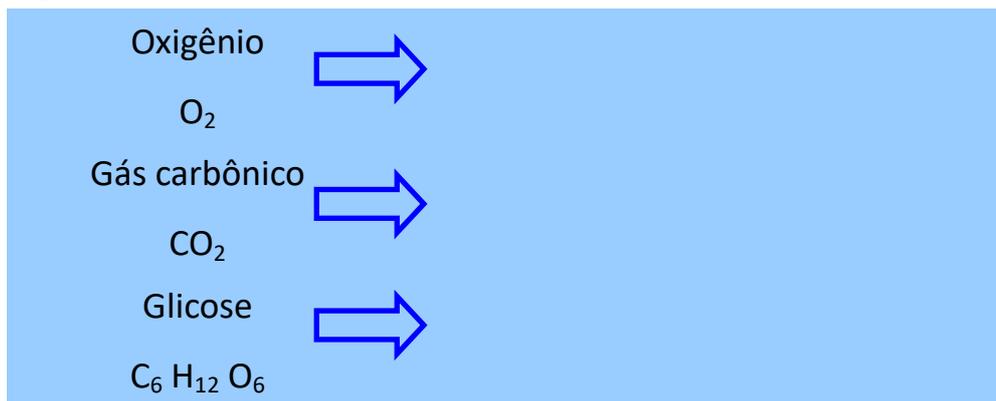


Se o professor tiver disponibilidade de tempo e internet, há um software incrível que simula a construção de moléculas. Através do link <https://phet.colorado.edu/pt-BR/simulation/build-a-molecule> os alunos podem simular a construção de várias moléculas de complexidade progressiva. Essa manipulação pode ser solicitada

Figura 2. Modelos moleculares.

O professor deve ainda solicitar que o aluno represente estas moléculas por meio de desenhos (Fig. 2). Dentre os exemplos é importante que as moléculas de oxigênio, glicose e gás carbônico sejam apontadas pois elas compõem o processo de respiração celular que será tratado posteriormente.

Figura 3. Esquema para desenho dos alunos.



Continuando a exposição dialogada do professor chegamos ao ponto em que o aluno deve constatar que toda a matéria que existe se organiza em uma ordem crescente de complexidade (Fig.4).



Figura 04. Níveis de organização dos seres vivos.

Deve-se expor que existem moléculas simples e moléculas mais complexas, que apresentam características específicas por causa das ligações químicas que possuem (tipo, quantidade, posição). Moléculas podem ser formadas ou degradadas através da alteração das ligações químicas em transformações físicas, influenciadas por temperatura e pressão, e em transformações químicas, que acontecem através de reações químicas, em que duas ou mais moléculas reagem e formam novos compostos como produto. Nesses dois casos é necessária energia. Pode ser energia térmica, elétrica, mecânica, que gerará trabalho- construção e desconstrução de moléculas- liberará energia e conservará parte dela.

Um grão de milho por exemplo, é em primeira instância um aglomerado de diferentes moléculas organizadas. Contém entre outras moléculas amido e celulose, dois tipos de carboidratos importantíssimos na nutrição dos organismos. Amido e glicose são polissacarídeos constituídos de glicose, fabricados principalmente por organismos fotossintetizantes, mas o amido é formado por α -glicose e a celulose por β - glicose.

A importância do milho principalmente em nossa região, vai da alimentação, como já vimos, a matéria prima de combustíveis, passando por transformações físicas e químicas.

O milho também pode ser utilizado como matéria prima na obtenção de combustível- o etanol. Esse combustível possui energia armazenada e para liberá-la precisará que suas



moléculas sejam degradadas de alguma forma. No caso dos combustíveis, o calor pode levar a queima deste combustível. Nada mais é do que aumentar o nível de agitação de suas moléculas através da transferência de calor, transformando fisicamente e quimicamente, pois suas moléculas se transformarão em outros compostos.

Para conectar o aluno a explicação do professor pode-se questionar como esse processo acontece. Após a exposição das respostas passamos à leitura do texto e ao primeiro experimento desta etapa.

TEXTO 04: “A Química começa a explicar fenômenos da Biologia.”

Por Magnólia Araújo- 2012.

Para explicar os diversos fenômenos da Biologia, em particular da Fisiologia, e os processos a eles relacionados, é necessário estudar os elementos e reações químicas neles envolvidos. Como até o século XVIII a Química estava restrita às ideias dos alquimistas e os estudos da Biologia eram mais restritos à anatomia, explicar o funcionamento dos órgãos e seus produtos era coisa praticamente inviável. Com a chegada da microscopia, enxergar as células e suas ações exigiu entender os seus produtos: as substâncias químicas.

Um dos processos fisiológicos que há mais tempo procurava ser explicado era a respiração, que já havia sido relacionada com a combustão, tendo em vista o seu envolvimento com o **flogisto**.

A explicação do processo começou com os trabalhos de Hales e teve prosseguimento quando o escocês Joseph Black (1728-1799) descobriu o gás carbônico, o inglês Joseph Priestley (1733-1804), o oxigênio e o francês Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) explicou que o oxigênio era absorvido e o gás carbônico era liberado, de modo semelhante ao que ocorre na combustão. Além de descobrir o oxigênio, Priestley conseguiu perceber que ele era liberado pelas plantas, consumido pelos animais e modificava a cor do sangue, o qual se tornava mais avermelhado quando entrava em contato com o oxigênio.

Flogisto seria uma substância existente no organismo que estaria ligada ao processo de respiração e à combustão. Essa teoria foi iniciada pelo alemão Johann Becher (1635-1681) e aperfeiçoada por Geroge Stahl

A produção de oxigênio pela planta é resultado da fotossíntese, processo que foi descrito pelo alemão Jan Ingenhousz (1730-1799) a partir da repetição dos experimentos de Priestley. Ele percebeu que o processo acontecia nas folhas verdes que necessariamente deveriam estar submetidas à ação da luz do sol para que pudessem atuar.

Fonte: <http://www.chemheritage.org/classroom/chemach/pop/01forerunners/lavoisier1.html> Acesso em: 26 jun. 2009.

Após a explicação do professor sobre organização das moléculas, sobre como um sistema biológico ou não, é constituído de partes que pertencem a várias escalas diferentes, e como o processo de combustão pode desorganizar as moléculas através da transferência de energia, devemos identificar os combustíveis como fonte de energia para



o funcionamento dos motores para mais adiante conhecermos os “motores” dos organismos vivos e seus combustíveis.

Passemos ao primeiro experimento desta etapa.



Existe um texto de linguagem bem acessível que pode complementar as ideias expostas pelo texto anterior disponível no link

<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Ar/ArO.php>

Como leitura complementar o texto “A energia e a Química ” traz importantes contribuições e faz relações entre energia, calor e seres vivos e está disponível em :

<http://qnesc.sba.org.br/online/qnesc08/conceito.pdf>,



Atividade experimental 03- Combustão

Duração: 30 min

Objetivo: Proporcionar ao aluno condições de comparar a formação de fuligem durante a combustão da gasolina e do álcool como a queima incompleta dos combustíveis. Subsidiar a associação entre a queima incompleta ou completa de combustíveis com o processo metabólico celular.

Materiais necessários:

- 2 lamparinas
- 2 pires de fundo branco
- 15 ml gasolina
- 15 ml álcool combustível
- 1 caixa de fósforos ou acendedor

Procedimentos:

Coloque álcool combustível em uma das lamparinas até aproximadamente 2 cm de altura.

Enxugue bem com um papel absorvente qualquer quantidade de álcool que possa ter escorrido para fora da lamparina ou sobre a bancada.

Acenda com cuidado a lamparina que contém álcool e coloque um pires branco sobre a chama lamparina a uma distância de mais ou menos 5 cm. Após cerca de 5 segundos observe o fundo do pires (Fig. 5).

Apague a lamparina e anote suas observações na tabela de resultados.

Repita o mesmo procedimento utilizando a outra lamparina, agora com gasolina.

Os alunos devem observar e anotar os resultados do experimento.

	Observações
Fundo da base usada em contato com álcool	
Fundo da base usada em contato com a gasolina	

1. Como chamamos o que ficou depositado no fundo do pires?
2. Por que um dos combustíveis depositou mais material que outro?
3. O que representa este resíduo deixado pelos combustíveis?
4. Quais as desvantagens da combustão incompleta?
5. Qual outro processo que você conhece que produz fuligem e que não foi citado aqui?
6. Por que muitas vezes em túneis longos se encontram placas com os dizeres: "Desligue o motor em caso de congestionamento".

Figura 05. Materiais necessários, procedimentos e resultados esperados



Este experimento e o próximo texto são uma adaptação do que está disponível no link http://www.usp.br/qambiental/combustao_energiaExperimento.html. As questões acima também fazem parte do material disponibilizado no site, no entanto algumas delas podem não ser pertinentes ao nosso objetivo. Se o professor quiser trabalhar outro enfoque relacionado aos combustíveis poderá utilizar-se das demais questões. Depois de responder as questões apenas utilizando-se dos resultados do experimento, da reflexão e dos conhecimentos prévios, o texto seguinte pode ser disponibilizado aos alunos para leitura e discussão mediada pelo professor para que o conhecimento estimulado pelo experimento seja reelaborado. Devido a utilização de substâncias inflamáveis, o professor pode optar pela demonstração do experimento.



TEXTO 05: Energia dos combustíveis

Por Laboratório de Química Ambiental USP- 2006.

Refleta por um momento: Por que quando o motor do carro está desregulado este gasta mais gasolina? Qual dos combustíveis, a gasolina, o álcool ou o diesel produz menos SO_2 ? O que é um combustível 'limpo'?

Energia

O ser humano necessita de energia para tudo que faz, desde impulsionar o sangue para todas as partes de seu corpo, até fazer com que uma lâmpada se acenda ou que um automóvel se locomova. Mas como obter tal energia?

Para o funcionamento do corpo utilizamos a energia dos alimentos. Já para a obtenção de energia elétrica, mecânica, etc... existem várias fontes, dentre elas estão:

- o biocombustível (álcool proveniente da cana de açúcar, ou diesel a base de óleo vegetal como de amendoim, soja, girassol, mamona, pequi, babaçu);
- a gasolina, (obtida pela destilação fracionada do petróleo);
- energia termoeleétrica (obtida pela queima do carvão ou gás natural);
- a energia eólica (resultado do movimento do vento);
- a energia solar (aquece placas especiais que transformam essa energia em elétrica)
- a energia hidroelétrica (uso da energia das quedas d'água para acionar geradores)
- energia nuclear (baseada na fissão, ou seja, na divisão do átomo);
- o biogás (metano, CH_4), também conhecido como gás natural (produzido pela fermentação e decomposição da matéria orgânica por microorganismos).

A energia solar, eólica, hidrelétrica e os biocombustíveis são chamadas de energias renováveis, pois os raios solares e ventos são produzidos constantemente, a água que é utilizada para mover uma turbina em uma hidrelétrica pode ser renovada pela chuva que enche novamente o reservatório, e a cana-de-açúcar utilizada para produzir álcool pode ser plantada novamente. Já o petróleo, o gás natural e o carvão, são produtos finitos provenientes de fósseis de vegetais e animais que habitaram a Terra alguns milhões de anos atrás. A produção de energia nuclear depende do urânio, que também é um recurso finito. Estas são chamadas de energias não renováveis.

Combustão completa e incompleta

A combustão é uma reação de uma substância (combustível) com o oxigênio (O_2) (comburente) presente na atmosfera, com liberação de energia.

A liberação ou consumo de energia durante uma reação é conhecida como variação da entalpia (ΔH), isto é, a quantidade de energia dos produtos da reação (H_p) menos a quantidade de energia dos reagentes da reação (H_r):

$$\Delta H = H_p - H_r$$

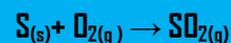
Quando $\Delta H > 0$ isto significa que a energia do(s) produto(s) é maior que a energia do(s) reagentes(s) e a reação é **endotérmica**, ou seja, absorve calor do meio ambiente. Quando $\Delta H < 0$, isto significa que a energia do(s) reagente(s) é maior que a energia do(s) produto(s) e a reação é **exotérmica**, ou seja, libera calor para o meio ambiente, como no caso da combustão da gasolina, por exemplo.

A combustão completa de qualquer combustível orgânico (que possui átomos de carbono) leva a formação de gás carbônico ou também chamado de dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O). A respiração é um processo de combustão, de "queima de alimentos" que libera energia necessária para as atividades realizadas pelos organismos. É interessante notar que a reação inversa da respiração é a fotossíntese, que ocorre no cloroplasto das células vegetais, onde são necessários gás carbônico, água e energia (vinda da luz solar) para liberar oxigênio e produzir material orgânico (celulose) utilizado no crescimento do vegetal.

combustão/respiração



A gasolina possui muitas impurezas contendo enxofre (S), e o diesel, ainda mais. Hoje no Brasil existe um grande investimento por parte da Petrobrás para diminuir a concentração de enxofre no diesel e assim torná-lo menos poluente. Portanto, combustíveis que tem enxofre, ao serem queimados produzem grandes quantidades de um gás bastante tóxico e corrosivo, responsável por acidificar a atmosfera, o dióxido de enxofre (SO_2). Já o álcool é um combustível que não apresenta enxofre e portanto não produz o dióxido de enxofre.



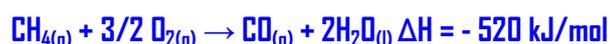
A falta de oxigênio durante a combustão leva à chamada 'combustão incompleta' que produz monóxido de carbono (CO). Note que o CO tem um oxigênio a menos que o CO_2 , o que caracteriza a deficiência de oxigênio, ou a ineficiência da reação. Este gás é muito tóxico para o ser humano, pois este dificulta a função da hemoglobina, que é responsável pela renovação do oxigênio no nosso sangue. Pequenas concentrações de monóxido de carbono já provocam tonturas e dores de cabeça. Outro produto indesejável da combustão incompleta é a fuligem (C), que não tem oxigênio na sua constituição. A porção mais fina da fuligem pode impregnar nos pulmões e causar problemas respiratórios.

As equações químicas abaixo ilustram a quantidade de calor (ΔH) liberada durante a combustão completa e incompleta do gás metano (CH_4). Note como a quantidade de calor liberado é menor nos casos de combustão incompleta. Portanto, além da combustão incompleta gerar compostos nocivos à saúde humana, há também uma grande desvantagem econômica, pois com a mesma quantidade de combustível haverá menor quantidade de energia gerada! Veja as equações:

Combustão completa do metano:



Combustão incompleta do metano:



É muito importante saber a quantidade de calor liberada pelos combustíveis para que seja possível comparar o valor energético de cada um deles.

Fonte: http://www.usp.br/qambiental/combustao_energia.html



Note que os cálculos que aparecem no texto referem-se a entalpia tratada no segundo texto componente desta sequência. É importante chamar a atenção dos alunos para este fato e quem sabe retomar o conceito. As questões apontadas inicialmente devem ser discutidas e a pergunta problema é:



O fenômeno de combustão acontece de alguma forma em seres vivos?

O experimento e o texto devem embasar a relação entre a combustão em um motor e a combustão no ambiente celular. Esta relação pode ficar mais clara a partir da explicação contida em Alberts et. al. (2011).

Todas as células animais e vegetais são mantidas pela energia armazenada nas ligações químicas de moléculas orgânicas, independentemente de serem açúcares sintetizados pela fotossíntese das plantas para nutrirem a si mesmas ou se forem da mistura de moléculas, grandes ou pequenas, comidas pelos animais. Para que essa energia seja usada para viverem, crescerem e se reproduzirem, os organismos devem extraí-la de uma forma utilizável. Tanto nas plantas como nos animais, a energia é retirada das moléculas dos alimentos por um processo de oxidação gradual ou queima controlada (ALBERTS *et. al.*, 2011, p. 86).

As células não oxidam as moléculas orgânicas em uma única etapa, como acontece quando uma molécula orgânica é queimada no fogo. Com o uso de catalisadores enzimáticos, o metabolismo processa as moléculas por meio de um grande número de reações que apenas raramente envolvem a adição direta de oxigênio. Antes de ver algumas dessas reações e as finalidades a que se destinam, é necessário explicar o que se entende por processo de oxidação. Literalmente, o termo oxidação significa adição de átomos de oxigênio a uma molécula. De uma maneira mais geral, entretanto, diz-se que ocorre oxidação em qualquer reação na qual há transferência de elétrons de um átomo a outro. Oxidação, nesse sentido, refere-se à remoção de elétrons. A reação oposta, denominada redução, envolve a adição de elétrons (ALBERTS *et. al.*, 2011, p. 87).

Esta é a hora para conversar sobre os conceitos de oxidação e redução. Momento oportuno para tratar das calorias contidas nos alimentos, que podem ser medidas através de um calorímetro, e que normalmente são informadas em seus rótulos. Tratar estas temáticas servirá para entrelaçar esta etapa com a próxima. A seguir devemos apresentar a música “Da lama ao caos” de Chico Science e Nação Zumbi (1994).

“Da lama ao caos”

Chico Science e Nação Zumbi (1994).

Posso sair daqui pra me organizar
Posso sair daqui pra desorganizar

Da lama ao caos, do caos a lama
O homem roubado nunca se engana

O Sol queimou, queimou a lama do rio

Eu vi um xié andando devagar

E um aratú pra lá e pra cá

E um caranguejo andando pro Sul

Saiu do mangue e virou gabiru

Ô Josué eu nunca vi tamanha desgraça

Quanto mais miséria tem, mais urubu ameaça

Peguei um balaio fui na feira roubar tomate e cebola

la passando uma véia e pegou a minha cenoura

Aê minha véia deixa a cenoura aqui

Com a barriga vazia eu não consigo dormir

E com o bucho mais cheio comecei a pensar

Que eu me organizando posso desorganizar

Que eu desorganizando posso me organizar

Que eu me desorganizando posso me organizar

Da lama ao caos, do caos a lama

O homem roubado nunca se engana

Da lama ao caos, do caos a lama

O homem roubado nunca se engana

Fonte: <https://www.lettras.mus.br/chico-science/108267/>

1. Que trecho da música pode representar o princípio da entropia?
2. O que se desorganiza no milho de pipoca?
3. O que se desorganiza no combustível?
4. O que se organiza a partir da desorganização, ou seja, em que são transformadas as moléculas da pipoca e do combustível?
5. Na música, o que pode servir de fonte de energia para o ser humano?

Passamos então a discussão perguntando qual a relação das informações apresentadas no vídeo, nos experimentos e nos textos com a letra da música.



NUTRIENTES, RESPIRAÇÃO CELULAR E OBTENÇÃO DE ENERGIA

Passaremos agora a parte da sequência mais voltada aos conceitos biológicos, que envolvem disponibilização de moléculas na utilização de energia e realização de trabalho nas células. Neste bloco temos cinco experimentos que podem ser realizados tanto em laboratório quanto em espaços alternativos, com materiais comuns. Há ainda um jogo e uma atividade importante para conhecer as reações químicas envolvidas no processo de respiração celular aeróbia. A duração mínima desta etapa é de seis aulas. Quanto mais planejados e organizados forem os experimentos, mais rápido as aulas se desenvolverão. Mas se o processo investigativo estiver fluindo é importante não interromper o processo.

METODOLOGIA:

Mais uma vez é preciso retomar o trabalho realizado na segunda etapa para verificar como o processo está sendo internalizado pelo aluno. Realizando questionamentos quanto ao que foi aprendido nas aulas anteriores oportunizamos ao aluno que revise os processos mentais e refaça os caminhos já percorridos, deixando-o em estado de alerta para as próximas discussões. Estes conhecimentos prévios são como âncoras e para isso o docente deve introduzir o assunto realizando os seguintes questionamentos:



Você já escutou a utilização do termo fermentação? Exemplifique. Esse processo acontece no nosso corpo?

Após a escuta das respostas dos alunos o professor deve expor que o processo realizado por fungos unicelulares, as leveduras, para converter a energia química armazenada nos grãos de milho, por exemplo, em outra fonte de energia acontece através de um processo chamado fermentação, um tipo de respiração celular, um conjunto de reações químicas em que o álcool e o gás carbônico são

OBJETIVOS

- ⇒ Compreender como os seres vivos obtêm energia;
- ⇒ Apreender a relação entre combustíveis e nutrientes;
- ⇒ Identificar o processo de degradação e/ou absorção de moléculas para posterior transferência de energia.
- ⇒ Identificar os reagentes, produtos, substâncias e estruturas envolvidas na respiração celular;
- ⇒ Perceber a respiração celular como processo responsável pela transferência de energia para outras moléculas;
- ⇒ Compreender a respiração celular como um dos processos de manutenção dos sistemas biológicos.

Caso haja disponibilidade de tempo e um destilador, há no Caderno de práticas construído por Pereira *et.al.* (2015) um experimento para produção de etanol. Embora estejamos sempre preocupados com o tempo, pois existem muitos outros conteúdos a serem desenvolvidos ao longo do ano, é importante compreender que os conteúdos não podem mais ser o orientador da ação docente, visto que são as habilidades e competências que devem ser desenvolvidas.



os produtos finais. Este é o processo através do qual os combustíveis estudados nas aulas anteriores, são produzidos.

A produção de etanol durante uma prática, desde que realizada de maneira que estimule a investigação, faz parte da educação científica e tecnológica do indivíduo e, portanto, talvez seja muito mais proveitoso realizar esta prática experimental que passar adiante por conta dos conteúdos.

A fermentação é um processo amplamente utilizado na obtenção de diversos produtos de uso humano além do etanol, como para produção de bebidas alcoólicas e crescimento de massas na panificação através da fermentação alcoólica, na produção de vinagre através da fermentação acética e também derivados do leite, pela fermentação láctica. Este último processo também pode acontecer em nosso corpo, mas o produto desse tipo de fermentação não é o álcool e sim o ácido láctico. Realizando esta breve introdução, os alunos devem ser orientados para a leitura do textos a seguir, partindo da orientação de que agora conhecerão os combustíveis da máquina humana.



TEXTO 06- “Os combustíveis do exercício.”

Por Paulo Cezar de Carvalho Alves

Tanto atletas de elite, nas competições, quanto pessoas comuns, em suas tarefas domésticas, estão realizando atividade física. Por trás de cada simples movimento de nosso corpo, existe uma complexa coordenação entre vários órgãos, comandada pelo sistema nervoso e envolvendo diversos hormônios. Além disso, como acontece com toda máquina, precisamos de certa quantidade de energia extra nesses momentos, e esta deve ser fornecida prontamente, ou não conseguiremos realizar o trabalho desejado. Este artigo discute como o corpo obtém energia a partir de moléculas orgânicas combustíveis, presentes nos alimentos que comemos ou em estoques no próprio corpo. Tais moléculas têm propriedades diferentes, sua utilização depende da intensidade e da duração da atividade física e o modo como são usadas respeita uma hierarquia entre os diferentes órgãos e sistemas do organismo.

Costumamos dizer que estamos praticando exercício quando o objetivo da atividade física é o esporte, a promoção da saúde ou a obtenção de uma aparência corporal específica (como emagrecer ou ficar musculoso). Na verdade, praticamos atividade física o tempo inteiro – mesmo dormindo ou repousando gastamos energia para continuar vivos (figura 1). Já a realização de movimentos determinados, visando alcançar um índice específico (na dança ou no esporte, por exemplo, por lazer ou profissionalmente), pode ser definida como ‘performance’ (ou desempenho). No entanto, a busca obsessiva pelo melhor resultado muitas vezes ultrapassa os limites do funcionamento do corpo, prejudicando a saúde. O mesmo ocorre quando a atividade física é realizada em busca de uma identidade corporal, como no caso das pessoas que querem emagrecer rápido ou ficar muito musculosas e exageram nos recursos utilizados.

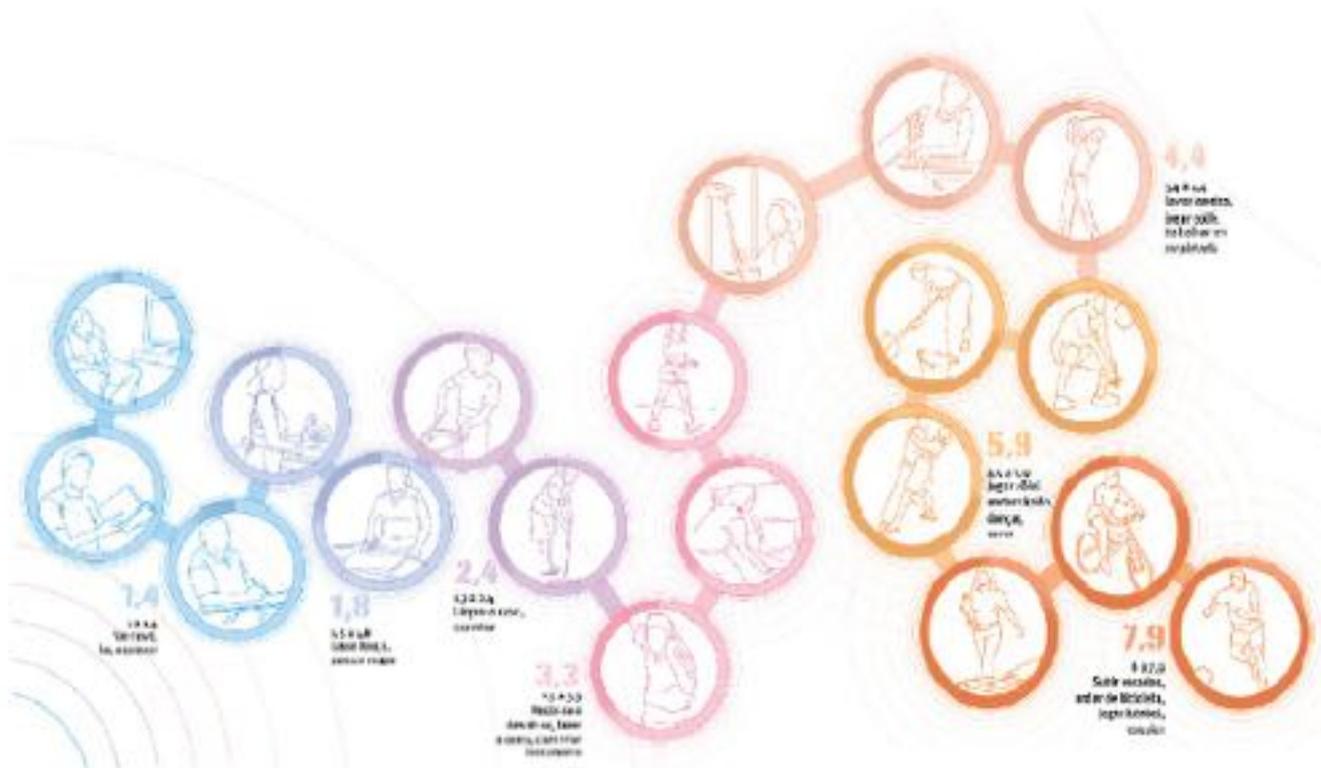


Figura 1 .Gasto de energia em relação ao estado de repouso para algumas atividades físicas.

O funcionamento do corpo envolve a atuação integrada de diversos órgãos e sistemas. Estes têm estruturas e

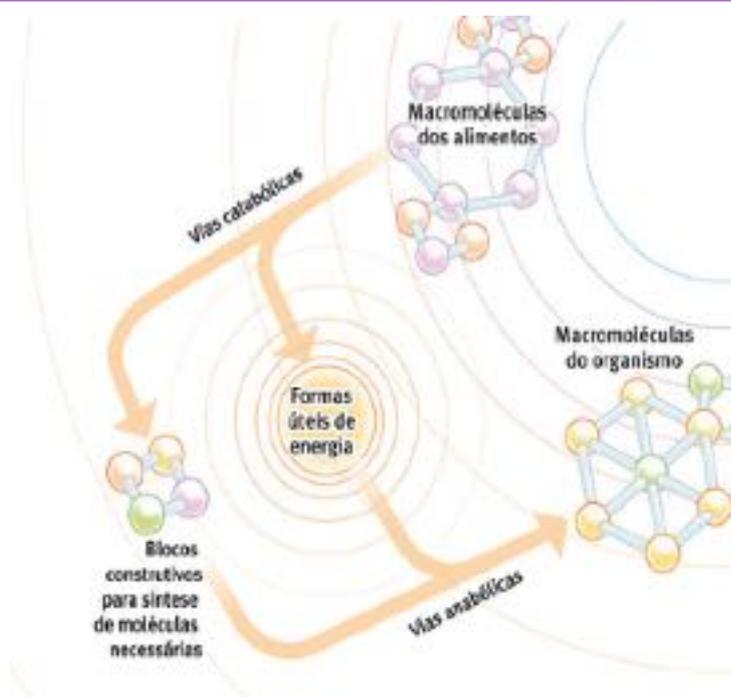


Figura 2. Processo de digestão e produtos metabólicos.

construir novas moléculas e manter o organismo funcionando. As reações catabólicas têm de ocorrer na mesma intensidade que as anabólicas para que o sistema atue com perfeição (figura 2).

Para que cada músculo específico seja movimentado na hora certa, com a força e a velocidade ideal, é necessário o comando e a coordenação do sistema nervoso. Este age como um maestro em uma orquestra: não pode falhar em momento algum, e para isso precisa receber um aporte constante de moléculas de glicose, sua principal fonte de energia, além de oxigênio, necessário para a perfeita retirada da energia contida na glicose (figura 3). Essa regra básica – o aporte constante de glicose e oxigênio ao sistema nervoso – vai determinar como os outros órgãos, inclusive os músculos, podem obter energia durante a atividade física.

De onde vem a energia?

Os agentes finais do movimento são os músculos que, quando se contraem, movem as diferentes partes do corpo, que são articuladas. Para que tanto a contração quanto o relaxamento do músculo ocorram, é necessário ter uma fonte de energia e um mecanismo capaz de direcionar esta para a maquinaria muscular. A principal energia usada para realizar trabalho em nosso organismo está contida nas ligações químicas do trifosfato de adenosina (conhecido pela sigla, em inglês, ATP) – nessa molécula, o composto adenosina está ligado a três radicais químicos que contêm fósforo, chamados de grupos fosfato (Pi). A quebra de uma dessas ligações, que gera difosfato de adenosina (ADP) e um grupo fosfato livre, libera a energia usada no processo que provoca a contração muscular.

A molécula de ATP deve ser imediatamente regenerada (por meio da religação entre ADP e um grupo fosfato) para que o fornecimento de energia não diminua. Para fazer isso, o organismo usa outra fonte de energia: as ligações químicas existentes nos chamados 'combustíveis celulares': carboidratos (açúcares), ácidos graxos (presentes em gorduras) e aminoácidos (figura 4). A glicose, principal molécula combustível do grupo dos carboidratos, é estocada na forma de glicogênio. Os ácidos graxos, capazes de liberar mais energia que a glicose, são estocados principalmente no tecido adiposo, na forma de triglicerídios (gordura neutra). Já os aminoácidos, que não são estocados no corpo como proteínas de reserva, têm pequeno papel na produção de energia para atividade física, embora sejam usados para gerar glicose em casos de jejum

excessivo ou exercício físico muito prolongado (em uma maratona, por exemplo).



Figura 3. Concentração de glicose no sangue.

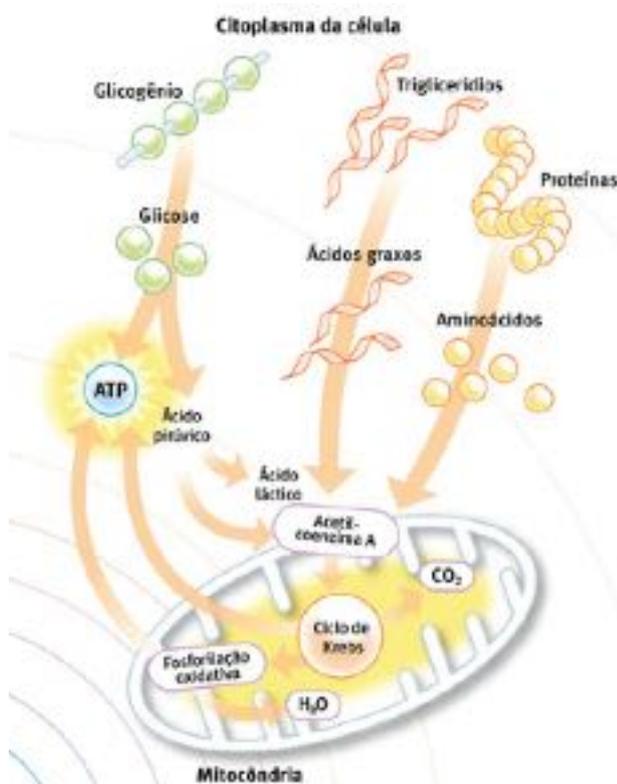


Figura 4. Processo de digestão e produtos metabólicos.

A energia contida nesses compostos é liberada por meio de reações muito espontâneas de oxidação (catabolismo), nas quais uma molécula (ou composto) cede elétrons a outra, ligando-se ou não a ela. Quando o oxigênio molecular (O_2) participa diretamente da oxidação, em processos celulares, dizemos que há 'respiração celular'. É por esse processo que as mitocôndrias, organelas presentes nas células, produzem ATP. Fora das mitocôndrias, a única forma de regenerar a molécula de ATP, sem a participação do O_2 , é a oxidação da glicose, e esta é a maneira mais rápida de repor a energia gasta pela célula.

Como acelerar a oferta

A velocidade com que o músculo esquelético gasta energia pode aumentar muito em frações de segundo. Não só quando um corredor de elite sai da linha de largada, em uma prova curta, para atingir a velocidade de 10 m por segundo em menos de um segundo, mas também quando estamos deitados na cama e nos levantamos para ir ao banheiro. Nesses momentos – guardadas as proporções –, a taxa com que o ATP estava sendo consumido na situação de repouso aumenta subitamente com a nova exigência muscular, e este precisa ser reciclado velozmente, ou a nova atividade não poderá ser mantida. Para isso, é preciso acelerar de imediato as vias catabólicas e assim transferir a energia química dos combustíveis para a reconstituição das ricas ligações de fosfato no ATP. Qual sistema deve ser ativado primeiro?

Temos a opção de usar a glicose ou os ácidos graxos como fonte de energia, mobilizados de seus estoques pela ação do hormônio adrenalina. Tais compostos têm diferentes potenciais – quantitativo ou qualitativo – de geração de energia. No caso em questão, o critério de quantidade não é o melhor, a princípio, já que a energia deve estar disponível com urgência. Assim, a melhor solução é a glicólise anaeróbica, ou seja, a quebra da molécula de glicose sem a participação do oxigênio molecular, fora da mitocôndria. Esse processo é o mais veloz para a reposição da energia gasta. Surge então outro problema: como obter glicose de modo tão rápido, se o músculo não pode captá-la livremente do sangue? Essa captação só ocorre logo após as refeições, quando estamos com excesso de açúcar no sangue, ou durante exercícios moderados de longa duração. Para

contornar essa dificuldade, as células musculares têm um estoque próprio de glicose, na forma de glicogênio. Essa resposta, na verdade, é parcialmente correta, já que a glicólise anaeróbica, por mais rápida que seja (apenas 12 reações enzimáticas para ir do glicogênio até o ácido láctico, subproduto final), ainda é muito lenta se comparada ao aumento súbito no gasto energético exigido, por exemplo, em competições. É aí que o músculo esquelético lança mão de seu grande trunfo: o sistema creatina/ fosfocreatina.

Nesse sistema, apenas uma reação enzimática retira um grupo fosfato da fosfocreatina (molécula presente nos músculos) e o liga à molécula de ADP, reconstituindo o ATP, o que permite sua reutilização, e gerando creatina livre. A fosfocreatina atua como um pronto-socorro energético, em situações de urgência (figura 5). Com esse recurso, as células musculares adaptam-se ao novo ritmo e a glicólise anaeróbica passa a ocorrer em velocidade compatível com a intensidade do trabalho, tornando-se de novo a principal forma de regenerar ATP, a partir de ADP. Para isso, são usados os grupos fosfato que se acumularam nas células por causa da quebra acelerada de moléculas de ATP.

A glicólise gera ácido láctico e este é lançado na circulação sanguínea, na forma de lactato. Se o movimento súbito continuar e não for muito intenso (caminhar a passos normais, por exemplo), as mitocôndrias, que antes estavam 'esquentando as turbinas', voltam a fazer a reciclagem do ATP gasto, por meio da respiração celular.

Com isso, o ácido láctico deixa de ser produzido e a glicose é totalmente oxidada, em uma série de reações que consomem O₂ e têm como produtos finais gás carbônico (CO₂) e água (H₂O). Essa é a chamada 'fase aeróbica' do movimento.

Nessa fase, uma molécula de glicose pode gerar 19 vezes mais ATP que na fase anaeróbica, o que representa uma grande economia do precioso estoque de glicogênio do músculo. Essa reserva é preciosa porque, quando começa a se esgotar, o músculo entra no processo de fadiga local e para de funcionar! Além disso, nunca se sabe se nos próximos instantes será necessário 'apertar o passo' por algum motivo, como pegar o ônibus que já está querendo ir embora, fugir de um predador (ou assaltante!) ou ultrapassar um competidor nos últimos metros de uma maratona.

Nessas situações (luta ou fuga), há um novo salto na exigência de energia para o trabalho muscular, salto que dificilmente é suportado pelos sistemas aeróbicos de reciclagem de ATP. Voltamos então a gastar a glicose anaerobicamente e a 'queimar' o glicogênio 19 vezes mais rápido (no mínimo!). Ou seja, precisa ter sobrado bastante no estoque. Nesse caso, a concentração de lactato no sangue aumenta rapidamente, até chegar ao chamado limiar de lactato. Se insistirmos nesse ritmo, ou acima dele, a concentração de lactato no sangue sobe muito e nos sentimos 'enjoados'. Em breve o estoque de glicogênio muscular começa a se esgotar. É quando ocorre perda de força muscular (fadiga local), que pode ser seguida de dores, câimbras e, no extremo, da paralisação dos músculos.



Fig. 5 Fontes de energia para contração muscular.

Em todos os tipos de atividade física o hormônio adrenalina tem participação importante. Além dos efeitos sobre o sistema cardiorrespiratório, esse hormônio ajuda a acelerar a quebra do glicogênio muscular e hepático para liberar glicose para o músculo e o cérebro, respectivamente. Parte da glicose liberada pelo fígado, porém, pode ser captada pelos

músculos em exercícios de longa duração, reduzindo a oferta para o cérebro. A adrenalina também ajuda a poupar glicogênio ao estimular paralelamente a mobilização dos estoques de triglicerídios no tecido adiposo.

Assim, quando nos mantemos em trabalho muscular aeróbico, nosso sangue começa a ser invadido por ácidos graxos liberados desses estoques (o mesmo ocorre quando ficamos em jejum). Estes são usados como fonte de energia para o fígado, o coração, os músculos esqueléticos e outros órgãos e tecidos, exceto o cérebro e as hemácias (glóbulos vermelhos). Portanto, a glicose é poupada. Aliás, o músculo esquelético, principalmente em repouso, prefere usar ácidos graxos, em vez de glicose. É por isso que emagrecemos lentamente quando dormimos ou ficamos em jejum. No entanto, se alguém quer de fato emagrecer, não deve ficar dormindo: deve seguir uma dieta com quantidades adequadas de calorias e fazer exercícios aeróbicos.

Fibras brancas e vermelhas

Em todas as fases do exercício descritas até agora, as responsáveis pelos movimentos são fibras especializadas existentes em nossos músculos, que podem ser divididas em duas categorias principais: as fibras de contração rápida (tipo II b) e as de contração lenta (tipo I e tipo II a).

As de contração rápida são encontradas em grandes quantidades em músculos especializados em exercício de explosão, como o músculo do peito das galinhas, que só movem suas asas de maneira repentina e por tempo limitado. Como não usam muito oxigênio molecular, esses tipos de músculo têm poucos vasos sanguíneos, poucas mitocôndrias e pouca mioglobina (proteína muscular que estoca oxigênio, semelhante à hemoglobina do sangue). Já as de contração lenta ocorrem em maior quantidade em músculos especializados em fazer movimentos contínuos por muito tempo, como o músculo do peito das aves migratórias, que trabalham muitas horas sem parar. Podemos concluir que estas são as fibras 'vermelhas', pois, como precisam de muito oxigênio para realizar trabalho aeróbico, são muito vascularizadas, têm muitas mitocôndrias e muita mioglobina. Até os tipos de algumas das proteínas (miosinas) dos filamentos que se contraem nesses dois tipos de fibras são diferentes. A maioria dos músculos humanos é composta por uma mescla dessas duas fibras. Nos exercícios de baixa a média intensidade, são utilizadas as fibras de contração lenta (aeróbicas), mas, à medida que a intensidade do exercício aumenta, entram em ação também as de contração rápida (anaeróbicas).

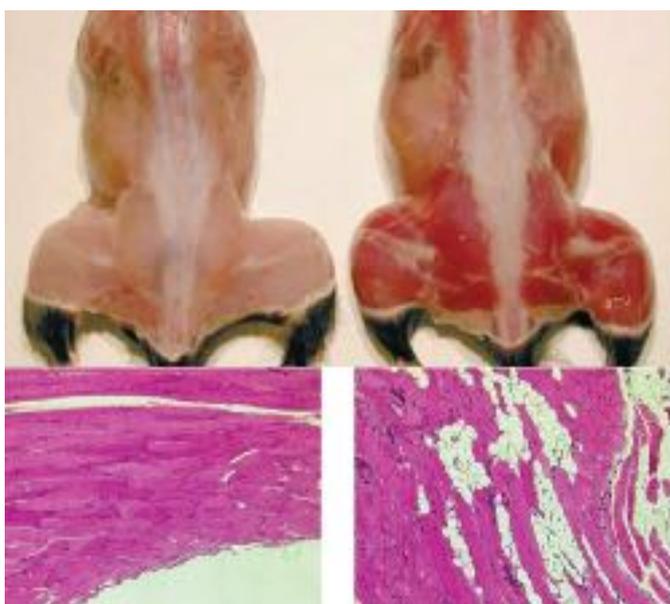


Fig. 5. Fibras de contração lenta e contração rápida.

Os limites do exercício

A busca de melhor desempenho por atletas profissionais – e até por amadores – leva muitas pessoas ao uso de recursos que põem em risco a saúde (chamados de doping), como hormônios esteroides anabolizantes, que aumentam a massa muscular, ou as anfetaminas, que estimulam o sistema nervoso central. Entre os recursos lícitos está o treinamento, que desenvolve naturalmente a capacidade de nossos órgãos e sistemas de realizar exercícios específicos, levando ao condicionamento físico. Também podem ser citados os recursos nutricionais, como uma alimentação adequada, contendo as biomoléculas necessárias para reforçar a estrutura muscular ou criar reservas energéticas adequadas.

Muitos estudos têm sido feitos para compreender os processos envolvidos no condicionamento e determinar os limites impostos pela fadiga. Esta ocorre durante a atividade física e limita a performance. A fadiga parece ter um componente 'periférico' (decorrente de fatores ligados ao músculo em movimento) e outro 'central' (decorrente de alterações do sistema nervoso central, na motivação para realizar a atividade). A principal causa de fadiga periférica é a exaustão dos estoques de glicogênio nos músculos, que impede tanto o uso de ácidos graxos como combustível, nos exercícios de longa duração, porque a oxidação desses ácidos depende de outra molécula difícil de obter nessas condições, quanto a realização de exercícios de alta intensidade, pois estes dependem de quantidades grandes de glicose para gerar energia rapidamente. Nos exercícios intensos, alterações da acidez dos músculos e/ou acúmulo de subprodutos das reações (como o fosfato livre) parecem inibir a atividade de enzimas chave para o uso da glicose. Já a fadiga central parece estar ligada à síntese do neurotransmissor serotonina em certas regiões do cérebro, que levaria a menor disposição para a atividade física.

Compreender os mecanismos dos dois tipos de fadiga pode ajudar a evitar ou superar o problema. É preciso ter em mente, porém, que a fadiga é um mecanismo de preservação do organismo diante de uma situação que pode causar danos severos, às vezes irreversíveis. Portanto, deve ser respeitada como um sinal de alerta.

Mais recentemente, com os avanços da biologia molecular e do controle da expressão de genes nos seres vivos, um novo tipo de doping, diferente da ingestão de compostos químicos, está prestes a acontecer: o doping genético. Talvez já exista e não saibamos, pois o crime surge sempre antes da lei. Hoje, por exemplo, são bem conhecidos os fatores biológicos que controlam a proporção dos dois tipos de fibras nos músculos. Já podem ser criados em laboratório camundongos com alterações genéticas que têm maior proporção de um ou de outro tipo de fibra muscular, ou seja, capacitados para exercícios de alta intensidade ou de longa duração (figura 6).

Trabalho publicado recentemente revelou que camundongos com alterações genéticas que induzem a expressão nos músculos de uma enzima típica do fígado (conhecida pela sigla PEPCK-C) tornam-se superatletas. Esses animais podem correr cerca de 6 km a uma velocidade de 20 m por minuto, enquanto camundongos normais ficam esgotados após 200 m nessa velocidade! Eles também apresentam, em relação aos normais, capacidade aeróbica 25% maior e menos da metade da concentração de lactato no sangue durante o exercício. O mais espantoso: comem 60% mais comida e têm metade do peso dos 'primos' não transgênicos! Além disso, vi - vem mais, e aos 2,5 anos (já 'velhinhos' para camundongos) correm o dobro da distância atingida pelos animais normais de seis meses a um ano de idade (jovens adultos). A explicação parece estar no aumento da capacidade, nos animais transgênicos, de usar os ácidos graxos como combustível. Agora que já fabricaram o supercamundongo, não deve demorar muito para vermos nas pistas de atletismo os super-homens!

Fonte: <http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=chi&cod= oscombustiveisdoexerciciofisico-artigo-ciencia-hoje251ago2008>

Após a leitura do texto, o professor deve estimular a discussão a partir dos questionamentos:



Você já se perguntou, por exemplo, por que precisamos nos alimentar? Ou ainda: para onde vai tudo aquilo que consumimos durante uma refeição?

Nós conhecemos nosso corpo, e sabemos o que ele é capaz de realizar, em uma escala macroscópica. Caminhamos, falamos, sentimos, respiramos, pensamos, comemos, estudamos, trabalhamos, mas quem realiza todo o trabalho necessário para que essas atividades sejam possíveis são as nossas células, através do metabolismo.

Após esta breve explicação, os alunos devem ser questionados sobre:



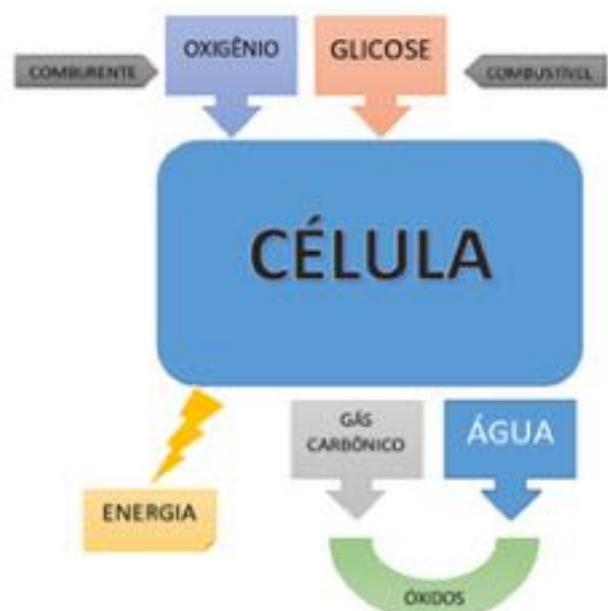
O que é metabolismo? Você já ouviu essa palavra? Em que circunstância? Toda atividade do nosso corpo precisa de **combustível**. Qual é nosso combustível?

Esses questionamentos são importantes para estimular o aluno a construir uma base para as atividades que seguirão. Todos os conhecimentos construídos até o momento confluem para o processo de respiração celular realizados em nossas células, importante para produção de ATP (energia) e tantas outras substâncias necessárias ao metabolismo celular. As questões devem ser revisitadas após a realização das atividades como forma de verificar a aprendizagem dos alunos, comparando as respostas do momento inicial e final. Por isso a importância do registro. Após as discussões, a figura abaixo deve ser mostrada e explicada aos alunos. Neste momento é indicado vincular os conceitos com os debates da primeira e segunda etapa.

Continuando a exposição, é importante aclarar que todos os alimentos que ingerimos são processados ao longo do nosso sistema digestório, para fornecer as moléculas que nossas células precisam como fonte de energia. Os alunos já sabem o que são moléculas, então é possível questionar quais seriam as moléculas fontes de energia para os seres vivos.

O milho, que tem permeado todas as atividades e discussões, e é uma fonte de alimento importante para a humanidade além de utilizado como matéria prima principalmente na indústria alimentícia e de

Figura 6. Combustíveis e comburentes do metabolismo.





biocombustíveis. Podemos solicitar uma pesquisa sobre a história do milho e seus nutrientes, receitas produzidas a partir do milho e a cultura envolvida na sua utilização. Essa planta é uma das monoculturas mais importantes da região em que o estudo foi desenvolvido. Então passamos a reflexão de que nem só de milho é constituída nossa alimentação. Envolver os discentes inquirindo sobre a pirâmide alimentar. Explicitar que nela estão presentes os principais grupos de alimentos essenciais a nossa nutrição. A imagem a seguir deve ser mostrada para relembrar.

Figura 7. Pirâmide alimentar



Figura 1. Pirâmide alimentar adaptada

Fonte: PHILLIPS, T. et al. 1996
Ilustração: Graziela Martins(1)
Dados de porções software "Vital Nutri"

Fonte: <https://www.construindofuturos.com.br/2012/07/piramide-de-alimentos.html>

Fonte: <https://www.construindofuturos.com.br/2012/07/piramide-de-alimentos.html>

Para continuar fomentando a discussão os alunos devem ser estimulados a pensar sobre nosso sistema digestório e tudo aquilo que comemos, e escrever um pequeno parágrafo respondendo às perguntas.



**Como acontece o processo da digestão dos alimentos?
Quais são os produtos deste processo?
Para que servem os produtos deste processo?
Para onde vão estes produtos?**

Aprendemos que as reações químicas - considerando a 2ª lei da Termodinâmica - energeticamente favoráveis são aquelas que ocorrem espontaneamente aumentando a entropia, diminuindo a energia livre. No entanto, existem compostos que podem permitir a ocorrência daquelas que são energeticamente desfavoráveis. Mas não o fazem por si só.

Para ultrapassar a barreira altamente energética que a estabilidade molecular impõe, é preciso uma energia de ativação. Esse salto é proporcionado pelas enzimas que permitem maior colisão entre as moléculas do ambiente e os substratos que ultrapassam a barreira energética. Elas se unem aos substratos, para facilitar a interação entre as moléculas.

Enzimas são moléculas que permitem degradação e síntese de moléculas, tem natureza proteica, e possuem especificidade para os substratos, sendo cada substrato degradado ou sintetizado por uma enzima específica que não se altera durante o processo. (Alberts, *et. al.*, 2011, p. 89-91). São as enzimas que permitem a degradação das macromoléculas complexas que ingerimos na alimentação, para que, na forma de moléculas mais simples, possam então ser absorvidas pelas células.

Adiante há uma sequência de três experimentos que investiga a presença de moléculas orgânicas em alimentos e sua degradação. O primeiro composto orgânico a ser verificado é o grupo que deve compor boa parte da nossa alimentação e é fonte preferencial de energia para nosso metabolismo: os carboidratos. A presença de amido, um polissacarídeo de reserva dos vegetais que é bastante consumido em nossa alimentação, seja in natura ou processado, poderá ser verificada no próximo experimento.

É preciso informar que verificaremos a presença de amido, um polissacarídeo de reserva dos vegetais que é bastante consumido em nossa alimentação, seja in natura ou processado.



Atividade experimental 04- Digestão de carboidratos

Duração: 40 min

Objetivo: Observar a degradação das moléculas de amido através da enzima ptialina contida na saliva humana.

Materiais necessários:

- 5 copinhos de café de preferência transparentes, 3 deles numerados
- 5g amido de milho
- 100 ml Água
- 3 ml de Iodo ou lugol
- Palitos de picolé
- Conta gotas ou pipeta Pasteur

Procedimentos:

Um dos copinhos descartáveis será utilizado para depositar saliva.

Em outro copinho coloque 1 ml de iodo para verificação da coloração.

Em um recipiente que possa ser levado ao fogo (panela), faça uma mistura com o amido de milho e água e leve ao fogo até engrossar.

Divida o mingau de amido em três porções iguais nos recipientes diferentes e numerados de 1 a 3, e espere esfriar (Fig. 8).

Agora vamos usar o iodo que é uma molécula que tem alta afinidade com amido e verificar a presença dessa molécula nas amostras.

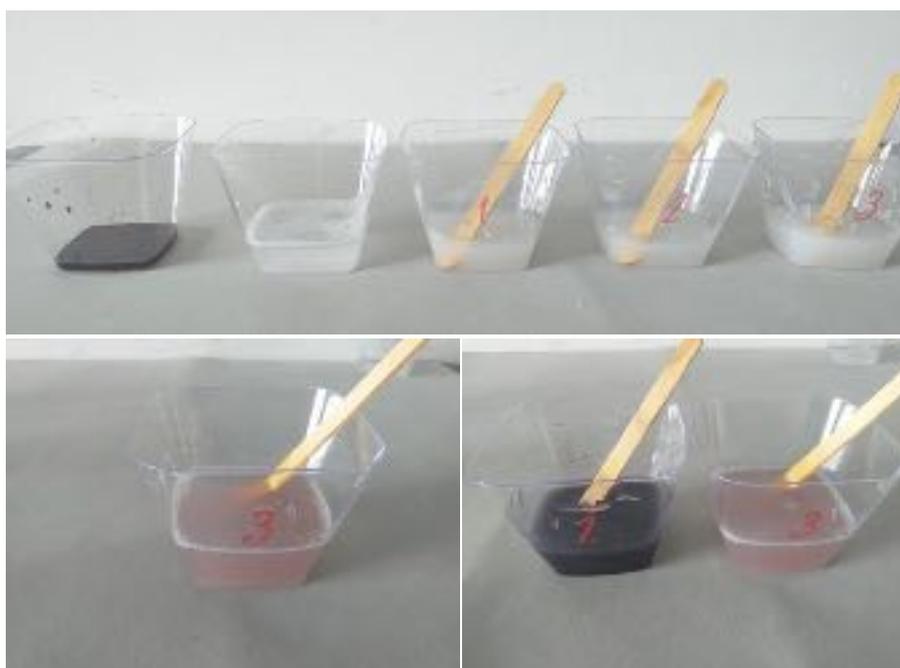
No recipiente 2 misture uma gota de iodo e observe se houve alteração (Fig. 8).

No recipiente 3 misture a sua saliva e espere por aproximadamente 30 min. Após esse tempo, misture 1 gota de iodo e observe se houve alteração (Fig. 8).

Compare as amostras 2 e 3 .

1. Qual a coloração do iodo?
2. O recipiente 1 é o seu controle. Qual a coloração do mingau?
3. Qual a função da saliva neste experimento? Sintetize seus resultados e elabore uma explicação para as alterações observadas.
4. Sulfato de cobre é uma substância que quando aquecida pode demonstrar presença da glicose a partir da alteração de coloração. Se você tivesse essa substância ao seu alcance descreva que variação você poderia realizar no experimento realizado e quais resultados você esperaria encontrar.

Figura 8. Materiais, amostras prontas e comparação entre amostras 2 e 3.



Esta atividade está no caderno de práticas elaborado por Souza (2017) disponível em http://www.fef.br/upload_arquivos/geral/arg_5aba3c3cbd47f.pdf e foi reproduzida com adaptações.

O próximo experimento refere-se a um grupo de macromoléculas extremamente abundante nos seres vivos, que deve compor cerca entre 30 e 40% do nosso consumo alimentar diário: as proteínas. Apresentam grande variedade de estruturas, como resultado de suas ligações químicas, o que propicia uma grande variedade de funções, como por exemplo, a função enzimática tratada anteriormente.



Atividade experimental 05- Digestão de proteínas

Duração: 30 min + tempo de espera de 1 a 3 dias para observação dos resultados.

Objetivo: Identificar quais frutas possuem a enzima necessária para a degradação da proteína presente na clara do ovo (albumina).

Materiais necessários:

- 1 clara de ovo cozida.
- Quatro tubos de ensaio, ou tubos plásticos com tampa.
- Uma estante/suporte para tubos de ensaio.
- 03 ml de suco de abacaxi.
- 03 ml de suco de limão.
- 03 ml de suco de mamão.
- Uma lâmina de barbear ou bisturi.
- Quatro chumaços de algodão, gaze ou cortiça para tampar os tubos de ensaio.

OBS: Os sucos devem ser obtidos diretamente das frutas.

Procedimentos:

Numere os tubos, identificando-os como 1, 2, 3 e 4 (Fig. 9).

Coloque em cada tubo 3 ml de cada suco conforme o seguinte:

- tubo 1 – água.
- tubo 2 – suco de abacaxi.
- tubo 3 – suco de mamão.
- tubo 4 – suco de limão.

Com lâmina de barbear, corte uma tira de clara de ovo com cerca de 2 mm de espessura. Em seguida, recorte essa tira, preparando quatro cubinhos iguais (Fig. 12).

Após o período de espera observar diferenças nos pedaços de clara de ovo.

Compare os cubinhos dos tubos 2, 3 e 4 com o cubinho do tubo nº 1 e registre suas observações.

1. Houve diferença entre os pedaços de clara de ovo dentro dos tubos?
2. Das frutas estudadas, qual contém a enzima capaz de digerir a albumina? Pesquise e justifique.

Figura 9. Materiais necessários e resultado esperado.



A observação realizada a seguir refere-se às gorduras ou lipídios, um grupo de moléculas orgânicas que possui diversas funções importantes nos organismos embora quando em excesso possa trazer prejuízos ao organismo.



Atividade experimental 06- Digestão/emulsificação de gorduras.

Duração: 10 min

Objetivo: Observar a quebra das moléculas de gordura pela ação do detergente e relacioná-la a ação da bile.

Materiais necessários:

- 1 tubo de ensaio ou qualquer pequeno frasco transparente que possa ser tampado.
- 25 ml de água
- 5 ml de óleo
- 3 ml de detergente incolor

Procedimentos:

Coloque óleo em um tubo de ensaio, água e mexa (Fig. 10).

Observe.

A seguir, adicione detergente e agite novamente (Fig. 10).

Observe e registre.

Como se trata de substâncias comuns do nosso cotidiano (água, óleo e detergente) com as quais temos contato ao lavar a louça e cozinhar um alimento, é possível colocar algumas gotas da mistura final em contato com a pele das mãos. Esfregue as mãos e observe se a mistura perdeu a característica gordurosa.

1. O que aconteceu com o óleo depois de adicionado o detergente? Como o sabão reage com a gordura?

2. Qual o papel do detergente no experimento, ele degrada as moléculas de gordura ou as transforma em micro gotículas?

3. Será que existe alguma substância com função parecida no corpo humano? Pesquise qual seria essa substância.

4. Dê exemplos de alimentos que consumimos que contêm gorduras.

5. Comente a afirmação: "Gorduras são sempre prejudiciais aos organismos."

Figura 10. Amostra sem detergente e com detergente.



O fechamento dos três experimentos ocorrerá com a discussão dos resultados, momento em que os alunos devem ser instigados a imaginar estes processos no corpo humano, refletir sobre quais alimentos disponibilizam cada grupo de compostos orgânicos e como essas substâncias se deslocam no organismo, além de propor variações nos experimentos para exercitar a imaginação e a criatividade, motores do processo científico.

O professor pode escolher algum dos experimentos e determinar que o aluno elabore variações para responder a outras perguntas. Se houver tempo e disponibilidade de materiais os docentes poderão realizar estas variações experimentais e registrar os resultados encontrados. Ulteriormente indagar sobre o destino de todas essas moléculas disponibilizadas pelo processo digestório e para que serão utilizadas em nosso corpo.

Seguidamente ao término das discussões deve-se rever a figura 08. Agora os alunos devem ser capazes de fazer uma correlação com as substâncias indicadas. Indague-os sobre o combustível representado na figura, quais moléculas poderiam ser classificadas como combustíveis. Utilizando a própria figura questioná-los quanto ao comburente. O que mais nosso organismo precisa para se manter vivo?

Outra porta de entrada de substâncias em nosso organismo é a respiração pulmonar, através da qual nosso pulmão libera gás carbônico e absorve oxigênio. Essa troca gasosa que acontece nos pulmões e é chamada hematose. As perguntas a seguir devem ser respondidas pelos alunos e seguidas da realização de uma atividade em que possam relembrar os caminhos da digestão e da respiração.



**De onde vem o oxigênio que inspiramos?
Qual o destino do oxigênio que inspiramos?
De onde vem o gás carbônico que liberamos através da expiração?**

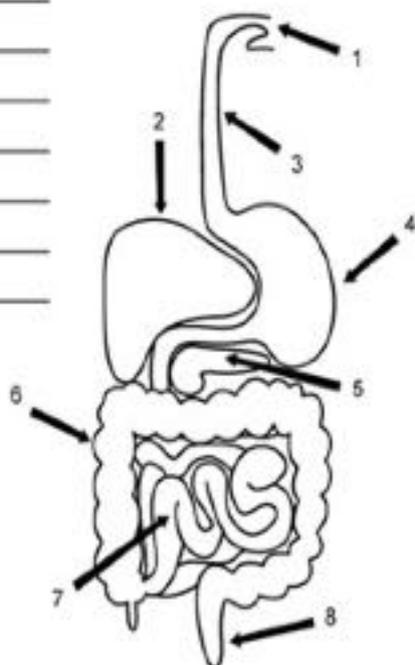
Falar a respeito da respiração e da digestão é uma forma de cimentar o caminho até o sistema circulatório, depois aos tecidos, e como destino final o ambiente celular onde a respiração celular acontece.

ATIVIDADE

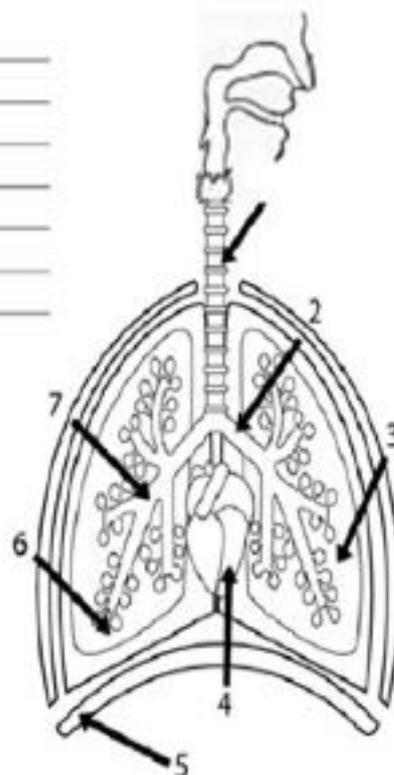
Na figura abaixo temos um modelo do sistema respiratório e digestório. Relembre os nomes dos órgãos e escreva um pequeno parágrafo descrevendo:

- ◆ O caminho dos gases respiratórios;
- ◆ O caminho dos alimentos.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____



O aplicativo Órgãos internos em 3D (anatomia) disponível em <https://apkpure.com/br/internalorgansin3danatomy/com.androiddeveloper.mx.blogspot.organos3d> está disponível gratuitamente na loja de aplicativos Play Store, e conta com ótimas imagens anatômicas dos principais sistemas. Além disso existe o site biodigital.com que contém diversas animações dos sistemas humanos.

O professor pode se sentir tentado a realizar todas as etapas de maneira expositiva, passando a informações prontas aos alunos, o que pode levar menos tempo e ser menos laborioso, no entanto bem menos eficaz. O intuito das atividades e questionamentos é que o discente esteja desperto e ativo durante o processo, para possa construir, desconstruir e reconstruir diversas vezes os conceitos no campo mental, e para isso o observar, o questionar, o fazer, o comunicar tem se mostrado métodos eficazes.

Após a atividade anunciar que é possível verificar a presença de gás carbônico no ar que expiramos, através do experimento a seguir que deve ser realizado.



Atividade experimental 07- Presença de gás carbônico na expiração.

Duração: 20 min

Objetivos: Observar a presença de gás carbônico na expiração através da mudança de coloração no indicador de Ph, pela formação de ácido carbônico, a partir do CO_2 com a água.

Materiais necessários:

- 3 tubos de ensaio numerados
- Indicador de Ph- azul de brotimol (0,04%) ou solução de repolho roxo
- Canudos
- Estante para tubos de ensaio
- 20 ml de refrigerante de limão (Sprite)

Procedimentos:

Numere os tubos de ensaio como 1, 2 e 3.

Encha 1/3 dos tubos de ensaio 1, 2 e 3 com o indicador de pH.

O tubo 1 deve ser reservado como controle (Fig. 11).

Use um canudo para soprar na solução do tubo 2 durante 30s.

Nota: Apenas sopra no canudo, não sugue ou você vai engolir a solução indicadora. Quando precisar respirar, se afaste do canudo, inale e então sopra o canudo.

Adicione mais 1/3 de refrigerante Sprite ao tubo 3 (Fig. 11).

Anote suas observações.

	Tabela de dados		
Tubos	Controle - Tubo 1	Sua expiração - Tubo 2	Sprite - Tubo 3
Coloração			

1. Por que a solução dos tubos 2 e 3 tiveram sua coloração alterada?
2. Sintetize as conclusões desse experimento.

OBS: Neste estudo foi utilizada a solução de azul de bromotimol. O bromotimol puro em pó, foi encontrado em comércio de materiais para laboratório. Abaixo está a descrição do procedimento de fabricação da solução de azul de brotimol, disponível em Peixoto (2005). Existe a possibilidade de fabricar a solução indicadora de repolho roxo, que é simples mas não tem alta durabilidade.

PARA O AZUL DE BROTIMOL

Dissolva 0,1 g de azul de bromotimol em 16 mL de NaOH 0,01 N. Transfira esse conteúdo para um balão volumétrico contendo cerca de 100 mL de água destilada. Em seguida, complete o volume para 250 mL com água destilada.

Solução NaOH 0,01 N:

Prepare uma solução estoque de NaOH na concentração 1 N dissolvendo 4,0 g dessa substância em cerca de 80 mL de água destilada. Transfira o conteúdo para um balão volumétrico de 100 mL completando o volume com água destilada.

Da solução estoque 1 N de NaOH, retire 1 mL e adicione a cerca de 80 mL de água destilada. Transfira o conteúdo para um balão volumétrico, completando o seu volume para 100 mL com água destilada. Esta solução terá a concentração de 0,01 N.

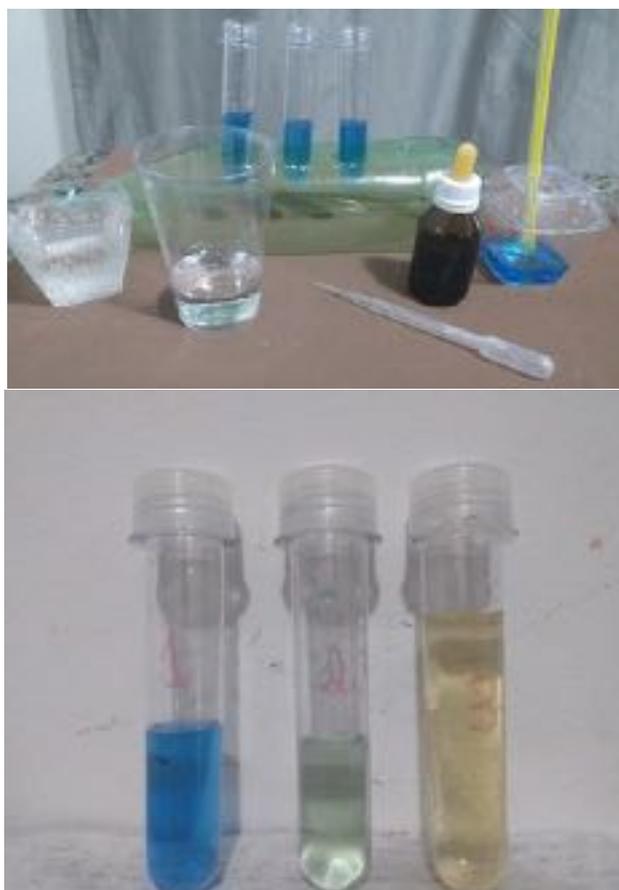
Já o azul de brotimol fica amarelo ou verde na presença de ácidos e azul na presença de bases.

PARA O INDICADOR DE REPOLHO ROXO

Para fazer o indicador de pH, corte meio repolho roxo em pedaços e adicione água fervente, deixando descansar por 10 min, até as folhas perderem a cor.

Coe o líquido de cor arroxeada e espere esfriar. Devido à presença do pigmento antocianina neste repolho, a solução se tornará avermelhada na presença de ácidos e azulada na presença de bases.

Figura 11. Materiais necessários e resultados esperados.



As próximas imagens (Fig. 17- 19) devem ser projetadas e utilizadas para a discussão de fechamento dos resultados.

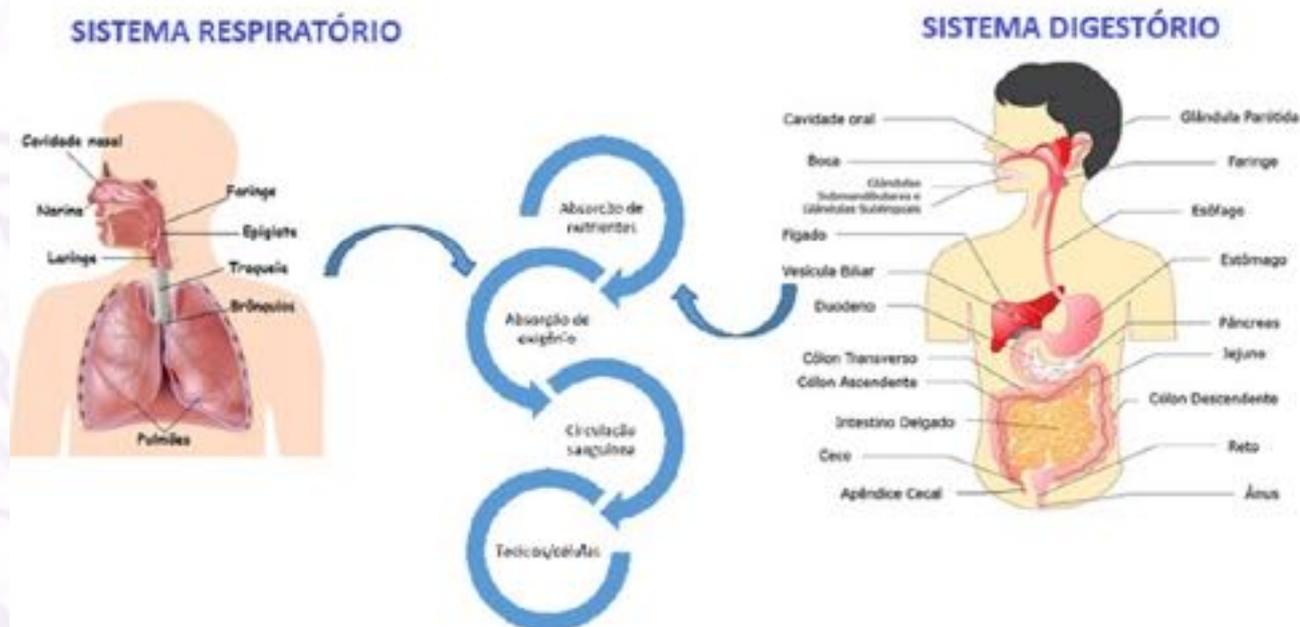


Figura 17. Processos simplificados do sistema respiratório e digestório. Fonte: As autoras, 2020.

Todos os nutrientes absorvidos pelo intestino e o oxigênio absorvido pelos pulmões passam para corrente sanguínea onde circulam e se distribuem pelos inúmeros tecidos do corpo, sendo absorvidos pelas células. Nas células, todos esses componentes participam de diversas reações químicas, disponibilizando entre outras coisas a energia química contida em suas moléculas, representadas pelas cargas elétricas dos elementos químicos envolvidos. Após serem absorvidas pelo tecido que reveste o tubo digestório, as moléculas orgânicas de açúcares, aminoácidos e ácidos graxos deverão circular pela corrente sanguínea e serem absorvidas pelas células onde participarão de inúmeros processos metabólicos. O oxigênio absorvido pelos pulmões também será transportado pela corrente sanguínea. Sofrerão alterações químicas e estruturais para que nossas células trabalhem e assim mantenham nossas funções orgânicas. As moléculas orgânicas serão fonte de energia química, e esta energia será transferida para construção de outra molécula chamada ATP (adenosina trifosfato).

Após a realização dos experimentos e a explanação do professor, os alunos devem ser capazes de responder a imagem que representa a disponibilização de diversas moléculas orgânicas mais simples pela digestão, que serão fonte de energia para o metabolismo (Fig. 18).

A glicose é preferencialmente utilizada pelas células de diversos organismos para realizar respiração celular, um processo em que a energia química é retirada da glicose a partir de sua degradação e transferida para outra molécula altamente energética utilizada pelos seres vivos: o ATP. A fermentação é um tipo de respiração em que não há utilização de oxigênio e não ocorre predominantemente em nosso

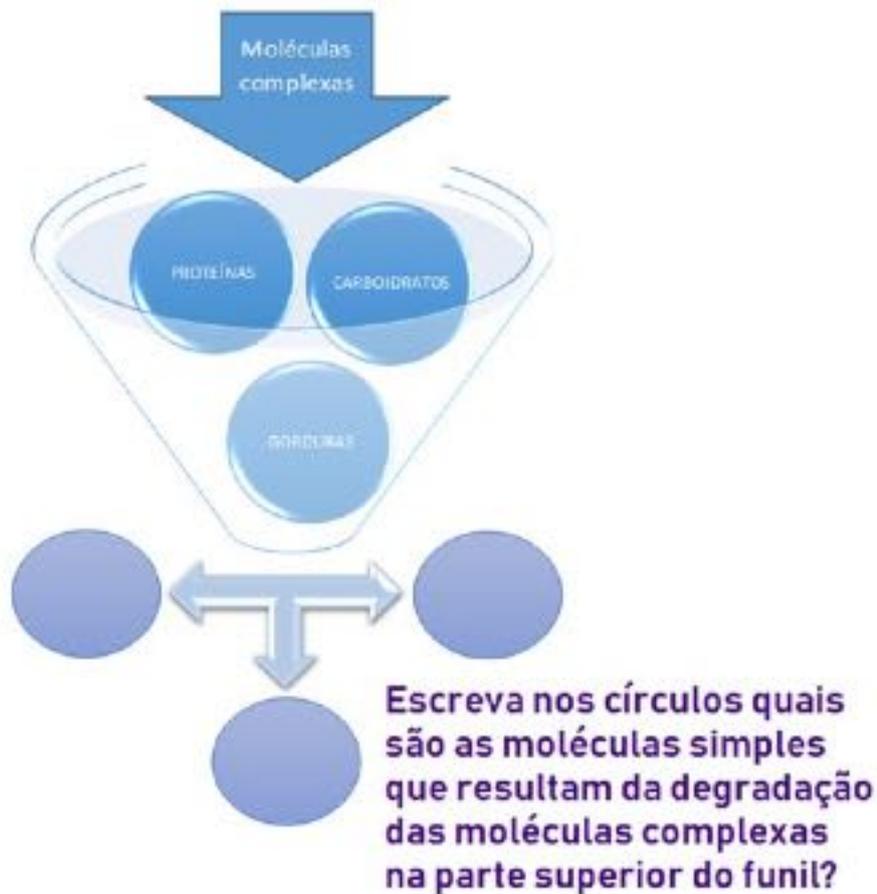


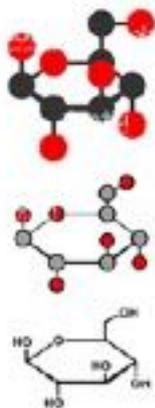
Figura 18. Esquema de degradação de moléculas complexas em moléculas simples. Fonte: As autoras, 2020.

organismo, pois a disponibilização de energia por essa via é baixa. A degradação da glicose neste processo é incompleta. Ocorre rápida queima do combustível, rápida disponibilização de energia, alto consumo, mas gera mais resíduo. Este é um bom momento para relembrar o experimento da queima de combustíveis.

No entanto, a glicose não é a única molécula que serve de substrato para a respiração celular. Os constituintes de compostos protéicos e lipídicos que consumimos também são degradados em moléculas mais simples durante a digestão e também são fonte de carbono e hidrogênio para as reações químicas acontecerem.

Os alunos já conheceram algumas moléculas importantes para que a respiração celular aconteça: a glicose, os aminoácidos e os ácidos graxos – todos são substratos de onde a energia química será retirada para ser transferida ao ATP.

GLICOSE



RESPIRAÇÃO CELULAR

ATP

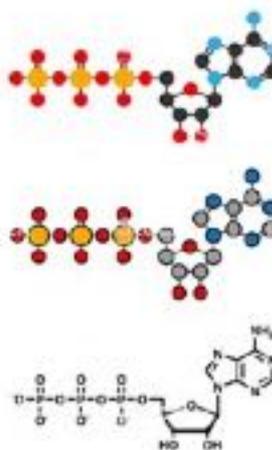


Figura 19. Moléculas de glicose e ATP. Fonte: As autoras, 2020.

Neste ponto é importante discutir com os alunos que o ATP é um produto e indagar:



Quais outras moléculas estão envolvidas no processo? Onde se localizam?

Em que local da célula a respiração celular acontece?

Vamos conhecer o processo de maneira global. Foram disponibilizados links com as melhores e mais completas animações disponibilizadas em canais abertos na internet. É bastante importante que o professor veja os vídeos anteriormente, e verifique a disponibilidade de legendas, pois estão em inglês com opção de ativação da legenda automática, preveja em que momentos a explicação pode ser complementada, ou transformada em uma linguagem mais simples. Os vídeos podem ser disponibilizados aos alunos, mas é importante ter ciência de que o objetivo não é que o aluno memorize etapas, reagentes, produtos, e sim que ele tenha uma visão global do processo, que posteriormente será detalhado.

Animações do processo de respiração celular aeróbia em etapas:

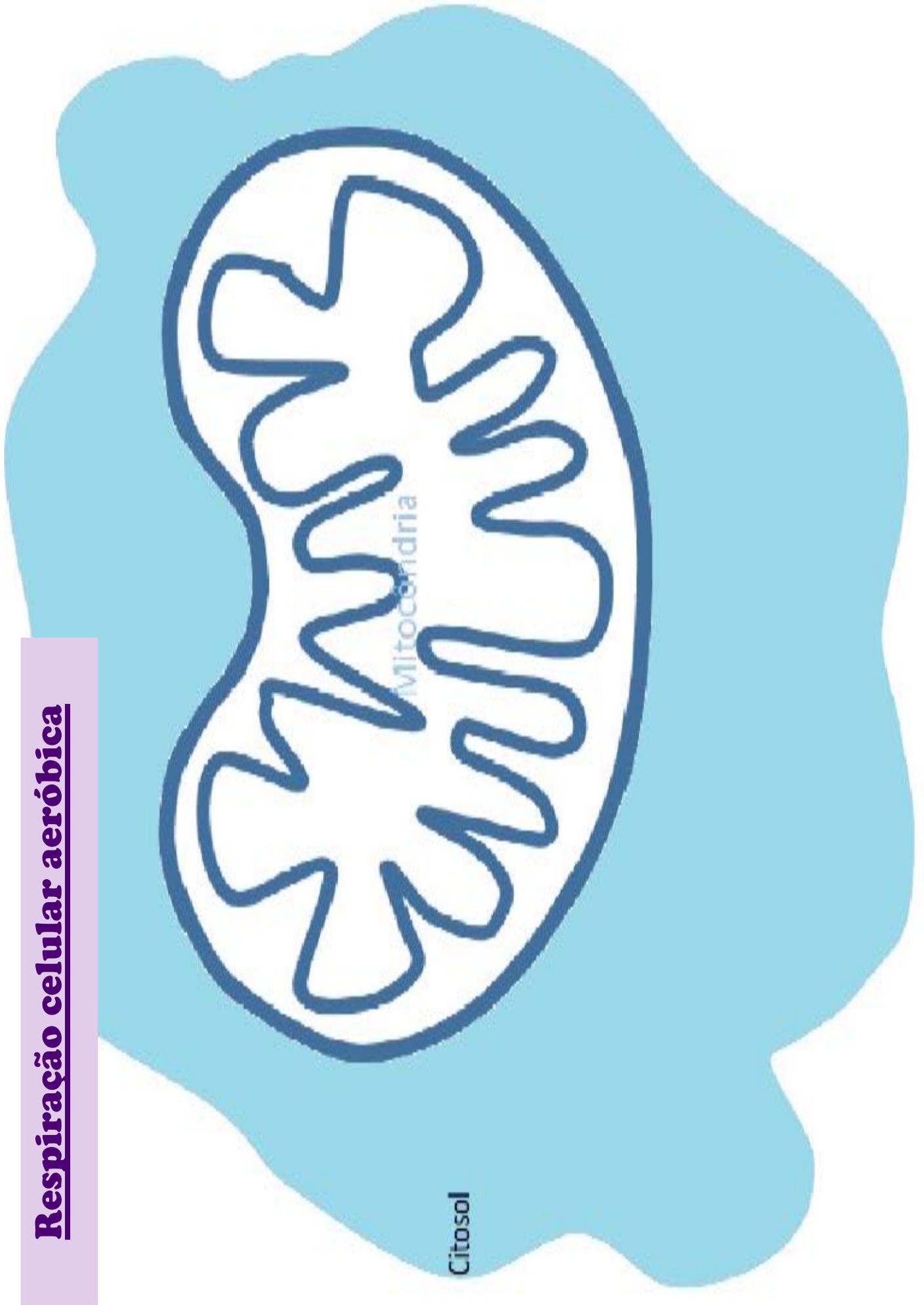
<https://www.youtube.com/watch?v=SUPQVg1vO0Q>

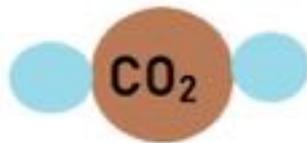
<https://www.youtube.com/watch?v=8qij1m7XUhk>

<https://www.youtube.com/watch?v=ubzw64PQPqM>

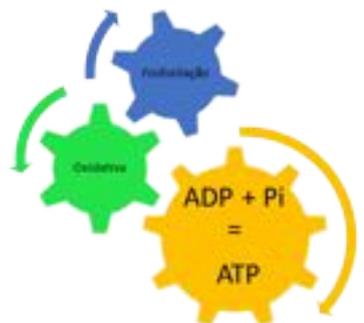
Para verificar o que conseguiram absorver dos vídeos, os alunos devem montar um modelo de uma célula, no qual o processo de respiração celular simplificado está acontecendo, com as figuras que deverão ser recortadas e coladas numa folha disponibilizada com a imagem de base, para economizar tempo essa atividade pode inclusive ser uma tarefa a ser realizada em casa.

Respiração celular aeróbica





Glicólise



ATIVIDADE

As três etapas da respiração celular aeróbia estão representadas através dos esquemas abaixo. Para cada etapa existe uma tabela que os alunos deverão preencher. Eles podem ser organizados em duplas pois isso os ajuda a pensar, comunicar suas

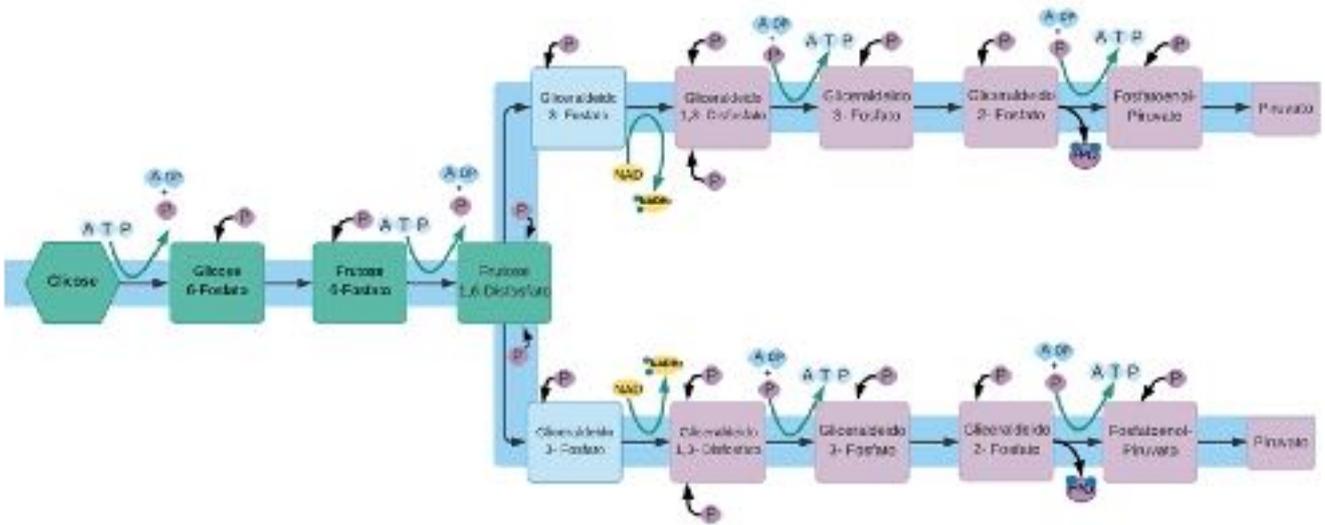


Figura 20. Etapa da respiração celular. Fonte: As autoras, 2020.

Etapa		
Local de ocorrência		
	Quem?	Quantos?
Produto inicial		
Produto final		
Consumo		
Oxidações		
Reduções		
Substâncias liberadas		
Saldo final		
Equação química		

Figura 21. Etapa da respiração celular. Fonte: As autoras, 2020.

Etapa		
Local de ocorrência		
	Quem?	Quantos?
Produto inicial		
Produto final		
Consumo		
Oxidações		
Reduções		
Substâncias liberadas		
Saldo final		
Equação química		

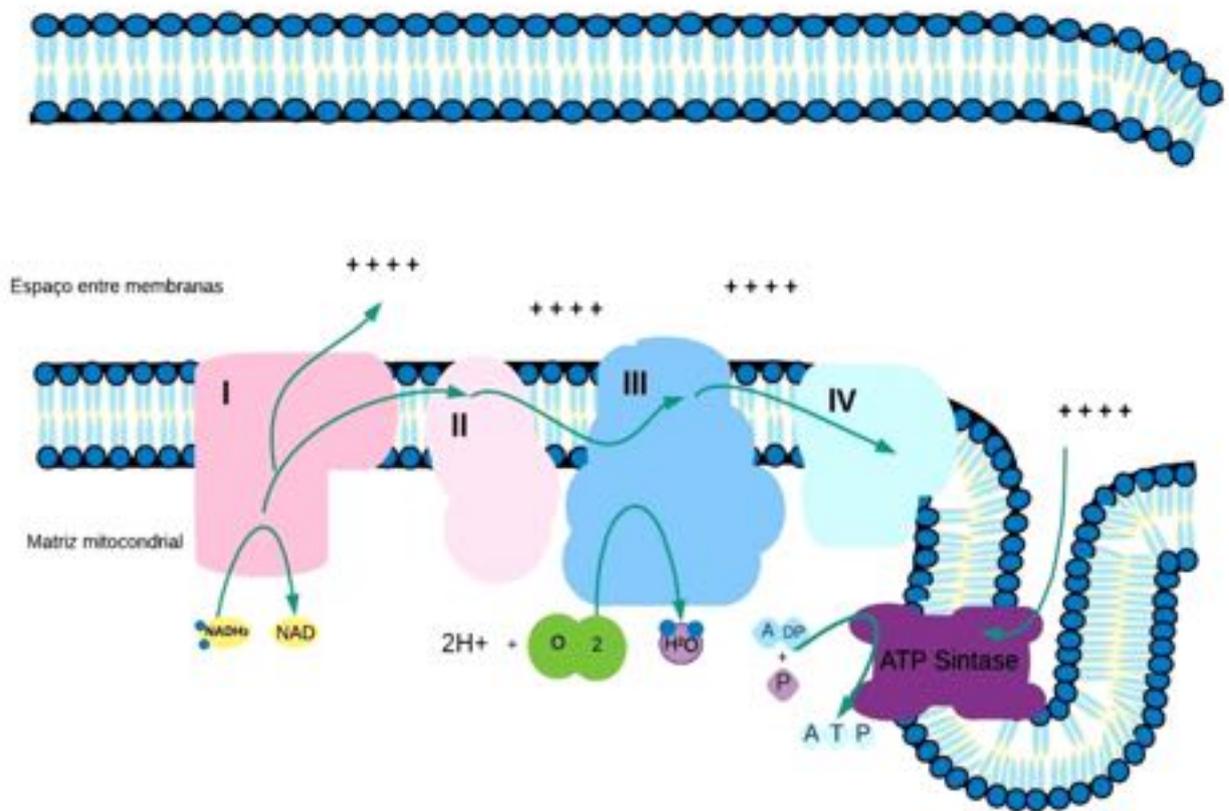


Figura 22. Etapa da respiração celular. Fonte: as autoras, 2020.

Etapa		
Local de ocorrência		
	Quem?	Quantos?
Produto inicial		
Produto final		
Consumo		
Oxidações		
Reduções		
Substâncias liberadas		
Saldo final		
Equação química		



Após o preenchimento das tabelas, discutir as respostas dadas pelos alunos, destacando os reagentes e produtos do processo. De respiração celular.

A energia liberada pelos elétrons durante sua transferência até o gás oxigênio é utilizada para produzir ATP. O termo fosforilação oxidativa refere-se exatamente a adição de fosfato ao ADP para formar ATP, uma reação de fosforilação. Ela é denominada oxidativa porque ocorrem diversas reações de oxidação sequenciais, sendo o gás oxigênio (O_2) o último agente oxidante. (Amabis, 2016, p. 235)

Para finalizar o estudo da respiração celular estão disponíveis dois experimentos em que é possível observar a presença dos gases respiratórios. Inicie o experimento com a pergunta:



Como poderíamos ter evidências de que o processo de respiração celular acontece pensando nos gases que participam do processo?

Para isso precisaremos de um ambiente controlado, de uma célula e um indicador da presença de determinadas substâncias, como o que aconteceu no experimento 07.



Atividade experimental 08- Respiração celular qualitativa

Duração: 10 min para preparo do experimento + tempo de espera de 1 a 3 dias para observação dos resultados.

Objetivo: Verificar a liberação de gás carbônico através da respiração realizada pelas células vegetais no momento da germinação em um sistema fechado com um indicador da presença de CO₂ pela acidificação que causa no meio.

Materiais necessários:

- Indicador de pH de repolho roxo ou azul de bromotimol, aproximadamente 100 ml.
- Bolas de algodão
- Feijões germinados
- Feijões não germinados
- 3 Tubos de ensaio ou recipientes plásticos transparentes em que seja possível construir o mesmo arranjo indicado na figura 12.
- Rolhas ou tampas para os tubos de ensaio

Procedimentos

Encha cada um dos tubos de ensaio com 1/3 de indicador de pH de repolho roxo.

Coloque uma pequena camada de algodão sobre a solução indicadora de pH nos tubos. É muito importante que o algodão não toque na solução, então deixe algum espaço entre as camadas. Se molhar o algodão, retire-o e faça de novo. Coloque algodão suficiente para preencher 2/3 do tubo.

Coloque 3-4 feijões germinados em cima do algodão no tubo de ensaio 1, 3-4 feijões não germinados no tubo de ensaio 2 e nada no tubo 3.

Anote a cor inicial da solução de cada tubo.

Feche o tubo de ensaio com a rolha com cuidado e cubra todos os tubos com papel alumínio.

Deixe os tubos de ensaio em uma estante por 24 horas. Anote qualquer mudança.

Registre sua hipótese. O que você acredita que irá acontecer em cada um dos tubos preparados?



	Tabela de Dados (Cor da solução no tubo de ensaio)		
Data	Controle - Tubo 1	F. germinados - Tubo 2	F. não germinados - Tubo 3

1. Como a cor da solução mudou com o tempo?
2. Compare os seus resultados com os outros grupos. Houve alguma diferença? Qual?
3. Os resultados provam ou desaprovam a sua hipótese inicial? Explique.
4. Como isso prova que animais realizam respiração?
5. Explique a diferença de cores entre os tubos.
6. Como você pode relacionar a respiração celular com esse experimento?

Figura 12. Materiais necessários e resultados apenas 24h depois.





Atividade experimental 09- Determinação do teor de oxigênio no ar.

Duração: 50 min

Objetivo: Observar a ocorrência de oxidação em um metal, processo que ocorre na presença de água e oxigênio em um sistema fechado.

Materiais necessários:

- Solução de ácido acético $0,5 \text{ mol L}^{-1}$
- Bastão de vidro, palito de churrasco ou canudo metálico
- Béquer de 250 ml ou recipiente cilíndrico transparente graduado com uma régua
- Proveta ou cilindro graduado de 25 ou 50 ml que pode ser feito cortando um tubo plástico de shampoo ou condicionador que seja cilíndrico e transparente.
- Palha de aço (cerca de $1/4$ da esponja)

Procedimentos:

Coloque cerca de 50 ml da solução de ácido acético em um béquer.

Acrescente 1 a 2 g de palha de aço. Mexa e aguarde aproximadamente 3 minutos. Retire a esponja do béquer e agite para que saia o máximo possível de solução.

Imediatamente coloque a palha de aço úmida com ácido acético dentro do cilindro graduado, empurrando-a para o fundo o bastão de vidro.

Em seguida, inverta o cilindro e coloque-o no béquer até sua capacidade.

Observe a água subindo para dentro do tubo. Quando a água parar de subir, em no máximo 30 minutos, anote a diferença entre o volume inicial e final dentro do cilindro.

Então ajuste a altura do cilindro, para que o nível de água dentro do tubo seja igual ao da água no béquer. Assim a pressão do ar dentro do cilindro ficará igual a pressão atmosférica externa.

Meça o volume de água que entrou no cilindro.

Determine o teor de oxigênio do ar, em porcentagem .

O volume total do cilindro = 100%

O volume de água dentro do cilindro= % de O_2 .

Após o término do experimento discutir as questões abaixo.

1. Por que é importante a utilização da solução de ácido acético?
2. Explique o processo de oxidação (ferrugem) da esponja.
3. Qual a relação entre o oxigênio e a respiração celular?

Figura 13. Materiais necessários e o sistema montado.



Considerando toda a caminhada até aqui, o processo investigativo se materializa à medida que as atividades levam o aluno a observação, experimentação, levantamento de hipóteses e discussão de observações. Através das atividades, os alunos puderam construir gradativamente diversos conceitos e as habilidades correspondentes. O papel do professor como orientador do processo, como mediador dos conflitos cognitivos, do trabalho coletivo, da criação de desequilíbrios calculados e reequilíbrio das aprendizagens, é fundamental para o sucesso da competência almejada através do ensino da respiração celular.

Agora é possível revisitar o questionamento quanto a obtenção de energia pelos seres vivos e solicitar mapas conceituais, textos descritivos, explicações orais sobre a matéria em questão. As questões abaixo serão utilizadas para avaliar se as atividades realizadas contribuíram ou não para a compreensão do processo de respiração celular como responsável pela produção de moléculas energéticas que sustentam o metabolismo celular. Esta questão é um item liberado do PISA— Programa Internacional de Avaliação— e foi parcialmente modificada para atender a demanda do estudo. Inicia-se com a leitura do texto abaixo que é componente da questão.

ATIVIDADE

As questões abaixo serão utilizadas para avaliar se as atividades realizadas contribuíram ou não para a compreensão do processo de respiração celular como responsável pela produção de moléculas energéticas que sustentam o metabolismo celular. Esta questão é um item liberado do PISA— Programa Internacional de Avaliação— e foi parcialmente modificada para atender a demanda do estudo. Inicia-se com a leitura do texto abaixo

MILHO

Analise a seguinte reportagem extraída de um jornal.

HOLANDÊS UTILIZA MILHO COMO COMBUSTÍVEL

Um pouco de lenha queima lentamente no fogão de Auke Ferwerda. De uma sacola de papel próxima ao fogão, ele retira um punhado de milho e o joga sobre as chamas. Imediatamente, labaredas de fogo se levantam brilhantes. “Observe.”, diz Ferwerda, “O visor do fogão fica limpo e transparente. A combustão é completa.” Ferwerda fala sobre o fato de que o milho poder ser utilizado como combustível, assim como alimento para gado. Segundo ele, este é o futuro. Ferwerda explica que o milho na forma de alimento para gado também é, na verdade, um tipo de combustível. As vacas comem milho para obter energia. Mas, Ferwerda explica que a venda do milho como combustível, em vez de alimento para o gado, poderia ser muito mais lucrativa para os fazendeiros. Ferwerda está convencido de que, a longo prazo, o milho será amplamente utilizado como combustível. Ele imagina como será a colheita, a armazenagem, a secagem e o acondicionamento dos grãos em sacos para a venda. Atualmente, Ferwerda está pesquisando a possibilidade de utilização de toda a planta do milho como combustível, mas esta pesquisa ainda não está concluída.

O que Ferwerda também precisa levar em consideração é a atenção que está sendo dispensada ao gás carbônico. O gás carbônico é considerado a causa principal do aumento do efeito estufa. Afirma-se que o aumento do efeito estufa é a causa do aumento da temperatura média da atmosfera da terra. Segundo Ferwerda, entretanto, não há nada errado com o gás carbônico, pelo contrário. Ele argumenta que as plantas o absorvem e o convertem em oxigênio para os seres humanos.

Entretanto, os planos de Ferwerda podem entrar em conflito com os do governo que atualmente está tentando reduzir a emissão de gás carbônico. Ferwerda diz: “Há muitos cientistas que dizem que o gás carbônico não é a causa principal do efeito estufa.”

QUESTÃO 1:

Em ciências, faz-se uma distinção entre observação e conclusão. A tabela abaixo contém duas afirmações feitas por Ferwerda na reportagem. Leia as afirmações e faça um círculo em “Observação” ou “Conclusão” para cada uma das afirmações.

Afirmação	Observação ou conclusão?	
O visor do fogão fica limpo e transparente.	Observação	Conclusão
A combustão é completa.	Observação	Conclusão

QUESTÃO 2:

Ferwerda compara o milho utilizado como combustível ao milho utilizado como alimento. A primeira coluna da tabela abaixo contém uma lista de fenômenos que ocorrem quando o milho queima. Estes fenômenos também são produzidos quando o milho funciona como um combustível no organismo de um animal? Faça um círculo em “Sim” ou “Não” para cada uma das opções abaixo.

Quando o milho queima:	Isto também acontece quando o milho funciona como um combustível no organismo de um animal?	
Há consumo de oxigênio.	Sim	Não
Há produção de gás carbônico.	Sim	Não
Há produção de energia.	Sim	Não

QUESTÃO 3:

Ferwerda imagina como será no futuro “a colheita, a armazenagem, a secagem e o acondicionamento dos grãos em sacos para a venda.” Se ele fizer estas coisas, qual das afirmações a seguir será verdadeira? Faça um círculo em “Verdadeiro” ou “Falso” para cada uma das afirmações a seguir.

Afirmação	Verdadeira ou Falsa?	
Um kg de grãos de milho empacotado contém menos água do que um kg de grãos frescos.	Verdadeira	Falsa
Um kg de grãos de milho empacotado contém menos material combustível do que um kg de grãos frescos.	Verdadeira	Falsa

QUESTÃO 4:

A reportagem afirma: “Atualmente, Ferwerda está pesquisando a possibilidade de utilização de toda a planta do milho como combustível, mas esta pesquisa ainda não está concluída”. Qual das questões a seguir pode ser respondida por meio de uma pesquisa científica? Faça um círculo em “Sim” ou “Não” para cada uma das opções a seguir.

Questão	Pode ser respondida por meio de uma pesquisa científica?	
Que substâncias são formadas quando se queima toda a planta do milho?	Sim	Não
Qual a quantidade de calor liberada pela queima de toda a planta do milho seca no fogão de Ferwerda?	Sim	Não

QUESTÃO 5:

Na reportagem, a conversão do gás carbônico é descrita da seguinte maneira: "...as plantas o absorvem e o convertem em oxigênio...".

Há mais substâncias envolvidas nesta conversão além do gás carbônico e do oxigênio. A conversão pode ser representada da seguinte maneira:

Escreva o nome de uma substância que está faltando no quadro.

gás carbônico + água → oxigênio + _____

QUESTÃO 6:

"Li sobre o receio do Sr. Ferwerda em relação ao fato de o governo opor-se à emissão de gás carbônico produzido pelos fogões que queimarem milho. Acho que este medo é um equívoco. O governo deveria ficar contente com iniciativas como a do Sr. Ferwerda. Do ponto de vista ambiental, a utilização de carvão ou gás natural como combustível é pior, em termos de concentração de gás carbônico no ar, do que a utilização do milho como combustível. Ao contrário do carvão e do gás natural, o milho é uma fonte de energia renovável. A quantidade de gás carbônico liberada quando o milho é queimado será igual à quantidade de gás carbônico previamente absorvida quando o milho foi cultivado. Portanto, esperamos que governo seja sábio e aplauda os planos do Sr. Ferwerda!"

Suponha que Júlio escreva o seguinte texto em relação à reportagem e queira enviá-lo ao editor do jornal.

Antes de enviar este texto ao editor do jornal, Júlio quer encontrar um título apropriado para o mesmo. Qual das opções abaixo seria o melhor título para o texto de Júlio?

- O milho queima melhor do que o carvão ou o gás natural.

- O gás carbônico não é a causa principal do efeito estufa.
- O milho absorve mais gás carbônico do que o carvão ou o gás natural.
- O cultivo e a queima do milho não aumentam os níveis de gás carbônico no ar.

QUESTÃO 7:

Efeito estufa relativo por molécula de gás			
Gás carbônico	Metano	Óxido nitroso	Clorofluorocarboneto
1	30	160	17 000

No final da reportagem, Ferwerda refere-se aos cientistas que dizem que o gás carbônico não é a causa principal do efeito estufa. Karina encontra a tabela a seguir que mostra o efeito estufa relativo, causado por quatro gases:

A partir desta tabela, Karina não pode determinar qual gás é a causa principal do aumento do efeito estufa. É necessário combinar os dados da tabela com outros dados para que Karina possa determinar qual dos gases é a causa principal do aumento do efeito estufa. Que outros dados Karina precisa coletar?

- Dados sobre a origem dos quatro gases.
- Dados sobre a absorção dos quatro gases pelas plantas.
- Dados sobre o tamanho dos quatro tipos de moléculas.
- Dados sobre as quantidades de cada um dos gases encontradas na atmosfera.

QUESTÃO 8:

Escreva um pequeno texto em que os termos do quadro estejam presentes, explicando por que os organismos precisam de energia, quais tipos de energia são utilizadas pelos organismos, e como essa energia é obtida e transformada por eles.

Princípio da Termodinâmica— combustíveis— respiração celular — ligações químicas— moléculas orgânicas— comburentes— aminoácidos— lipídios— carboidratos— enzimas— sistema circulatório— sistema respiratório — oxigênio— gás carbônico— energia química— ATP— reações químicas

Esperamos que este material possa auxiliá-los na tarefa de mediar a aprendizagem e instruir os alunos nos caminhos das Ciências. As atividades podem ser utilizadas separadamente, mas é necessário primar pelo processo investigativo pois ele permite engajamento e protagonismo dos estudantes. É através deste caminho que acreditamos contribuir para a alfabetização científica de nossos jovens, permitindo-lhes embasamento para escolhas saudáveis para si e para a sociedade em que está inserido.

“No entanto, há outras razões, além das de natureza socioeconômica, para argumentarmos em favor de um programa ambicioso de educação científica. Razões culturais reforçam o argumento, já que, na era da economia do conhecimento, se paga um preço muito alto pelo analfabetismo científico-tecnológico. Hoje em dia, as possibilidades de crescimento cultural são grandemente ampliadas para quem tem formação científica. A capacidade de utilizar tecnologias de informação ilustra bem esse ponto. Privar um cidadão dessa vasta gama de possibilidades equivale a um processo de exclusão cultural inadmissível. Há razões adicionais para reforçar a tese de que uma formação científica é cada vez mais necessária. A sociedade atual é constantemente exposta a produtos, processos e serviços intensivos em conteúdo científico- tecnológico. Vários deles podem afetar a saúde e o meio ambiente. Sem que haja um controle sério, baseado em práticas metrológicas reconhecidas e divulgadas para a população, ela não tem como se defender. O dramático é que, até para reconhecer os alertas, é preciso ter uma boa formação científica. Basta imaginar o quanto os danos causados por catástrofes naturais, como terremotos e *tsunamis*, poderiam ser reduzidos caso a população seja bem formada e informada cientificamente”.

Referências

ALBERTS, B.; BRAY, D.; HOPKIN, K.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RALF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. Fundamentos da Biologia celular. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. Semina: Ciências Sociais e Humanas, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

BRAGA, KAKAO. Como o milho vira pipoca. Revista Decifra-me. 2009 Disponível em: <https://revistadeciframe.com/2009/07/01/como-o-milho-vira-pipoca/>

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

CAOS E ENTROPIA: UM MUNDO DOIDO. Física Vivencial. Governo Federal. Disponível em: <http://www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/sf/638SF/index.htm>

CECHIN, ANDREI. A Natureza como Limite da Economia – A Contribuição de Nicholas Georgescu-Rogen. Editora SENAC/EDUSP, S. Paulo, 2010.

DE FREITAS ZOMPERO, Andréia; EDUARDO LABURÚ, Carlos; VILAÇ, Teresa. INSTRUMENTO ANALÍTICO PARA AVALIAR HABILIDADES COGNITIVAS DOS ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA NAS ATIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO. Investigações em Ensino de Ciências, v. 24, n. 2, 2019.

_____. Atividades investigativas para as aulas de ciências: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2016.

DE SOUZA, Samir Cristino; DOURADO, Luis. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. Holos, v. 5, p. 182-200, 2015.

DURÃES JÚNIOR, A. A construção significativa dos conceitos e suas relações por meio dos mapas conceituais: uma experiência no ensino de respiração celular. 2015. 133f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Área de concentração: Ensino de Biologia. Orientador: Prof. Dr. Leandro Marcio Moreira.

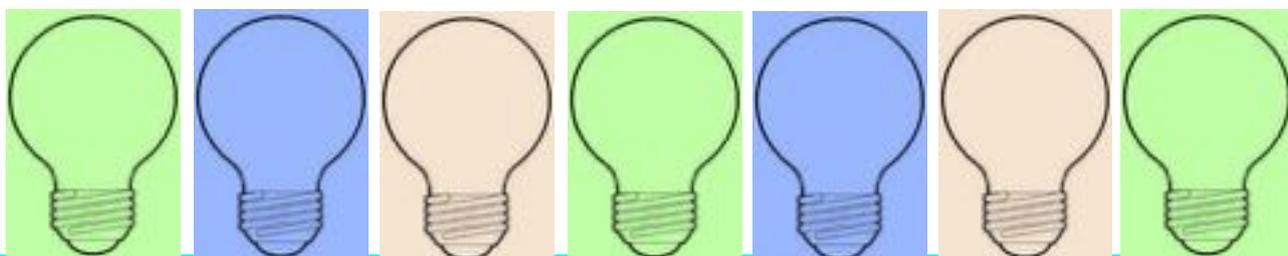
FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: História, Teoria E Pesquisa. Campinas-SP. PAPIRUS; 1994.

GASPAR, A. Compreendendo a física. 3ª ed. São Paulo: Ática, 2016.

GLEISER, MARCELO. Tempo, vida e entropia. Folha de São Paulo. 2002. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1905200202.htm>.

LAKOMY, A.M. Teorias cognitivas da aprendizagem. Curitiba: IBPEX, 2008.

LUZ, Maurício RMP; DA POIAN, Andrea T. O ensino classificatório do metabolismo humano. Ciência e Cultura, v. 57, n. 4, p. 43-45, 2005.



MARTINS, RLC et al. Mapas conceituais em aulas de Biologia, Física e Química: uma abordagem integrada do conceito energia. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (Enpec), 2009.

MELO M.C.H, CRUZ, G. Roda de conversa: uma proposta metodológica para a construção de um espaço de diálogo no ensino médio. Imagens da Educação [Internet]. 2014 [cited 2016jul 10]4(2):31-9. Disponível em: http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/22222/pdf_5. Acesso em 19 fev. 19.

OLIVEIRA, ADILSON. O Caos e a ordem. Ciência Hoje on line. 2006
http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2832/n/o_caos_e_a_ordem

OLIVEIRA, ADILSON. O Caos e a ordem. Ciência Hoje on line. 2013

http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2753/n/o_maravilhoso_fenomeno_da_vida

PEIXOTO, P.H.P. Fisiologia Vegetal: uma abordagem em prática multimídia. Disponível em: <http://www.ufjf.br/fisiologiavegetal/files/2018/07/Preparo-de-Solu%C3%A7%C3%B5es-para-Realiza%C3%A7%C3%A3o-das-Aulas.pdf> Acesso em 20/04/2020.

PEREIRA, S. G.; FONSECA, G. A. G.; FELIZ, G. P. et. al. Q3c MANUAL DE AULAS PRÁTICAS DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA - COMPÊNDIO -/Alunos do 4º Período de Ciências Biológicas FCJP 2015. Orientador: Prof. Me Saulo Gonçalves Pereira. João Pinheiro: [s.n.], 2015. 150p. Trabalho de graduação – Faculdade Cidade de João Pinheiro Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

PISA. Itens liberados de Ciências. Disponível em: http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Itens_liberados_Ciencias.pdf

POZO, J.I. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano aos conhecimento científico. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REECE, J.B.; CAIN, M.L.; JACKSON, R.B.; MINORSKY, P.V.; URRY, A.; WASSERMAN, S.A. Biologia de Campbell. 10ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

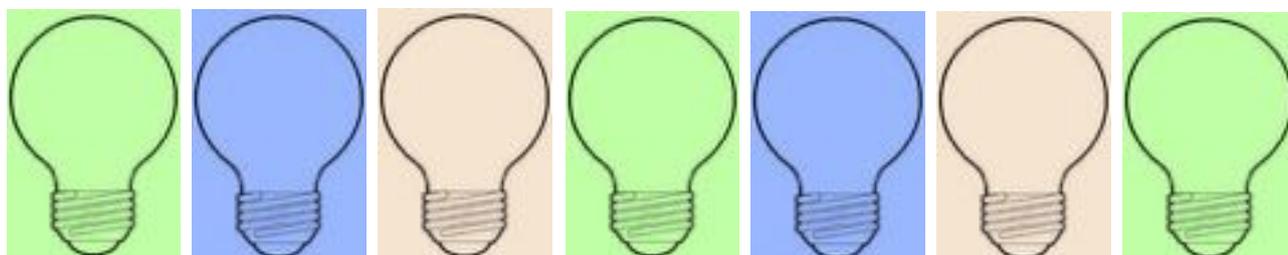
Renato P. Santos. FÍSICA INTERESSANTE. Termodinâmica. 2018. Disponível em: <http://www.fisica-interessante.com/fisica-termodinamica.html>

RODRIGUES, Bruno A.; BORGES, A. Tarciso. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, p. 1-12, 2008.

RONCA, P.A.C. A prova operatória: contribuições da psicologia do desenvolvimento. Curitiba: Questão demais, 2018.

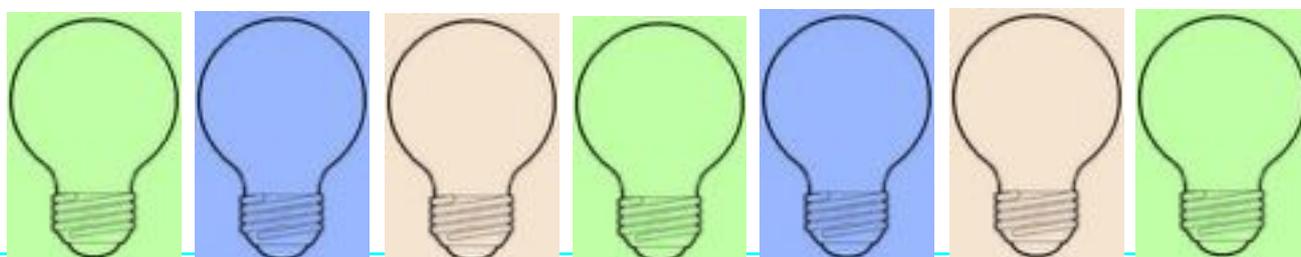
SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M.P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. Investigações em Ensino de Ciências – V16(1), pp. 59-77, 2011 Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844768/mod_resource/content/1/SASSERON_CARVALHO_AC_uma_revis%C3%A3o_bibliogr%C3%A1fica.pdf. Acesso em 19 fev. 2019.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. 1061-1085, 2018.



SPROVIERO. Entropia: "Progresso" para a Destruição! Entrevista com o Dr. Mario Bruno Sproviero. Disponível em: <http://hottopos.com/vdletras2/mario.html>

WERNEC, M.L.M.; FALCO, J.R.P. *Modelo didático para estudar os processos energéticos fotossíntese e respiração celular: processos energéticos fundamentais para a manutenção da vida no planeta*. Artigo Final apresentado como requisito para conclusão do PDE – Programa de Desenvolvimento. 2008. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2409-8.pdf> Acesso em 21 nov.



Gabarito

Energia e trabalho _____ 7

1. O que é trabalho?

De maneira simplista é o resultado de qualquer tipo de aplicação de força ou energia que gera movimento.

2. O que é energia?

Energia é a medida da habilidade de algo realizar trabalho.

TEXTO 01- Conceitos da termodinâmica nos sistemas biológicos _____ 9

Experimento 01- A probabilidade e a desordem _____ 11

1. O que aconteceu com as miçangas?

Elas se desorganizaram. Passaram de um sistema de baixa entropia para alta entropia.

2. Para conservar as miçangas sempre do mesmo lado seria necessário gasto de energia. No início do experimento como estava a entropia do sistema, baixa ou alta?

Baixa. Entendemos entropia como a tendência a desorganização e caos dos sistemas pois a energia não pode ser armazenada para sempre, nem é estática, está sempre sendo convertida em outro tipo de energia. E embora a energia seja algo que se conserve no universo, ela não se conserva em todos os sistemas.

3. O que aconteceu com a entropia deste sistema, aumentou ou diminuiu?

Aumentou

4. O que este pequeno experimento demonstra em relação às leis da termodinâmica?

Spovieiro (2001) diz, "A primeira lei da termodinâmica é essencialmente a afirmação do princípio de conservação da energia para sistemas termodinâmicos. Como tal, pode ser expressa do seguinte modo: 'A variação de energia num sistema durante qualquer transformação é igual à quantidade de energia que o sistema troca com o ambiente'. Esta primeira lei não coloca limitações sobre as possibilidades de transformação de energia de uma forma para outra". Ora, essa possibilidade ilimitada de transformação é a base de toda a civilização do progresso. Já a segunda lei da termodinâmica impõe severas limitações: "É impossível uma transformação cujo resultado final seja transformar em trabalho todo o calor extraído de uma fonte" (postulado de Kelvin). Em linguagem leiga, o segundo princípio indica que, com o tempo, dispomos sempre menos de energias utilizáveis. Ou, resumindo: "a energia total do universo é constante e a entropia (a desordem) total está em contínuo aumento". Estamos, então, num universo que se degrada energeticamente, e esta realidade deveria levar a um dispêndio minimal das energias disponíveis, ainda mais no sistema de nossa pobre Terra, cujos materiais utilizáveis são muito limitados. Portanto, a produtividade não deveria ser medida pela maior quantidade de bens econômicos produzida num determinado período de tempo, mas sim pela maior quantidade produzida com o menor dispêndio energético possível. E, do mesmo modo, criar a ordem que deixe menos desordem (em outros âmbitos).

TEXTO 02- O Caos e a ordem _____ 13

1. Como o milho vira pipoca? Qualquer grão pode virar pipoca? Explique.

Pessoal.

2. Podemos testar essas possibilidades?

Pessoal. Espera-se que o aluno pense em outras sementes/grãos para testar.

Experimento 02- Qualquer grão vira pipoca? _____ 16

1. Quanto aos diferentes grãos, eles estouraram?

Pessoal.

2. Refletindo sobre o teste realizado explique por que os grãos estouraram ou não.

Pessoal. Espera-se que os alunos

3. Que condições devem existir para que o grão estoure?

Quantidade de água, envoltório da semente intacto, altas temperaturas.

4. Qual a relação entre cocção da pipoca e a termodinâmica?

O aumento da temperatura interna favorece a agitação dos átomos, e a desorganização das moléculas de amido, passando de uma forma de baixa entropia para alta entropia.

TEXTO 03- Como o milho vira pipoca? _____ 12

1. Anteriormente representamos o conceito de termodinâmica aplicado em uma escala observável através das contas coloridas. Se pudéssemos observar as partículas (átomos) que constituem a matéria, como seria seu comportamento?

Espera-se que os alunos relacionem a agitação das partículas que constituem o átomo, e que as associem aos elétrons.

Moléculas, ligações químicas e nutrientes _____ 18

TEXTO 04- A Química começa a explicar fenômenos da Biologia _____ 22

Experimento 03- Combustão _____ 24

1. Como chamamos o que ficou depositado no fundo do pires?

Fuligem.

2. Por que um dos combustíveis depositou mais material que outro?

O álcool não possui enxofre em sua composição como acontece com os derivados de petróleo e a gasolina não sofre uma combustão completa, resultando em mais resíduos nas reações químicas. O álcool não possui enxofre em sua composição como acontece com os derivados de petróleo.

3. O que representa este resíduo deixado pelos combustíveis?

Carbono, monóxido e dióxido de carbono e enxofre.

4. Quais as desvantagens da combustão incompleta?

Baixo rendimento energético.

5. Qual outro processo que você conhece que produz fuligem e que não foi citado aqui?

Queima de carvão, uma vela acesa, queima de gás natural.

TEXTO 05- Energia dos combustíveis _____ 26

1. Você já escutou a utilização do termo fermentação? Exemplifique.

Pessoal. A fermentação é um tipo de respiração anaeróbia. A fermentação é utilizada na produção de bebidas alcóolicas, biocombustíveis, produtos lácteos, crescimento de massas de panificação.

2. Esse processo acontece no nosso corpo?

Sim. Quando não há disponibilidade suficiente de oxigênio para o metabolismo celular das fibras musculares por exemplo, e há necessidade de rápida disponibilização de ATP, em razão de atividade física intensa, as células musculares podem realizar fermentação láctica.

1. Você já se perguntou, por exemplo, por que precisamos nos alimentar? Ou ainda: para onde vai tudo aquilo que consumimos durante uma refeição?

Nosso organismo é formado por células que realizam diversas reações químicas para manutenção de sua integridade e função. Para que estas reações aconteçam são necessárias algumas substâncias não sintetizadas pela célula, e que as moléculas possam fornecer elétrons que serão transferidos e armazenados em ligações químicas de alta energia.

2. O que é metabolismo?

Conjunto de transformações, num organismo vivo, pelas quais passam as substâncias que o constituem: reações de síntese (anabolismo) e reações de desassimilação (catabolismo) que liberam energia.

3. Você já ouviu essa palavra? Em que circunstância?

Pessoal, mas espera-se que eles citem assuntos relacionados a vida saudável, exercícios físicos, etc.

4. Toda atividade do nosso corpo precisa de **combustível**. Qual é nosso combustível?

Existem reações químicas em que o gasto energético (ATP) não é necessário, mas de maneira geral, qualquer atividade atribuída ao funcionamento orgânico envolve gasto energético. Nosso combustível é o trifosfato de adenosina (ATP).

5. Como acontece o processo da digestão dos alimentos?

A digestão é um conjunto de alterações físicas e químicas pelas quais os alimentos que ingerimos passam a fim de disponibilizar moléculas para a nutrição celular.

6. Quais são os produtos deste processo?

Micromoléculas de carboidratos, proteínas, gorduras, ácidos nucleicos, como dissacarídeos, pentoses, hexoses, aminoácidos, ácidos graxos e glicerol, íons de sais minerais, vitaminas.

7. Para que servem os produtos deste processo?

Para manutenção da homeostase celular, tecidual e orgânica. É através da obtenção destas moléculas que as células mantêm seu funcionamento.

8. Para onde vão estes produtos?

Para dentro do ambiente celular. São absorvidas pelo revestimento interno dos órgãos de sistema digestório, depois pelos vasos sanguíneos presentes no mesentério intestinal, transportadas através da corrente sanguínea aos diversos tecidos corporais, onde por transportes ativos ou passivos, transpassam as membranas celulares.

Experimento 04- Digestão de carboidratos _____ 41

1. Qual a coloração do iodo?

O iodo tem coloração marrom avermelhada.

2. O recipiente 1 é o seu controle. Qual a coloração do mingau?

O mingau tem coloração branca translúcida.

3. Qual a função da saliva neste experimento? Sintetize seus resultados e elabore uma explicação para as alterações observadas.

A saliva contém a enzima denominada ptialina que realiza degradação de amido, é uma amilase. Assim sendo, o que se espera que a coloração do iodo fique azulada, enegrecida em contato com o mingau de amido de milho. Já na amostra de mingau contendo saliva, espera-se que o amido tenha sido parcialmente degradado diminuindo a ação do iodo não havendo uma mudança expressiva na coloração. Moléculas de alto peso molecular (como a amilose e a amilopectina) podem sofrer reações de complexação, com formação de compostos coloridos. Um exemplo importante é a complexação da amilose e da amilopectina com o iodo, resultando em complexo azul e vermelho-violáceo, respectivamente.

4. Sulfato de cobre é uma substância que quando aquecida pode demonstrar presença da glicose a partir da alteração de coloração. Se você tivesse essa substância ao seu alcance descreva que variação você poderia realizar no experimento realizado e quais resultados você esperaria encontrar.

Espera-se que o aluno extrapole o experimento se questionando quanto a degradação do amido em outras moléculas menores como a glicose.

Experimento 05- Digestão de proteínas _____ 43

1. Houve diferença entre os pedaços de clara de ovo dentro dos tubos?

Pode ser que haja uma diferença no tubo que contém o suco de mamão. Espera-se que a clara de ovo seja degradada completamente ou parcialmente no suco de mamão.

2. Das frutas estudadas, qual contém a enzima capaz de digerir a albumina? Pesquise e justifique.

A clara de ovo deve ser degradada pela enzima presente no mamão. A papaína é uma enzima que tem a capacidade de degradar proteínas. No abacaxi existe também a bromelina. O abacaxi é uma fruta rica em uma enzima chamada de bromelina. Essa enzima tem o poder de quebrar as ligações entre os aminoácidos, destruindo, dessa forma, a proteína. A papaína é uma enzima proteolítica retirada do látex do vegetal mamão papaia (*Carica Papaya*), no qual são comercializadas na forma de pó, pasta, creme e gel, sendo que o pó deve ser diluído no momento do uso, em concentrações que irão variar conforme as características da ferida (quantidade de tecido necrótico, presença de infecção, presença de tecido de granulação, etc) (1). A sua indicação é para o tratamento de úlceras abertas, infectadas e desbridamento de tecidos desvitalizados ou necróticos

Experimento 06- Digestão/emulsificação de gorduras _____ 45

1. O que aconteceu com o óleo depois de adicionado o detergente? Como o sabão reage com a

gordura?

O detergente quebra as gorduras em microgotículas.

2. Qual o papel do detergente no experimento, ele degrada as moléculas de gordura ou as transforma em micro gotículas?

Transforma em microgotículas num processo chamado emulsificação.

3. Será que existe alguma substância com função parecida no corpo humano? Pesquise qual seria essa substância.

Sim. A bile tem esse papel detergente em nosso amigo.

4. Dê exemplos de alimentos que consumimos que contém gorduras.

Óleos, ceras, manteiga, leite, carnes, castanhas.

5. Comente a afirmação : “Gorduras são sempre prejudiciais aos organismos.”

As gorduras tem papel energético, formando camadas de tecido adiposo nos animais endotérmicos para manutenção do calor corporal, formam estruturas como as membranas celulares e entram na composição de hormônios. O consumo de gorduras desde que de maneira restrita é necessário e benéfico ao corpo humano.

1. De onde vem o oxigênio que inspiramos?

É produzido através da fotossíntese de organismos com algas e plantas, e absorvido pelos pulmões.

2. Qual o destino do oxigênio que inspiramos?

Se liga a hemoglobina presente nas hemácias e são transportados pelo sistema cardiovascular até os tecidos, onde passam por difusão dos capilares.

3. De onde vem o gás carbônico que liberamos através da expiração?

Do processo de respiração celular que libera gás carbônico.

Experimento 07- Presença de gás carbônico na expiração _____ 48

1. Por que a solução dos tubos 2 e 3 tiveram sua coloração alterada?

Porque a solução é indicadora de CO₂ que está presente em nossa expiração e também no refrigerante formando as bolhas de gás.

2. Sintetize as conclusões desse experimento.

Quais outras moléculas estão envolvidas no processo? Onde se localizam?

3. Em que local da célula a respiração celular acontece?

Uma etapa da respiração celular ocorre no citoplasma e outras duas etapas nas mitocôndrias.

Quebra cabeças respiração celular _____ 53

Atividade de reconhecimento das etapas da respiração celular _____ 55

1. Como poderíamos ter evidências de que o processo de respiração celular acontece pensando nos gases que participam do processo?

Pessoal. Espera-se que os alunos pensem em estratégias para que seja possível perceber o oxigênio ou o gás carbônico no ambiente ou nos organismos.

1. Como a cor da solução mudou com o tempo?

A solução é indicadora da presença de CO₂, que está sendo liberado pelo processo de respiração celular acontecendo nas células das sementes. O metabolismo celular é necessário para as sucessivas divisões celulares.

2. Compare os seus resultados com os outros grupos. Houve alguma diferença? Qual?

Pessoal.

3. Os resultados provam ou desaprovam a sua hipótese inicial? Explique.

Pessoal.

4. Como isso prova que animais realizam respiração?

Não prova. Mas pode se fazer uma generalização. Plantas são organismos autótrofos e mesmo assim consomem oxigênio. Animais são organismos heterotróficos e portanto realizam respiração celular, consumindo oxigênio e liberando CO₂.

5. Explique a diferença de cores entre os tubos.

Diferentes concentrações de CO₂, diferentes níveis de Ph.

6. Como você pode relacionar a respiração celular com esse experimento?

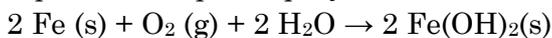
Pessoal. Espera-se que aluno realize uma retrospectiva e cite os processos de trocas gasosas e absorção de nutrientes, transporte e respiração celular aeróbia.

1. Por que é importante a utilização da solução de ácido acético?

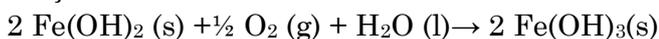
Para acelerar a oxidação da esponja de aço. No planeta Terra, o ar atmosférico seco contém, em média, 21% de oxigênio (O₂), 78% de nitrogênio (N₂) e quase 1% de argônio, estando os demais gases em percentagens muito menores. Essas percentagens são um pouco menores quando se considera a unidade. O ferro em ar seco se oxida muito lentamente.

2. Explique o processo de oxidação (ferrugem) da esponja.

Em presença de água e oxigênio, em um tempo relativamente curto, ocorre a reação representada pela equação:



O hidróxido de ferro (II) também se oxida. Assim, numa segunda etapa ocorre a seguinte reação.



Na verdade a formação da ferrugem é bem mais complexa, com variações que dependem das condições ambientais. por exemplo, pode ocorrer a transformação gradativa do hidróxido de ferro (III), formando óxido hidratado. A ferrugem, normalmente, é uma mistura de substâncias, sendo as principais óxido de ferro (III) hidratado (Fe₂O₃. nH₂O) e oxi-hidróxido de ferro (III) , FeO(OH). Se a quantidade de oxigênio disponível é pequena, pode haver a formação de Fe₂O₄.

Entretanto, todos esses detalhes não são necessários para a compreensão do experimento. O fundamental é que o estudante perceba a oxidação do ferro, ao observar ferrugem na palha de aço, e associe isso ao consumo de oxigênio dentro do cilindro. Com isso, a pressão interna cai, e a água entra, no frasco ocupando o volume correspondente ao oxigênio consumido.

3. Qual a relação entre o oxigênio, o processo experimental e a respiração celular?

Se for usar a régua, basta medir a altura da coluna de água dentro do cilindro, a partir de sua borda inferior e dividir pela altura total do cilindro, multiplicada por 100. Com a proveta cortada na linha de seu volume máximo, basta ler o volume para fazer a relação com o volume total (vezes 100). Espera-se um resultado menor que 21% devido à umidade do ar ambiente e do vapor oriundo da água no béquer. um valor próximo de 20% normalmente é obtido nesse experimento. O volume ocupado pela palha de aço dentro do frasco é muito pequeno. Como o experimento é semiquantitativo, esse valor pode ser desprezado nos cálculos. O processo de oxidação é evidência da presença de oxigênio, o processo experimental demonstra um fenômeno oxidativo que ocorre também no transporte e degradação da glicose.

RUBINGER, M. M. M. Ação e reação: ideias para aulas especiais de química . Belo Horizonte: RHJ, 2012.

Questão _____ 63

Questão 01–
observação
Conclusão

Questão 02–
Sim
Sim
Sim

Questão 03–
Verdadeira
Falsa

Questão 04–
Sim
Sim

Questão 05–
Glicose ou açúcares

Questão 06–
O cultivo e a queima do milho não aumentam os níveis de gás carbônico no ar.

Questão 07–
Dados sobre as quantidades de cada um dos gases encontradas na atmosfera.

Questão 08–

Os **princípios da Termodinâmica** começaram a ser investigados a partir do comportamento dos gases quando submetidos a uma fonte de calor. A troca de energia entre os compostos obedece leis que podem ser observadas em sistemas que produzem, degradam, dissipam, transferem e convertem energia. Os sistemas vivos fazem isso. A 2ª lei da Termodinâmica trata da desordem necessária para que estes organismos vivos se mantenham organizados. É preciso aumentar a desordem em um local para ordenar outro. É preciso degradar moléculas para obter energia nelas armazenadas por exemplo. Um sistema como um motor precisa de um **combustível** para funcionar, assim como os sistemas vivos. Esses combustíveis são as **moléculas orgânicas** que obtemos com a alimentação por exemplo, como **aminoácidos, lipídios e carboidratos** que ao chegarem as células farão parte das estruturas celulares ou servirão como fonte energia para fabricação de uma molécula energética comum aos seres vivos: o **ATP** ou trifosfato de adenosina. Essas moléculas são absorvidas pelo **sistema circulatório** e transportadas á todos os órgãos e tecidos, assim como o **oxigênio** absorvido pelos pulmões no **sistema respiratório**. Juntos, carboidratos (combustível) e oxigênio (**comburente**), entram em um conjunto de **reações químicas** que transfere a **energia química** destas moléculas ao ATP,

liberando **gás carbônico** como um dos produtos das reações. Esse processo, como muitos no organismo, é mediado por **enzimas**, desde aquelas que degradam compostos orgânicos em moléculas menores até uma das etapas mitocondriais da respiração celular o ciclo do ácido cítrico mediado por enzimas.

Lembrando que este é apenas um exemplo simples de resposta, portanto, qualquer resposta do aluno que se aproxime deste exemplo deve ser considerada.